

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 12 月 22 日(22.12.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/158470 A1

- (51) 国際特許分類:
H04Q 9/00 (2006.01) H02J 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/003262
- (22) 国際出願日: 2011 年 6 月 9 日(09.06.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-139585 2010 年 6 月 18 日(18.06.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浮田 陽介(UKITA, Yosuke). 中江 宏典(NAKAE, Hironori). 林野 裕司(HAYASHINO, Hiroshi).
- (74) 代理人: 新居 広守(NII, Hiromori); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目 3 番 1 0 号タナカ・イトーピア新大阪ビル 6 階新居国際特許事務所内 Osaka (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

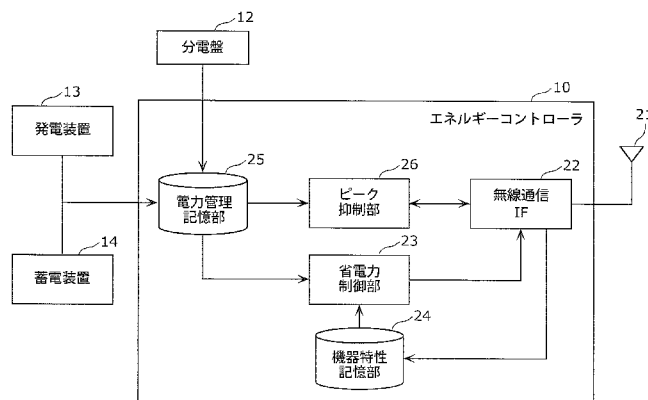
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COMMUNICATION APPARATUS AND COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 通信装置及び通信方法

[図2]



- 12 POWER DISTRIBUTION PANELBOARD
13 POWER GENERATING APPARATUS
14 POWER ACCUMULATING APPARATUS
10 ENERGY CONTROLLER
25 POWER MANAGEMENT STORING UNIT
26 PEAK SUPPRESSING UNIT
23 POWER SAVING CONTROL UNIT
24 DEVICE CHARACTERISTIC STORING UNIT
22 WIRELESS COMMUNICATION IF

(57) Abstract: An energy controller (10) is a communication apparatus that transmits, to network household electrical appliances (11a-11c), signals to be used for establishing transmission/reception of data, thereby performing the transmission/reception of the data. The energy controller (10) comprises: a power saving control unit (23) that determines a transmission period such that the larger a differential power value, which is obtained by subtracting a total power consumption value of power-consuming devices including the network household electrical appliances (11a-11c) from the value of a power supplyable to the power-consuming devices, is, the longer the transmission period of the signals is; and a wireless communication IF (22) that transmits, to the network household electrical appliances (11a-11c), the signals including information indicating the transmission period so as to activate the network household electrical appliances (11a-11c) in a period that is in accordance with the transmission period.

(57) 要約: データの送受信を確立するための信号をネットワーク家電 (11a~11c) に送信することで当該データの送受信を行う通信装置であるエネルギーコントローラ (10) であって、ネットワーク家

電 (11a~11c) を含む電力消費機器への供給可能電力値から、電力消費機器の総消費電力値を差し引いた値である差分電力値が大きいほど、当該信号の送信周期が長くなるように、送信周期を決定する省電力制御部 (23) と、当該送信周期に応じた周期でネットワーク家電 (11a~11c) を起動状態にさせるために、当該送信周期を示す情報を含む当該信号を、ネットワーク家電 (11a~11c) に送信する無線通信 IF (22) とを備える。

WO 2011/158470 A1

明 細 書

発明の名称： 通信装置及び通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11規格のWLAN (Wireless Local Area Network) やIEEE 802.15規格のWPAN (Wireless Personal Area Network) 等の無線ネットワークシステムにおける通信装置及び通信方法に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、WPANやセンサーネットワークといった低消費電力の無線端末によるネットワークが注目されている。またこれに類似するシステムとして、自ら無線信号を発信するアクティブRF (Radio Frequency) タグといったシステムがある。

[0003] 図43は、従来の無線ネットワーク構成の一例を示す図である。

[0004] 図43において、無線ネットワークは、無線制御局である制御局1001と複数の無線端末装置である端末装置1002、1003、1004とから構成されている。制御局1001は、端末装置1002～1004に対して、制御情報をビーコンパケットに含めて周期的にブロードキャストする。端末装置1002～1004は、この制御情報に基づいて制御局1001と通信する。

[0005] なお、制御局1001及び端末装置1002～1004のアクセス制御方式には様々なものを用いることができ、例えば、CSMA (Carrier Sense Multiple Access)、TDMA (Time Division Multiple Access)、またはFDMA (Frequency-Division Multiple Access) などを用いることができる。

- [0006] これらの無線ネットワークで用いられる無線装置（制御局 1001 及び 1002～1004 端末装置）には、低消費電力性能に特徴がある。例えば、無線装置の消費電力を低減させるために、無線ネットワーク内で通信を行うアクティブ期間と、通信を行わずにスリープ状態に入ることができる非アクティブ期間とを設けた構成になっている。非アクティブ期間を長くすれば、スリープ状態を長くできるので消費電力を低減することができる。
- [0007] 図 44 に、フレーム周期の一例を示す。具体的には、同図は、従来のビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間の関係を示した図である。
- [0008] 図 44 において、1 フレーム周期は、アクティブ期間 1007 と非アクティブ期間 1008 とから構成される。アクティブ期間 1007 は、制御局 1001 と端末装置 1002～1004 とが通信を行う期間である。
- [0009] 非アクティブ期間 1008 は、制御局 1001 と端末装置 1002～1004 とが通信を行わない期間であり、この間、制御局 1001 及び端末装置 1002～1004 は、スリープ状態に入ることによって消費電力を低減することができる。また、アクティブ期間 1007 であっても、通信を行わない端末装置は、スリープ状態に入ることによって消費電力を低減することができる。
- [0010] 制御局 1001 及び端末装置 1002～1004 は、アクティブ期間を共用で使用する。制御局 1001 は、アクティブ期間の最初の期間を使用して、ビーコンフレーム 1009 をブロードキャストする。すなわち、ビーコン周期 1006 は、アクティブ期間 1007 と非アクティブ期間 1008 との和となる。
- [0011] また、ビーコンフレームをブロードキャストする以外のアクティブ期間は、制御局 1001 と端末装置 1002～1004 との間の通信に使用され、例えば、CSMA などを用いることができる。また、アクティブ期間は、複数の時間スロットに分割されて、スロット CSMA や TDMA でスロットを共用して使用されることもある。例えば、IEEE 802.15.4 規格では、アクティブ期間の前半の時間スロットは CSMA による競合アクセス用に用いられ、アクティブ期間の後半の時間スロットは時間スロットごとに使

用する無線装置を割り当てられる通信に用いられる。

- [0012] ビーコンフレームには、これらの時間スロット数やその割り当て、アクティブ期間の長さ、非アクティブ期間の長さ、次のビーコンフレーム送信までの時間などフレームに関する制御情報が含まれる。
- [0013] 図45は、従来の制御局1001から端末装置1002へデータ通信するシーケンスの一例を示すフローチャートである。
- [0014] 同図に示すように、制御局1001は、端末装置1002へ送信すべきデータが発生する(S1010)と、そのデータをバッファリングする。制御局1001は、端末装置1002へ送信すべきデータをバッファリングしている情報をビーコンフレームに付加して、例えば、IEEE802.15.4規格ではData Pending Address Listを付加して、アクティブ期間の最初にビーコンフレームをブロードキャストする(S1011)。なお、制御局1001は、IEEE802.11規格では、Data Pending Address Listの付加に代わって、TIM(Traffic Indication Message)を付加して、アクティブ期間の最初にビーコンフレームをブロードキャストする。
- [0015] 端末装置1002は、ビーコンフレームを受信するタイミングでスリープ状態から起動状態に変わり、ビーコンフレームを受信する(S1011)。ビーコンフレームにはアクティブ期間の長さ、非アクティブ期間の長さ、次のビーコンフレーム送信までの時間、Data Pending 情報などが含まれる。また、端末装置1002は、ビーコンフレームを受信するタイミングで必ず起動状態に変わりビーコンフレームを受信するものとする。
- [0016] 端末装置1002は、ビーコンフレームのData Pending 情報を解析(S1012)して、自局宛のデータがあることを認識すると、データリクエストを制御局1001に送信する(S1013)。制御局1001は、データリクエストを受信(S1013)すると、バッファリングしていたデータを端末装置1002に送信(S1014)して、端末装置1002は到達確認信号であるACKを制御局1001に返送する(S1015)。

[0017] 以上のように、端末装置 1002 は、定期的送信されるビーコンフレームを受信するタイミングでスリープ状態から起動状態に変わり、ビーコンフレームに基づいて自局宛データの有無を調べる。端末装置 1002 は、自局宛データがあれば、制御局に問い合わせた後、データを受け取り、再び次にビーコンフレーム受信のタイミングまでスリープ状態に入る。一方、端末装置 1002 は、ビーコンフレームに自局宛データがなければ、直ちに次にビーコンフレーム受信のタイミングまでスリープ状態に入る。こうした動作により、端末装置 1002 の低消費電力化を実現している。

[0018] すなわち、端末装置 1002 の大幅な低消費電力化を実現するには、端末装置 1002 のスリープ状態の時間を長く設定し、ビーコンフレームの周期を長くする方法が考えられる。しかしながら、端末装置 1002 の低消費電力化が実現できる一方で、制御局 1001 でのバッファリング時間が長くなり、端末装置 1002 へのデータが届くまでの遅延時間が長くなる。これは、リアルタイム性及び即時性が求められるアプリケーションには、支障をきたすといった課題があった。

[0019] 上記課題に対して、特許文献 1 では、まず端末装置が受信したデータフレームの時間情報の履歴の統計をとることで、データトラヒックが定期的（ストリーム）か連続的（バースト）かを判別する。端末装置が受信したデータが定期的（ストリーム）なデータである場合、データの受信間隔に合わせて、制御局からのビーコンフレームの送信周期を変更する。一方、端末装置が受信したデータが連続的（バースト）なデータである場合、データが連続的に続く期間と、転送が暫くなくなる期間とを区別して、その期間に応じて、起動状態を続けるかスリープ状態に入るかを定める。これにより、特許文献 1 では、データ受信の遅延を抑え、リアルタイム性を保ち、かつ省電力効果を高めることを実現している。

先行技術文献

特許文献

[0020] 特許文献 1：特開 2006-238320 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0021] ここで、上記特許文献１では、データフレームの受信履歴の統計に基づいて、ストリームデータか、バーストデータか、さらに連続的にデータ転送が続く期間とデータ転送が暫くなくなる期間とを判別する必要がある。しかしながら、アプリケーションによっては、受信データの規則性がない場合があり、起動状態を続けるか、スリープ状態に入るかを判別することができないという課題を有している。
- [0022] 例えば、データの規則性がないアプリケーションの一例として、EMS（Energy Management System）でのピーク抑制が挙げられる。
- [0023] 図４６は、宅内のEMSアプリケーションを実現するネットワーク構成の一例を示す図である。エネルギーコントローラ１０２１は、無線制御局の機能を有する。ネットワーク家電１０２２、１０２３、１０２４は、無線端末装置の機能を有する。分電盤１０２５は、宅内の総消費電力を計測でき、その情報をエネルギーコントローラ１０２１に通知する。総消費電力とは、家電製品などの機器が同時に複数使用され、それらの機器によって消費される電力の総和である。単位は、例えばワット（W）である。なお、他にも電力量の単位として、ワットアワー（Wh）、キロワットアワー（kWh）などがある。また、ネットワーク家電とは、通信機能を備えて、ネットワークに接続される家電機器である。
- [0024] 図４７Ａ及び図４７Ｂは、総消費電力と時間との対応関係の一例を示した図である。具体的には、図４７Ａは、宅内における総消費電力１０３１の時間変動を表した一例である。また、図４７Ｂは、ピーク抑制実行時での総消費電力１０３１の時間変動を表した一例である。
- [0025] 図４７Ａに示すように、点線は、最大使用可能電力値１０３２を示す。最大使用可能電力値１０３２は、例えば分電盤のブレーカー（遮断器）の許容量、電力会社からの供給量、電気料金変動境界線、太陽光発電装置や燃料電

池装置による自家発電供給量などがある。ここでは、最大使用可能電力値 1032 は、分電盤のブレーカーの許容量の一例とする。

[0026] また、時間 T1 において、総消費電力 1031 が最大使用可能電力値 1032 を超えた場合、例えば、ブレーカーが落ちてしまい、動作中の機器への電力供給が停止する。これは、電子レンジ、炊飯器、洗濯機、パソコン、録画機の HDD レコーダなどのように、動作中に電源が OFF されることが好ましくない機器もある。

[0027] そこで、各機器の稼働状況と総消費電力とをリアルタイムで把握して、総消費電力 1031 が最大使用可能電力値 1032 を超えないように制御するピーク抑制がある。例えば、図 47B に示すように、最大使用可能電力値 1032 より小さいピーク抑制閾値 1033 を設ける。そして、総消費電力 1031 がピーク抑制閾値 1033 を超えると、エネルギーコントローラ 1021 は、ネットワーク家電 1022 ~ 1024 の電源 OFF や設定項目の変更を遠隔操作することで、総消費電力 1031 を抑制する。

[0028] これは、ピークカットとも呼ばれる。例えば、照明やテレビなどの家電機器の電源を OFF する、エアコンの設定温度を変更する、エアコンの強風モードを節電モードに変更する、または照明の照度を下げるなどによって総消費電力 1031 を抑えることが可能である。

[0029] 図 47B は、時間 T2 において、総使用電力 1031 がピーク抑制閾値 1033 を超えている。ここで、同図は、ピーク抑制が実行されることで、総消費電力 1031 が最大使用可能電力値 1032 を超えなかった一例である。

[0030] こうしたピークカットの他にも、総消費電力のピークの時間をずらす、ピークシフトなどもある。

[0031] 以上のように、EMS のピーク抑制では、低遅延な制御が要求されると共に、総消費電力の時間変動は各家庭、時間帯、地域、季節、気候、国など様々な要因によって異なり、このデータの規則性を統計学習するのは容易ではない。したがって、データの規則性のないピーク抑制などのアプリケーション

ンにおいては、通信端末装置の低消費電力化とリアルタイム性（低遅延、即時性）の両立を図ることが困難であるという課題がある。

- [0032] 本発明は、上記従来の課題を解決するもので、データの規則性のないピーク抑制などのアプリケーションにおいても、通信端末装置の低消費電力化とリアルタイム性の両立を図ることができる通信装置及び通信方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0033] 上記従来の課題を解決するために、本発明の一態様に係る通信装置は、通信可能な状態である起動状態と通信不能な状態であるスリープ状態とを繰り返す通信端末装置が起動状態のときに、データの送受信を確立するための信号を前記通信端末装置に送信することで、前記通信端末装置との間で当該データの送受信を行う通信装置であって、前記通信端末装置を含む電力消費機器への供給可能電力値から、前記電力消費機器の総消費電力値を差し引いた値である差分電力値が大きいほど、前記信号を送信する送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定する省電力制御部と、決定された前記送信周期に応じた周期で前記通信端末装置を起動状態にさせるために、決定された前記送信周期を示す情報を含む前記信号を、前記通信端末装置に送信する通信インタフェース部とを備える。

- [0034] 本構成により、制御局としての通信装置は、電力消費機器への供給可能電力値から電力消費機器の総消費電力値を差し引いた差分電力値が大きいほど、長くなるように決定された送信周期を示す情報を含む信号を、通信端末装置に送信する。すなわち、残りの使用可能な電力情報に基づいて、信号の送信周期を算出する。その結果、総消費電力値が供給可能電力値を超えないように制御するピーク抑制が、遅延なく実行制御されると共に、かつ差分電力値が大きい場合は信号の送信周期が長く設定される。そして、信号の送信周期が長く設定されれば、通信端末装置が長い間スリープ状態を維持することができる。このため、データの規則性のないピーク抑制などのアプリケーションにおいても、通信端末装置の低消費電力化とリアルタイム性の両立を実

現することができる。

[0035] また、好ましくは、さらに、発電装置の発電電力値と、蓄電装置の蓄積電力値と、前記電力消費機器の総消費電力値とを記憶している電力管理記憶部を備え、前記省電力制御部は、前記発電電力値及び前記蓄積電力値の総和を前記供給可能電力値として、前記供給可能電力値から前記総消費電力値を差し引いた前記差分電力値を算出し、算出した前記差分電力値が大きいほど前記送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定する。

[0036] 本構成により、制御局としての通信装置は、発電電力値及び蓄積電力値の総和から総消費電力値を差し引いた差分電力値が大きいほど送信周期が長くなるように、送信周期を決定する。つまり、自宅や地域で発電、蓄積した電力値から総消費電力を差し引いた電力値、すなわち電力会社の商用電力系統から電力購入せずに、自己発電、自己蓄積で使用可能な残りの電力情報に基づいて、信号の送信周期を算出する。その結果、総消費電力値が自己発電、自己蓄積で使用可能な残りの電力値を超えないように制御するピーク抑制が、遅延なく実行制御されると共に、かつ差分電力値が大きい場合は信号の送信周期が長く設定される。そして、信号の送信周期が長く設定されれば、通信端末装置が長い間スリープ状態を維持することができる。このため、データの規則性のないピーク抑制などのアプリケーションにおいても、通信端末装置の低消費電力化とリアルタイム性の両立を実現することができる。

[0037] また、さらに、電気料金が増加する境界の電力値である電気料金変動境界値と、前記電力消費機器の総消費電力値とを記憶している電力管理記憶部を備え、前記省電力制御部は、前記電気料金変動境界値を前記供給可能電力値として、前記供給可能電力値から前記総消費電力値を差し引いた前記差分電力値を算出し、算出した前記差分電力値が大きいほど前記送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定することにしてもよい。

[0038] 本構成により、制御局としての通信装置は、電気料金変動境界値から総消費電力値を差し引いた差分電力値が大きいほど送信周期が長くなるように、送信周期を決定する。つまり、電力会社の契約電気料金変動境界値の電力情

報から総消費電力を差し引いた電力値、すなわち現状の契約電気料金で利用可能な電力情報に基づいて、信号の送信周期を算出する。その結果、総消費電力値が現状の契約電気料金境界値を超えないように制御するピーク抑制が、遅延なく実行制御されると共に、かつ差分電力値が大きい場合は信号の送信周期が長く設定される。そして、信号の送信周期が長く設定されれば、通信端末装置が長い間スリープ状態を維持することができる。このため、データの規則性のないピーク抑制などのアプリケーションにおいても、通信端末装置の低消費電力化とリアルタイム性の両立を実現することができる。

[0039] また、さらに、分電盤が供給可能な電力値を示す分電盤供給能力値と、前記電力消費機器の総消費電力値とを記憶している電力管理記憶部を備え、前記省電力制御部は、前記分電盤供給能力値を前記供給可能電力値として、前記供給可能電力値から前記総消費電力値を差し引いた前記差分電力値を算出し、算出した前記差分電力値が大きいほど前記送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定することにしてもよい。

[0040] 本構成により、制御局としての通信装置は、分電盤供給能力値から総消費電力値を差し引いた差分電力値が大きいほど送信周期が長くなるように、送信周期を決定する。つまり、分電盤の供給能力電力、例えば、分電盤のブレーカー（遮断器）の限度値から総消費電力を差し引いた電力値、すなわち現状の分電盤の供給可能な電力情報に基づいて、信号の送信周期を算出する。その結果、総消費電力値が現状の分電盤の供給能力限度値を超えないように制御するピーク抑制が、遅延なく実行制御されると共に、かつ差分電力値が大きい場合は信号の送信周期が長く設定される。そして、信号の送信周期が長く設定されれば、通信端末装置が長い間スリープ状態を維持することができる。このため、データの規則性のないピーク抑制などのアプリケーションにおいても、通信端末装置の低消費電力化とリアルタイム性の両立を実現することができる。

[0041] また、好ましくは、さらに、前記電力消費機器それぞれの消費電力値の変化率を記憶している機器特性記憶部を備え、前記省電力制御部は、前記消費

電力値の変化率から算出される前記総消費電力値の変化率を用いて得られる値で前記差分電力値を除算した値を送信周期として算出することで、前記送信周期を決定する。

[0042] 本構成により、制御局としての通信装置は、消費電力値の変化率から算出される総消費電力値の変化率を用いて得られる値で差分電力値を除算した値を送信周期として算出することで、送信周期を決定する。これにより、総消費電力値が供給可能電力値を超えないように、信号を送信する送信周期を正確に算出することができる。

[0043] また、好ましくは、さらに、前記送信周期のパターンである送信周期パターンを記憶している送信周期パターン記憶部を備え、前記省電力制御部は、前記差分電力値が大きいほど前記信号を送信する送信周期が長くなるような送信周期を算出し、前記送信周期パターンの中から、算出した前記送信周期以下でありかつ前記送信周期パターンの中で最長の送信周期を、前記送信周期として決定する。

[0044] 本構成により、さらに制御局としての通信装置は、差分電力値が大きいほど長くなるような送信周期を算出し、送信周期パターンの中から、算出した送信周期以下でありかつ送信周期パターンの中で最長の送信周期を、送信周期として決定する。つまり、IEEE 802.15.4のように信号の送信周期が数種類のパターンに定められている通信ネットワークシステムにおいて、送信周期を決められたパターンの範囲内から選択することができる。

[0045] また、さらに、予め定められたアプリケーションを実行する際に許容できる遅延時間である許容遅延時間を記憶しているアプリ許容遅延記憶部を備え、前記省電力制御部は、前記差分電力値が大きいほど前記信号を送信する送信周期が長くなるような送信周期を算出し、算出した前記送信周期が、前記アプリ許容遅延記憶部が記憶している前記許容遅延時間の中で最短値の許容遅延時間よりも長い場合は、前記最短値の許容遅延時間を、前記送信周期として決定し、算出した前記送信周期が、前記最短値の許容遅延時間以下の場合は、算出した前記送信周期を、前記送信周期として決定することにしても

よい。

[0046] 本構成により、さらに制御局としての通信装置は、差分電力値が大きいほど長くなるような送信周期を算出し、算出した送信周期が、アプリ許容遅延記憶部が記憶している許容遅延時間の中で最短値の許容遅延時間よりも長い場合は、最短値の許容遅延時間を送信周期として決定する。これにより、許容遅延時間の異なる複数アプリケーションが動作する通信ネットワークシステムにおいて、アプリケーションの許容遅延時間を超えて送信周期を設定することを防ぎ、アプリケーションの許容時間を満たすことができる。

[0047] また、好ましくは、前記信号は、ビーコン信号、または前記通信端末装置の起動状態とスリープ状態とを制御するアウェイク信号である。

[0048] 本構成によれば、信号は、ビーコン信号またはアウェイク信号である。つまり、制御局としての通信装置は、ビーコンフレームであるビーコン信号を送信する、またはビーコンフレームが利用されないネットワークシステムにおいても、通信端末装置のスリープ状態とアウェイク状態とを制御するアウェイクデータであるアウェイク信号を送信する。その結果、総消費電力値が供給可能電力値を超えないように制御するピーク抑制が、遅延なく実行制御されると共に、かつ差分電力値が大きい場合はビーコン信号またはアウェイク信号の送信周期が長く設定される。そして、信号の送信周期が長く設定されれば、通信端末装置が長い間スリープ状態を維持することができる。このため、データの規則性のないピーク抑制などのアプリケーションにおいても、通信端末装置の低消費電力化とリアルタイム性の両立を実現することができる。

[0049] また、好ましくは、さらに、現在利用している周波数チャネルの総数である周波数チャネル数を記憶しているチャネル数記憶部を備え、前記省電力制御部は、さらに、前記周波数チャネル数を用いて、決定した前記送信周期のうちのアクティブ期間と非アクティブ期間とを算出し、前記通信インタフェース部は、前記送信周期と前記アクティブ期間と前記非アクティブ期間とを示す情報を含む前記信号を、各周波数チャネルで送信する。

- [0050] 本構成により、制御局としての通信装置は、さらに、周波数チャネル数を用いて、決定した送信周期のうちのアクティブ期間と非アクティブ期間とを算出し、送信周期とアクティブ期間と非アクティブ期間とを示す情報を含む信号を、各周波数チャネルで送信する。つまり、複数の周波数チャネルが利用される通信ネットワークシステムにおいて、送信周期を算出するだけでなく、全利用チャネル数から送信周期の中でのアクティブ期間と非アクティブ期間とを算出する。その結果、各々の周波数チャネルで動作する通信端末装置の非アクティブ期間における低消費電力化を実現できる。
- [0051] また、好ましくは、前記省電力制御部は、前記周波数チャネル数の逆数を、決定した前記送信周期に乘じることで、前記アクティブ期間を算出し、1から前記周波数チャネル数の逆数を差し引いた値を、決定した前記送信周期に乘じることで、前記非アクティブ期間を算出する。
- [0052] 本構成により、制御局としての通信装置は、周波数チャネル数の逆数を決定した送信周期に乘じることで、アクティブ期間を算出し、1から周波数チャネル数の逆数を差し引いた値を決定した送信周期に乘じることで、非アクティブ期間を算出する。つまり、複数の周波数チャネルが利用される通信ネットワークシステムにおいて、利用するチャネル総数に応じて、アクティブ期間と非アクティブ期間を算出する。その結果、各々の周波数チャネルで動作する通信端末装置の非アクティブ期間における低消費電力化を実現できる。
- [0053] また、好ましくは、前記通信インタフェース部は、IEEE 802.15.4規格準拠の無線通信インタフェースまたは電力線通信インタフェースである。
- [0054] 本構成により、制御局としての通信装置は、IEEE 802.15.4規格準拠の無線ネットワークシステム、または電力線通信インタフェースを用いたPLC (Power Line Communication) ネットワークシステムで活用できる。
- [0055] また、本発明は、このような通信装置として実現できるだけでなく、当該

通信装置を構成する各処理部を備える集積回路として実現したり、当該各処理部の処理をステップとする方法として実現したりすることができる。さらに、本発明は、それらステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現したり、そのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの記録媒体として実現したり、そのプログラムを示す情報、データまたは信号として実現したりすることもできる。そして、それらプログラム、情報、データ及び信号は、インターネット等の通信ネットワークを介して配信してもよい。

発明の効果

- [0056] 本発明に係る通信装置によれば、データの規則性のないピーク抑制などのアプリケーションにおいても、通信端末装置の低消費電力化とリアルタイム性の両立を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0057] [図1] 図 1 は、本発明の実施の形態 1 におけるネットワーク構成を示す図である。
- [図2] 図 2 は、本発明の実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラの機能構成を示すブロック図である。
- [図3] 図 3 は、本発明の実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラの無線通信 I F の機能構成を示すブロック図である。
- [図4] 図 4 は、本発明の実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラが保有する家電特性テーブルのメモリ構造図である。
- [図5] 図 5 は、本発明の実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラが保有する電力管理テーブルのメモリ構造図である。
- [図6] 図 6 は、本発明の実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラの省電力制御部の機能構成を示すブロック図である。
- [図7] 図 7 は、本発明の実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラのピーク抑制部の機能構成を示すブロック図である。
- [図8] 図 8 は、本発明の実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラのピー

ク抑制部が保有する電力可視化テーブルのメモリ構造図である。

[図9] 図9は、本発明の実施の形態1におけるネットワーク家電の機能構成を示すブロック図である。

[図10] 図10は、本発明の実施の形態1におけるネットワーク家電の無線通信IFの機能構成を示すブロック図である。

[図11] 図11は、本発明の実施の形態1におけるエネルギーコントローラの省電力制御部の動作を示したフローチャートである。

[図12] 図12は、本発明の実施の形態1における総消費電力と時間との対応関係の一例を示した図である。

[図13] 図13は、本発明の実施の形態1におけるエネルギーコントローラのピーク抑制部の動作を示したフローチャートである。

[図14] 図14は、本発明の実施の形態1におけるエネルギーコントローラが保有する他の電力管理テーブルのメモリ構造図である。

[図15] 図15は、本発明の実施の形態2におけるエネルギーコントローラの機能構成を示すブロック図である。

[図16] 図16は、本発明の実施の形態2におけるエネルギーコントローラの省電力制御部の機能構成を示すブロック図である。

[図17] 図17は、本発明の実施の形態2におけるエネルギーコントローラの省電力制御部が保有するピーク抑制部のメモリ構造図である。

[図18] 図18は、本発明の実施の形態2におけるエネルギーコントローラの省電力制御部の動作を示したフローチャートである。

[図19] 図19は、本発明の実施の形態3におけるエネルギーコントローラの機能構成を示すブロック図である。

[図20] 図20は、本発明の実施の形態3におけるエネルギーコントローラの省電力制御部の機能構成を示すブロック図である。

[図21] 図21は、本発明の実施の形態3におけるエネルギーコントローラの省電力制御部が保有するアプリ許容遅延テーブルのメモリ構造図である。

[図22] 図22は、本発明の実施の形態3におけるエネルギーコントローラの

省電力制御部の動作を示したフローチャートである。

[図23]図23は、本発明の実施の形態4におけるアクセス期間と時間との関係を示した図である。

[図24]図24は、本発明の実施の形態4におけるエネルギーコントローラがネットワーク家電にアウェイクデータを送信して、データを送信するシーケンス図である。

[図25]図25は、本発明の実施の形態4におけるエネルギーコントローラの機能構成を示すブロック図である。

[図26]図26は、本発明の実施の形態4におけるエネルギーコントローラの無線通信 I F の機能構成を示すブロック図である。

[図27]図27は、本発明の実施の形態4におけるエネルギーコントローラの省電力制御部の機能構成を示すブロック図である。

[図28]図28は、本発明の実施の形態4におけるネットワーク家電の機能構成を示すブロック図である。

[図29]図29は、本発明の実施の形態4におけるエネルギーコントローラの省電力制御部の動作を示したフローチャートである。

[図30]図30は、本発明の実施の形態5におけるネットワーク構成を示す図である。

[図31]図31は、本発明の実施の形態5におけるエネルギーコントローラの機能構成を示すブロック図である。

[図32]図32は、本発明の実施の形態5におけるエネルギーコントローラの P L C 通信 I F の機能構成を示すブロック図である。

[図33]図33は、本発明の実施の形態5におけるネットワーク家電の機能構成を示すブロック図である。

[図34]図34は、本発明の実施の形態5におけるネットワーク家電の P L C 通信 I F の機能構成を示すブロック図である。

[図35]図35は、本発明の実施の形態6におけるネットワーク構成を示す図である。

[図36]図36は、本発明の実施の形態6におけるエネルギーコントローラの周波数チャネルと時間との対応関係を示した図である。

[図37]図37は、本発明の実施の形態6におけるエネルギーコントローラとネットワーク家電の周波数チャネルと時間との対応関係を示した図である。

[図38]図38は、本発明の実施の形態6におけるエネルギーコントローラの機能構成を示すブロック図である。

[図39]図39は、本発明の実施の形態6におけるエネルギーコントローラの無線通信IFの機能構成を示すブロック図である。

[図40]図40は、本発明の実施の形態6におけるエネルギーコントローラの省電力制御部の機能構成を示すブロック図である。

[図41]図41は、本発明の実施の形態6におけるエネルギーコントローラの省電力制御部の動作を示したフローチャートである。

[図42]図42は、本発明の実施の形態の変形例におけるエネルギーコントローラの機能構成を示すブロック図である。

[図43]図43は、従来の無線ネットワーク構成の一例を示す図である。

[図44]図44は、従来のビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間の関係を示した図である。

[図45]図45は、従来の制御局が端末装置にデータを送信するシーケンスの一例を示すフローチャートである。

[図46]図46は、宅内のEMSアプリケーションを実現するネットワーク構成の一例を示す図である。

[図47A]図47Aは、総消費電力と時間との対応関係の一例を示した図である。

[図47B]図47Bは、総消費電力と時間との対応関係の一例を示した図である。

発明を実施するための形態

[0058] 以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0059] (実施の形態1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 におけるネットワーク構成の一例を示した図である。

[0060] 図 1 において、エネルギーコントローラ 10 は、ネットワーク家電 11 a、11 b、11 c と無線 230 で接続されている。なお、エネルギーコントローラ 10 は、請求の範囲に記載の「通信装置」に包含され、ネットワーク家電 11 a、11 b、11 c は、請求の範囲に記載の「通信端末装置」に包含される。

[0061] 無線 230 は、例えば、IEEE 802.15.4 規格、IEEE 802.11 規格、ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) 準拠の特定小電力無線に準じた接続がある。

[0062] 分電盤 12 は、電灯線 210 を介して、宅内の全電化製品（例えば、ネットワーク家電 11 a など）に電力を供給しており、宅内の総消費電力量を計測することが可能である。また、分電盤 12 は、エネルギーコントローラ 10 と有線 220 で接続されているが、分電盤 12 がエネルギーコントローラ 10 と無線 230 で接続されている場合も考えられる。

[0063] 発電装置 13 や蓄電装置 14 は、エネルギーコントローラ 10 と有線 220 で接続されている。有線 220 は、例えば、Ethernet（登録商標）や USB (Universal Serial Bus) などの接続がある。なお、発電装置 13 や蓄電装置 14 がエネルギーコントローラ 10 と無線 230 で接続されている場合も考えられる。

[0064] 発電装置 13 は、例えば、太陽光発電 (Photovoltaic)、風力発電、燃料電池で発電する装置などを示す。蓄電装置 14 は、例えば、リチウムイオン電池などの二次電池を示す。発電装置 13 で作った余剰電力を蓄電装置 14 に蓄えることが可能である。今後、本発明では、発電装置 13 で発電し、蓄電装置 14 で蓄積した電力の総称を自家発電電力とする。これは電力会社の商用の電力系統から購入する電力と異なるものとする。

[0065] ネットワーク家電 11 a、11 b、11 c は、通信可能な状態である起動

状態と通信不能な状態であるスリープ状態とを繰り返す無線端末装置である。なお、ここでは、ネットワーク家電はネットワーク家電 11a、11b、11c の 3 台であることとするが、ネットワーク家電は 3 台に限定されず、何台であってもよい。

[0066] エネルギーコントローラ 10 は、ネットワーク家電 11a、11b、11c が起動状態のときに、データの送受信を確立するための信号であるビーコン信号をネットワーク家電 11a、11b、11c に送信することで、ネットワーク家電 11a、11b、11c との間で当該データの送受信を行う。

[0067] また、エネルギーコントローラ 10 は、有線 220 を介して、総消費電力量を分電盤 12 から把握したり、発電量を発電装置 13 から把握したり、蓄電量を蓄電装置 14 から把握することが可能である。

[0068] 図 2 は、本発明の実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラ 10 の機能構成の一例を示したブロック図である。

[0069] アンテナ 21 は、無線通信を行う空中線である。また、同図に示すように、エネルギーコントローラ 10 は、無線通信 I F 22、省電力制御部 23、機器特性記憶部 24、電力管理記憶部 25 及びピーク抑制部 26 を備えている。

[0070] 無線通信 I F 22 は、ビーコン信号の送信周期に応じた周期でネットワーク家電 11a、11b、11c を起動状態にさせるために、ビーコン信号の送信周期を示す情報を含むビーコン信号を、ネットワーク家電 11a、11b、11c に送信する。具体的には、無線通信 I F 22 は、データの変調や復調の機能、メディアアクセス制御の機能、フレーム生成機能などを有する。

[0071] 無線通信 I F 22 の一例として、IEEE 802.15.4 規格準拠の物理層 (Physical Layer) 及び MAC 層 (Media Access Control Layer) の機能がある。なお、無線通信 I F 22 の詳細は、図 3 にて後述する。無線通信 I F 22 は、請求の範囲に記載の「通信インタフェース部」に包含される。

- [0072] ピーク抑制部 26 は、ピークカットなどの制御を行う機能、及び各ネットワーク家電の消費電力を、各ネットワーク家電に順番に問い合わせる（ポーリング）機能を有する。なお、ピーク抑制部 26 の詳細は、図 7 にて後述する。
- [0073] 機器特性記憶部 24 は、家電特性テーブル 24 a を記憶しているメモリである。家電特性テーブル 24 a は、現在接続状態にあるネットワーク家電それぞれの消費電力値の変化率などの電力特性を保持するテーブルである。なお、この家電特性テーブル 24 a の詳細は、図 4 にて後述する。
- [0074] 電力管理記憶部 25 は、電力管理テーブル 25 a を記憶しているメモリである。電力管理テーブル 25 a は、発電装置 13 の発電電力値、蓄電装置 14 の蓄積電力値、電力消費機器の総消費電力値などの情報を含むテーブルであり、当該情報がリアルタイムで把握され更新される。なお、この電力管理テーブル 25 a の詳細は、図 5 にて後述する。
- [0075] 省電力制御部 23 は、省電力を実現するための機能を有する。詳細には、省電力制御部 23 は、家電特性テーブル 24 a と電力管理テーブル 25 a の情報を基に、ビーコン信号を送信する送信周期であるビーコン周期を算出して、ビーコン周期を変更する機能を有する。
- [0076] 具体的には、省電力制御部 23 は、ネットワーク家電 11 a、11 b、11 c を含む電力消費機器への供給可能電力値から、電力消費機器の総消費電力値を差し引いた値である差分電力値が大きいほど、ビーコン周期が長くなるように、当該ビーコン周期を決定する。なお、省電力制御部 23 の詳細は、図 6 にて後述する。
- [0077] 図 3 は、図 2 に示した無線通信 I F 22 の詳細な機能構成を示すブロック図である。図 3 において、図 2 と同じ構成要素については同じ符号を用い、説明を省略する。
- [0078] 同図に示すように、無線通信 I F 22 は、無線送信部 31、無線受信部 32、ビーコン生成部 33、スリープ管理部 34、メモリ 35、インタフェース 36、送信バッファ 37 及び受信バッファ 38 を備えている。

- [0079] 送信バッファ 37 は、ビーコン信号などの送信前のデータを一時的にバッファする機能を有する。
- [0080] 無線送信部 31 は、送信バッファ 37 からビーコン信号などのデータを抜き出し、データ信号を変調して、メディアアクセス制御による適切なタイミングで、ビーコン信号などのデータを送信する機能を有する。
- [0081] 受信バッファ 38 は、受信後のデータを一時的にバッファする機能を有する。
- [0082] 無線受信部 32 は、受信したデータ信号を復調して、受信バッファ 38 にデータを転送する機能を有する。
- [0083] メモリ 35 は、ビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間などの情報を記憶する。ここで、無線送信部 31 によって送信されるビーコン信号には、メモリ 35 に記憶されたビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間などの情報が含まれる。
- [0084] ビーコン生成部 33 は、ビーコンフレームを生成する機能を有する。具体的には、ビーコン生成部 33 は、メモリ 35 に記憶されているビーコン周期の時間に基づいて、ビーコン信号であるビーコンフレームを生成して、送信バッファ 37 に格納する。
- [0085] スリープ管理部 34 は、メモリ 35 に記憶されている非アクティブ期間などの情報に応じて、スリープ状態を判別して、無線通信 I F 22 をスリープ状態にするか、起動状態にするかを管理する機能を有する。
- [0086] インタフェース 36 は、無線通信 I F 22 とピーク抑制部 26、省電力制御部 23 及び機器特性記憶部 24 とを接続する機能を有する。
- [0087] 図 4 は、図 2 に示した家電特性テーブル 24 a のメモリ構造の一例を示した図である。家電特性テーブル 24 a には、「品名（型番）」、「機器アドレス」、「最大消費電力（W）」、「最大変化率（W／sec）」などの情報が記憶されている。
- [0088] 品名（型番）とは、家電機器であるネットワーク家電の種別や品番を示す。

- [0089] 機器アドレスとは、家電機器の一つ一つをユニークに識別する固有IDである。例えば、MACアドレスやIEEE 802.15.4で規定されている16ビットのショートアドレスなどがある。
- [0090] 最大消費電力とは、各家電機器が消費する最大消費電力を示す。
- [0091] 最大変化率とは、各家電機器の消費電力の変化率を示す。例えば、図4の湯沸かしポットは最大消費電力が800ワットである。湯沸かしポットの電源ONした後、2秒後に800ワットに達する場合、
$$\text{最大変化率 (W/sec)} = 800 \text{ (W)} / 2 \text{ (sec)} = 400 \text{ (W/sec)}$$
となる。つまり、最大変化率とは単位時間当たりの消費電力の上昇率を示す。この値が大きいと消費電力が急激に上昇することを示す。
- [0092] なお、家電特性テーブル24aは、家電機器がエネルギーコントローラ10に接続されるたびに上記情報が追記されるものとする。
- [0093] また、家電特性テーブル24aは、エネルギーコントローラ10が事前保持することも可能である、あるいは各家電機器の消費電力やその変化率を学習しながら作成、更新することも可能である。
- [0094] 図5は、図2に示した電力管理テーブル25aのメモリ構造の一例を示した図である。電力管理テーブル25aには、「日付」、「時間」、「自家発電供給能力値」、「総消費電力値」などの情報が記憶されている。
- [0095] 日付と時間は、電力管理テーブル25aが更新された日付と時間を示す。電力管理テーブル25aは、定期的に更新されて、更新値が追加されるものとする。
- [0096] 自家発電供給能力値の発電電力値とは、発電装置13で発電された電力情報である。自家発電供給能力値の蓄積電力値とは、蓄電装置14で蓄積された電力情報である。ここで自家発電供給能力とは、電力会社の商用電力系統から購入する以外の電力であり、自宅やその近隣地域で発電した電力であり、その現在使用可能な電力量を示す。
- [0097] 総消費電力値とは、分電盤12から得られる情報であり、家電製品などの

機器が同時に複数使用され、それらの機器によって消費される電力の総和である。

[0098] 電力管理テーブル 25 a は、随時これら全項目の値が更新される。

[0099] なお、図 5 に示す項目の他の例として、分電盤供給能力値、電気料金変動境界値などがある。図 14 は、電力管理テーブルの他の例である電力管理テーブル 25 b のメモリ構造の一例を示す図である。電力管理テーブル 25 b には、「日付」、「時間」、「電気料金変動境界値」、「分電盤供給能力値」及び「総消費電力値」などの情報が記憶されている。

[0100] 日付と時間は、電力管理テーブル 25 b が更新された日付と時間を示す。電力管理テーブル 25 b は、定期的に更新されて、更新値が追加されるものとする。

[0101] 分電盤供給能力値とは、分電盤 12 のブレーカーが電力供給遮断を行う限度値である。つまり、分電盤供給能力値は、分電盤 12 が供給可能な電力値を示す値である。

[0102] また、電気料金変動境界値は、単位量あたりの電気料金が変わる境界値である。つまり、電気料金変動境界値は、電気料金が増加する境界の電力会社との契約電力値である。

[0103] 総消費電力値は、図 5 の電力管理テーブル 25 a と同様に、電力消費機器の総消費電力値である。

[0104] 図 6 は、図 2 に示した省電力制御部 23 の詳細な機能構成を示すブロック図である。

[0105] 同図に示すように、省電力制御部 23 は、電力差分算出部 46 及びピーコン周期算出部 47 を備えている。

[0106] 電力差分算出部 46 は、図 5 に示す電力管理テーブル 25 a から、最新の自家発電供給能力値（発電装置 13 の発電電力値＋蓄電装置 14 の蓄積電力値）を供給可能電力値として、供給可能電力値と総消費電力値とを取得して、当該供給可能電力値から総消費電力値を差し引いた差分電力値を計算する機能を有する。

- [0107] 例えば、図5の場合、自家発電供給能力値は5000W（3010W+1990W）、総消費電力値は200Wであるので、差分電力値は4800Wである。これは、自家発電供給能力値まで残り4800Wを使用できることを意味する。この4800Wを超えて使用すると、電力会社から電力を買う必要が発生する。つまり、差分電力値とは今後自家発電で使用可能な電力を意味する。
- [0108] なお、電力管理テーブルが図14の電力管理テーブル25bである場合、電力差分算出部46は、電気料金変動境界値と総消費電力値とを取得して、電気料金変動境界値から総消費電力値を差し引いた差分電力値を計算することも可能である。この差分電力値は、今後電気料金変動するまでに使用可能な電力を意味する。
- [0109] また、電力管理テーブルが図14の電力管理テーブル25bである場合の他の一例として、電力差分算出部46は、分電盤供給能力値と総消費電力値とを取得して、分電盤供給能力値から総消費電力値を差し引いた差分電力値を計算することも可能である。この差分電力値は、今後分電盤12で供給可能な電力を意味しており、これを超えると電気ブレーカー（遮断器）が落ちる要因となる。
- [0110] ビーコン周期算出部47は、電力消費機器の消費電力値の変化率に基づいて算出される総消費電力値の変化率を用いて得られる値で、供給可能電力値から総消費電力値を差し引いた差分電力値を除算した値を、ビーコン周期として算出する機能を有する。
- [0111] 具体的には、ビーコン周期算出部47は、すべての電力消費機器の消費電力値のうちの最大の変化率を当該総消費電力値の変化率として、上記差分電力値を、図4に示す家電特性テーブル24aの最大変化率で除算することにより、ビーコン周期を算出する。つまり、家電特性テーブル24aの最大変化率は、記憶されている家電機器の中で最大値の最大変化率が選択される。
- [0112] 図4の場合、電子レンジの800W/secが他の機器に比べて、最大の最大変化率となる。ここで、ビーコンの算出方法は、以下となる。

[0113] ビーコン周期 = 差分電力値 / 変化率 (式 1)

[0114] 例えば、差分電力値が 4800W、変化率が 800W/sec の場合、ビーコン周期は 6 sec (= 4800 / 800) となる。ビーコン周期算出部 47 は、この算出したビーコン周期を、無線通信 IF 22 のメモリ 35 に記憶させる。以上により、無線ネットワークのビーコン周期を動的に変更することを実現する。

[0115] この算出されたビーコン周期の時間は、電力変化率を考慮した残りの差分電力値を使い切るまでに、もう 1 回ビーコン送信する機会がある時間となる。

[0116] なお、総消費電力値の変化率の算出方法として、家電特性テーブル 24 a の最大変化率の最大値だけでなく、当該最大値から 2 台までの最大変化率の和とすることなども可能である。例えば、図 4 では、電子レンジと湯沸かしポットとが選択され、その和は 1200 (w/sec) (= 800 + 400) となる。これは、電子レンジと湯沸かしポットとが同時に動き出した場合に発生し得る消費電力の変化率を意味する。この場合のビーコン周期を算出すると、ビーコン周期は 4 sec (= 4800 / 1200) となる。

[0117] 図 7 は、図 2 に示したピーク抑制部 26 の詳細な機能構成を示すブロック図である。同図に示すように、ピーク抑制部 26 は、可視化制御部 51、電力可視化記憶部 52、閾値監視部 53 及びピークカット制御部 54 を備えている。

[0118] 可視化制御部 51 は、エネルギーコントローラ 10 に接続されているネットワーク家電 11 a ~ 11 c の各機器の消費電力情報を問い合わせ、取得する機能を有する。問い合わせ方法としては、可視化制御部 51 は、ネットワーク家電に消費電力問い合わせを行い、ネットワーク家電から消費電力情報の応答を受信する。これを接続されているネットワーク家電 11 a ~ 11 c に順番に行うポーリング方法がある。

[0119] 電力可視化記憶部 52 は、可視化制御部 51 で取得したネットワーク家電ごとの消費電力を含む電力可視化テーブル 52 a を記憶している記憶部であ

る。なお、電力可視化テーブル 5 2 a の詳細は、図 8 にて後述する。

[0120] 閾値監視部 5 3 は、電力管理テーブル 2 5 a から総消費電力値を取得して、総消費電力値が指定されたピーク抑制閾値に到達するか否かを監視する機能を有する。総消費電力値がピーク抑制閾値を超えた場合、ピークカットが実行される。

[0121] ピークカット制御部 5 4 は、ピークカットを行う機能を有する。ピークカットとは、例えば、照明やテレビなどの家電機器の電源を OFF する、エアコンの設定温度を変更する、エアコンの強風モードを節電モードに変更する、照明の照度を下げるなどで総消費電力を抑えることを目的とする。ピークカット制御部 5 4 は、電力可視化テーブル 5 2 a を参照して、ピーク抑制を行う機器を選択して、実行する。

[0122] 図 8 は、図 7 に示した電力可視化テーブル 5 2 a のメモリ構造の一例を示す図である。電力可視化テーブル 5 2 a には、「品名（型番）」、「機器アドレス」、「現状消費電力（W）」、「ピーク抑制情報」などの情報が記憶されている。

[0123] 品名（型番）や機器アドレスは、図 4 に示す家電特性テーブル 2 4 a の品名（型番）や機器アドレスと同じであるため、説明を省略する。

[0124] 現状消費電力とは、可視化制御部 5 1 がポーリングで収集したネットワーク家電ごとの消費電力である。

[0125] ピーク抑制情報には、ピーク抑制の可否、ピーク抑制の種別がある。ピーク抑制の可否が「可」とは、ピーク抑制可能な機器を意味し、ピーク抑制の可否が「否」とは、ピーク抑制できない機器を意味する。また、ピーク抑制の種別とは、ピーク抑制を行うための手段を意味する。

[0126] 図 9 は、本発明の実施の形態 1 におけるネットワーク家電 1 1 a、1 1 b、1 1 c の機能構成の一例を示すブロック図である。図 9 において、図 2 と同じ構成要素については同じ符号を用い、説明を省略する。

[0127] 同図に示すように、ネットワーク家電 1 1 a、1 1 b、1 1 c のそれぞれは、無線通信 I F 6 1 及びピーク抑制部 6 2 を備えている。

- [0128] 無線通信 I F 6 1 は、データの変調、復調の機能、メディアアクセス制御の機能、フレーム生成機能などを有する。無線通信 I F 6 1 の一例として、I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 の物理層 (P h y s i c a l L a y e r) 及び M A C 層 (M e d i a A c c e s s C o n t r o l L a y e r) の機能がある。なお、無線通信 I F 6 1 の詳細は、図 1 0 にて後述する。
- [0129] ピーク抑制部 6 2 は、エネルギーコントローラ 1 0 の可視化制御部 5 1 による消費電力情報の問い合わせ要求に対して、現状の消費電力を返答する機能を有する。また、ピーク抑制部 6 2 は、エネルギーコントローラ 1 0 のピークカット制御部 5 4 からのピークカット実行の命令に応じて、電源 O F F や室温変更などのピークカットの操作を実行する機能を有する。
- [0130] 図 1 0 は、図 9 における無線通信 I F 6 1 の詳細な機能構成を示すブロック図である。図 1 0 において、図 3 に示された無線通信 I F 2 2 と同じ構成要素については同じ符号を用い、説明を省略する。
- [0131] 同図に示すように、無線通信 I F 6 1 は、無線通信 I F 2 2 が有する構成要素と同じ構成要素である無線送信部 3 1、無線受信部 3 2、メモリ 3 5、インタフェース 3 6、送信バッファ 3 7 及び受信バッファ 3 8 の他に、ビーコン解析部 6 5 及びスリープ管理部 6 6 を備えている。
- [0132] ビーコン解析部 6 5 は、エネルギーコントローラ 1 0 から送信されたビーコンフレームを受信して解析する機能を有する。具体的には、ビーコン解析部 6 5 は、ビーコンフレームに示される D a t a P e n d i n g の有無を解析する。ビーコン解析部 6 5 は、自局宛の P e n d i n g D a t a が含まれる場合、データリクエストフレームを生成して、エネルギーコントローラ 1 0 に送信する。
- [0133] スリープ管理部 6 6 は、ビーコン解析部 6 5 のビーコンフレーム解析結果より、アクティブ期間の長さ、次のビーコンフレームの送信時間を確認して、スリープ状態、起動状態を管理する。
- [0134] 図 1 1 は、本発明の実施の形態 1 における省電力制御部 2 3 によるビーコン周期の変更方法の動作を示すフローチャートである。

- [0135] 同図に示すように、まず、省電力制御部 23 の電力差分算出部 46 は、電力消費機器への供給可能電力値と、電力消費機器の総消費電力値との差分電力値を計算する (S801)。
- [0136] その後、ビーコン周期算出部 47 は、家電特性テーブル 24a より、電力消費機器の総消費電力値の変化率として、最大変化率の最大値を取得する (S802)。
- [0137] その後、ビーコン周期算出部 47 は、上記式 1 に基づいて、当該差分電力値を当該最大変化率の最大値で除算することにより、ビーコン周期を算出する (S803)。
- [0138] その後、ビーコン周期算出部 47 は、算出したビーコン周期を、無線通信 IF22 のメモリ 35 に設定更新することで、ビーコン周期を変更する (S804)。
- [0139] 以上のように、省電力制御部 23 は、電力消費機器への供給可能電力値と電力消費機器の総消費電力値との差分電力値が大きいほど、ビーコン周期が長くなるように、当該ビーコン周期を決定する。
- [0140] そして、無線通信 IF22 は、ビーコン周期に基づいて、ビーコン周期を示す情報などを含むビーコン信号を、ネットワーク家電 11a~11c に送信する (S805)。これにより、ネットワーク家電 11a~11c は、当該ビーコン周期に基づいて、次のビーコン信号を受信するときに起動状態になっているように、スリープ状態と起動状態とを切り替える。
- [0141] 図 12 は、本発明の実施の形態 1 における宅内における総消費電力 1031 の時間変動の一例を示す図である。
- [0142] 同図に示す最大使用可能電力値 1032 は、例えば分電盤のブレーカーの許容量 (分電盤供給能力値)、電力会社からの供給量、電気料金変動境界値、太陽光発電装置、風力発電や燃料電池装置による自家発電供給量などである。ここでは、最大使用可能電力値 1032 は、自家発電供給量とする。
- [0143] ピーク抑制閾値 1033 は、最大使用可能電力値 1032 よりも小さい値に設定され、ピーク抑制部 26 の閾値監視部 53 で監視される閾値である。

総消費電力１０３１がピーク抑制閾値１０３３を超えると、ピーク制御が働き、総消費電力１０３１が低下する。

[0144] 図１２において、時間Ｔ３と時間Ｔ４とを比較する。時間Ｔ３での総消費電力１０３１は、時間Ｔ４での総消費電力１０３１より低い。すなわち、差分電力値は、時間Ｔ３時点の方が時間Ｔ４時点よりも大きい。このため、本発明の実施の形態１のビーコン周期の変更方法によると、時間Ｔ３時点でのビーコン周期が時間Ｔ４時点でのビーコン周期よりも長くなる。

[0145] これは、時間Ｔ３の方が差分電力値にゆとりがあるため、ビーコン周期を長く、つまりスリープ時間を長く設定でき、低消費電力化が期待できる。逆に時間Ｔ４では差分電力値にゆとりがないため、ビーコン周期を短く、つまりスリープ時間を短く設定して、ピーク抑制の要求に瞬時に対応できるようになっている。

[0146] 図１３は、本発明の実施の形態１におけるピーク抑制部２６によるピーク抑制の動作を示すフローチャートである。

[0147] 同図に示すように、まず、閾値監視部５３は、総消費電力１０３１とピーク抑制閾値１０３３とを比較監視する（Ｓ８０６）。

[0148] ここで、総消費電力１０３１がピーク抑制閾値１０３３を超えると（Ｓ８０６でＹｅｓ）、ピークカット制御部５４は、電力可視化テーブル５２ａを参照して、ピーク抑制可の機器があるか調べる（Ｓ８０７）。なお、総消費電力１０３１がピーク抑制閾値１０３３を超えていなければ（Ｓ８０６でＮｏ）、再度閾値監視部５３が、総消費電力１０３１とピーク抑制閾値１０３３とを比較監視する（Ｓ８０６）。

[0149] ピークカット制御部５４は、ピーク抑制可の機器が存在すれば（Ｓ８０７でＹｅｓ）、ピーク抑制対象の家電機器とその種別を選択する（Ｓ８０８）。なお、ピーク抑制可の機器が存在しなければ（Ｓ８０７でＮｏ）、再度、閾値監視部５３が総消費電力１０３１とピーク抑制閾値１０３３とを比較監視する（Ｓ８０６）。

[0150] その後、ピークカット制御部５４は、家電機器を遠隔操作してピークカッ

トを実行する（S809）。

- [0151] 本実施の形態1によると、接続されている家電機器の消費電力の変化率特性、及び自家発電供給量と総消費電力量との差分電力値を考慮して、ビーコン周期を算出する。
- [0152] 通常、エネルギーコントローラ10は、差分電力値を使い切る前にピークカット実行の制御コマンドをネットワーク家電11a～11cに送信する必要がある。制御コマンドの送信には、エネルギーコントローラ10は、データペンディングを付加したビーコン送信が必要である。つまり、本実施の形態1のように差分電力値と家電機器の消費電力変化率とを考慮してビーコン周期を算出することは、エネルギーコントローラ10にとって、差分電力値を使い切る前にビーコンの送信周期が必ず来ることを意味する。これにより、ピークカットの命令制御に遅れが発生しないようにビーコン周期が設定される。また差分電力値が大きい場合、ビーコン周期が長く設定されるため、低消費電力化が実現できる。
- [0153] つまり、エネルギーコントローラ10は、電力消費機器への供給可能電力値と電力消費機器の総消費電力値との差分電力値が大きいほど、長くなるように決定されたビーコン周期を示す情報を含むビーコン信号を、無線端末装置であるネットワーク家電11a～11cに送信する。すなわち、残りの使用可能な電力情報に基づいて、ビーコン周期を算出する。その結果、総消費電力値が供給可能電力値を超えないように制御するピーク抑制が、遅延なく実行制御されると共に、かつ差分電力値が大きい場合はビーコン周期が長く設定される。そして、ビーコン周期が長く設定されれば、無線端末装置が長い間スリープ状態を維持することができる。
- [0154] また、エネルギーコントローラ10は、発電電力値及び蓄積電力値の総和から総消費電力値を差し引いた差分電力値が大きいほどビーコン周期が長くなるように、ビーコン周期を決定する。つまり、自宅や地域で発電、蓄積した電力値から総消費電力を差し引いた電力値、すなわち電力会社の商用電力系統から電力購入せずに、自己発電、自己蓄積で使用可能な残りの電力情報

に基づいて、ビーコン周期を算出する。その結果、総消費電力値が現状の発電電力値及び蓄積電力値の総和を超えないように制御するピーク抑制が、遅延なく実行制御される。と共に、かつ差分電力値が大きい場合はビーコン周期が長く設定される。

[0155] また、エネルギーコントローラ 10 は、電気料金変動境界値から総消費電力値を差し引いた差分電力値が大きいほどビーコン周期が長くなるように、ビーコン周期を決定する。つまり、電力会社の契約電気料金変動境界値の電力情報から総消費電力を差し引いた電力値、すなわち現状の契約電気料金で利用可能な電力情報に基づいて、ビーコン周期を算出する。その結果、総消費電力値が現状の契約電気料金境界値を超えないように制御するピーク抑制が、遅延なく実行制御されると共に、かつ差分電力値が大きい場合はビーコン周期が長く設定される。

[0156] また、制御局としてのエネルギーコントローラ 10 は、分電盤供給能力値から総消費電力値を差し引いた差分電力値が大きいほどビーコン周期が長くなるように、ビーコン周期を決定する。つまり、分電盤の供給能力電力、例えば、分電盤のブレーカー（遮断器）の限度値から総消費電力を差し引いた電力値、すなわち現状の分電盤の供給可能な電力情報に基づいて、ビーコン周期を算出する。その結果、総消費電力値が現状の分電盤の供給能力限度値を超えないように制御するピーク抑制が、遅延なく実行制御されると共に、かつ差分電力値が大きい場合はビーコン周期が長く設定される。

[0157] また、エネルギーコントローラ 10 は、消費電力値の変化率に基づいて算出される総消費電力値の変化率で差分電力値を除算した値をビーコン周期として算出することで、ビーコン周期を決定する。これにより、総消費電力値が供給可能電力値を超えないように、ビーコン周期を正確に算出することができる。

[0158] 以上のことから、本実施の形態 1 に係るエネルギーコントローラ 10 によれば、データの規則性のないピーク抑制などのアプリケーションにおいても、無線端末装置の低消費電力化とリアルタイム性の両立を実現することがで

きる。

[0159] (実施の形態 2)

上記実施の形態 1 では、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値と、家電機器の消費電力の変化率特性とからビーコン周期を算出して、ビーコン周期を制御した。その結果、ピーク抑制までの差分電力値が大きい場合はビーコン周期を長く設定して、低消費電力を実現し、ピーク抑制までの差分電力値が小さい場合はビーコン周期を短く設定して、ピーク抑制の要求に瞬時に対応可能となる。

[0160] 一方、本実施の形態 2 では、ビーコン周期を算出した後、保持するビーコンテーブルのビーコン値と比較して、ビーコン周期を決定する。その結果、IEEE 802.15.4 のように、ビーコン周期が数種類のパターンに決められているシステムにおいて、ビーコン周期を動的に変更することが可能となる。

[0161] 本実施の形態 2 におけるネットワーク構成は、実施の形態 1 の図 1 でのネットワーク構成と同様であり、ここでは説明を省略する。

[0162] 図 15 は、本発明の実施の形態 2 におけるエネルギーコントローラ 10 の機能構成の一例を示したブロック図である。図 2 で述べた実施の形態 1 のエネルギーコントローラ 10 の各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。

[0163] 同図に示すように、実施の形態 2 におけるエネルギーコントローラ 10 は、実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラ 10 が有する構成要素と同じ構成要素である無線通信 IF 22、機器特性記憶部 24、電力管理記憶部 25 及びピーク抑制部 26 の他に、省電力制御部 71 を備えている。

[0164] 省電力制御部 71 は、省電力を実現するための機能を有する。詳細には、省電力制御部 71 は、機器特性記憶部 24 に記憶されている家電特性テーブル 24a、電力管理記憶部 25 に記憶されている電力管理テーブル 25a、及び省電力制御部 71 がメモリに記憶しているビーコンテーブル 72a の情報を基に、ビーコン周期を算出して、ビーコン周期を変更する機能を有する

。

[0165] 図16は、図15に示した省電力制御部71の詳細な機能構成を示すブロック図である。図6で述べた省電力制御部23が備える各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。

[0166] 同図に示すように、省電力制御部71は、省電力制御部23が有する構成要素と同じ構成要素である電力差分算出部46及びビーコン周期算出部47の他に、送信周期パターン記憶部72及びビーコン周期選択部73を備えている。

[0167] 送信周期パターン記憶部72は、無線ネットワークシステムで設定可能なビーコン周期のパターンを含むビーコンテーブル72aを記憶している。

[0168] 図17は、ビーコンテーブル72aのメモリ構造の一例を示す図である。図17では、ビーコンテーブル72aが8種類のビーコン周期を保持する一例である。最短のビーコン周期は15msec、最長のビーコン周期は120000msec(=2min)である。

[0169] 図16に戻り、ビーコン周期選択部73は、ビーコン周期算出部47で算出したビーコン周期とビーコンテーブル72aのビーコンパターンとを比較して、ビーコン周期を選択する機能を有する。なお、ビーコン周期算出部47は、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値が大きいほどビーコン周期が長くなるようなビーコン周期を算出している。

[0170] ビーコン周期選択部73がビーコン周期を選択する一例として、実施の形態1の例と同様にビーコン周期算出部47で6secのビーコン周期が算出された場合、算出されたビーコン周期(6sec=6000msec)以下で、かつビーコンパターンの中の最長値をビーコン周期として選択する方法がある。図17のビーコンテーブル72aでは、パターン5の5000msec(=5sec)がビーコン周期として選択される。

[0171] ビーコン周期選択部73は、この選択したビーコン周期を無線通信IF22のメモリ35に記憶させる。以上により、無線ネットワークのビーコン周期を決められた種類の中で動的に変更することを実現する。

- [0172] 以上のように、省電力制御部 71 は、差分電力値が大きいほどビーコン周期が長くなるようなビーコン周期を算出し、ビーコンパターンの中から、算出したビーコン周期以下でありかつビーコンパターンの中で最長のビーコン周期を選択する。
- [0173] なお、本実施の形態 2 におけるネットワーク家電 11a、11b、11c の機能ブロックは、実施の形態 1 の図 9 と同様であり、ここでは説明を省略する。
- [0174] 図 18 は、本発明の実施の形態 2 における省電力制御部 71 によるビーコン周期の変更方法の動作を示すフローチャートである。なお、本処理において、図 18 の S801～S803 及び S804～S805 までの各処理は、図 11 で述べた S801～S803 及び S804～S805 までの各処理と同じ処理を行うため、ここでは詳細な説明を省略する。
- [0175] 同図に示すように、まず、省電力制御部 71 の電力差分算出部 46 は、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値を計算する (S801)。その後、ビーコン周期算出部 47 は、家電特性テーブル 24a より、電力消費機器の総消費電力値の変化率として、最大変化率の最大値を取得する (S802)。その後、ビーコン周期算出部 47 は、上記式 1 に基づいて、ビーコン周期を算出する (S803)。
- [0176] その後、ビーコン周期選択部 73 は、ビーコンテーブル 72a を参照し (S811)、ビーコンテーブル 72a のビーコンパターンの中から、ビーコン周期算出部 47 が算出したビーコン周期より短く、かつ最もビーコン周期の長い値を選択する (S812)。
- [0177] その後、ビーコン周期選択部 73 は、選択したビーコン周期を、無線通信 IF22 のメモリ 35 に設定更新することで、ビーコン周期を変更する (S804)。その後、無線通信 IF22 は、ビーコン周期に基づいて、ビーコン周期を示す情報などを含むビーコン信号を、ネットワーク家電 11a～11c に送信する (S805)。
- [0178] 本実施の形態 2 によると、接続されている家電機器の消費電力の変化率特

性、及び供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値を考慮して、差分電力値が大きいほど長くなるようなビーコン周期を算出する。さらに、無線ネットワークシステムにおいてビーコン周期のパターンが定められている場合に、算出したビーコン周期と定められたビーコン周期のパターンとを比較して、当該パターンの中から、算出したビーコン周期以下でありかつ当該パターンの中で最長のビーコン周期を選択する。その結果、IEEE 802.15.4規格のようなビーコン周期が数種類定められている無線ネットワークシステムにおいても、差分電力値が大きいときはビーコン周期が長く設定され、低消費電力化を実現でき、また差分電力値が小さいときはビーコン周期が短く設定され、ピーク抑制の要求に即時に対応可能となる。

[0179] (実施の形態3)

上記実施の形態1では、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値と、家電機器の消費電力の変化率特性とに基づいてビーコン周期を算出して、ビーコン周期を制御した。その結果、ピーク抑制までの差分電力値が大きい場合はビーコン周期を長く設定して、低消費電力を実現し、ピーク抑制までの差分電力値が小さい場合はビーコン周期を短く設定して、ピーク抑制の要求に瞬時に対応可能となる。

[0180] 一方、本実施の形態3では、ビーコン周期を算出した後、無線ネットワークシステムで利用するアプリケーションの許容遅延時間を比較して、ビーコン周期を決定する。その結果、アプリケーションの許容遅延時間を超えてビーコン周期を設定することを防ぎ、アプリケーションの許容時間を満たすことが可能となる。

[0181] 本実施の形態3におけるネットワーク構成は、実施の形態1の図1でのネットワーク構成と同様であり、ここでは説明を省略する。

[0182] 図19は、本発明の実施の形態3におけるエネルギーコントローラ10の機能構成の一例を示したブロック図である。図2で述べた実施の形態1のエネルギーコントローラ10の各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。

- [0183] 同図に示すように、実施の形態 3 におけるエネルギーコントローラ 10 は、実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラ 10 が有する構成要素と同じ構成要素である無線通信 I F 22、機器特性記憶部 24、電力管理記憶部 25 及びピーク抑制部 26 の他に、省電力制御部 81 を備えている。
- [0184] 省電力制御部 81 は、省電力を実現するための機能を有する。詳細には、省電力制御部 81 は、機器特性記憶部 24 に記憶されている家電特性テーブル 24a、電力管理記憶部 25 に記憶されている電力管理テーブル 25a、及び省電力制御部 81 がメモリに記憶しているアプリ許容遅延テーブル 82a の情報を基に、ビーコン周期を算出して、ビーコン周期を変更する機能を有する。
- [0185] 図 20 は、図 19 に示した省電力制御部 81 の詳細な機能機構を示すブロック図である。図 6 で述べた省電力制御部 23 が備える各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。
- [0186] 同図に示すように、省電力制御部 81 は、省電力制御部 23 が有する構成要素と同じ構成要素である電力差分算出部 46 及びビーコン周期算出部 47 の他に、アプリ許容遅延記憶部 82 及びビーコン周期比較部 83 を備えている。
- [0187] アプリ許容遅延記憶部 82 は、無線ネットワークシステムで利用される複数アプリケーションのそれぞれの許容遅延時間を含むアプリ許容遅延テーブル 82a を記憶している。つまり、アプリ許容遅延テーブル 82a には、予め定められたアプリケーションを実行する際に許容できる遅延時間である許容遅延時間が記憶されている。
- [0188] 図 21 は、アプリ許容遅延テーブル 82a のメモリ構造の一例を示す図である。図 21 では、「消費電力の見える化」と「ピーク抑制」の 2 種類のアプリケーションの許容遅延時間を保持する一例を示している。消費電力の見える化の許容遅延時間は 5000 msec、ピーク抑制の許容遅延時間は 500 msec である。
- [0189] 図 20 に戻り、ビーコン周期比較部 83 は、ビーコン周期算出部 47 で算

出したビーコン周期とアプリ許容遅延テーブル 8 2 a の許容遅延時間とを比較して、ビーコン周期を決定する機能を有する。なお、ビーコン周期算出部 4 7 は、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値が大きいほどビーコン周期が長くなるようなビーコン周期を算出している。

[0190] 例えば、ビーコン周期比較部 8 3 がビーコン周期を決定する一例として、アプリ許容遅延テーブル 8 2 a の最短の許容遅延時間と算出されたビーコン周期とを比較して、短い方の値をビーコン周期として決定する方法がある。図 2 1 のアプリ許容遅延テーブル 8 2 a では、ピーク抑制の許容遅延時間が 5 0 0 m s e c で最短である。また実施の形態 1 の例と同様にビーコン周期算出部 4 7 で 6 s e c のビーコン周期が算出された場合、算出されたビーコン周期（6 s e c）とピーク抑制の許容遅延時間 5 0 0 m s e c を比較して、短い方の 5 0 0 m s e c がビーコン周期として決定される。

[0191] ビーコン周期比較部 8 3 は、この決定したビーコン周期を無線通信 I F 2 2 のメモリ 3 5 に記憶させる。以上により、無線ネットワークの複数アプリケーションの許容遅延時間を満たす範囲でビーコン周期を決定して、ビーコン周期を動的に変更することを実現する。

[0192] 以上のように、省電力制御部 8 1 は、差分電力値が大きいほどビーコン周期が長くなるようなビーコン周期を算出し、算出したビーコン周期が、アプリ許容遅延記憶部 8 2 が記憶している許容遅延時間の中で最短値の許容遅延時間よりも長い場合は、当該最短値の許容遅延時間をビーコン周期として決定し、算出したビーコン周期が当該最短値の許容遅延時間以下の場合は、算出したビーコン周期を、ビーコン信号に含めて送信するビーコン周期と決定する。

[0193] なお、本実施の形態 3 におけるネットワーク家電 1 1 a、1 1 b、1 1 c の機能ブロックは、実施の形態 1 の図 9 と同様であり、ここでは説明を省略する。

[0194] 図 2 2 は、本発明の実施の形態 3 における省電力制御部 8 1 によるビーコン周期の変更方法の動作を示すフローチャートである。なお、本処理におい

て、図 22 の S 8 0 1 ~ S 8 0 3 及び S 8 0 4 ~ S 8 0 5 までの各処理は、図 1 1 で述べた S 8 0 1 ~ S 8 0 3 及び S 8 0 4 ~ S 8 0 5 までの各処理と同じ処理を行うため、ここでは詳細な説明を省略する。

- [0195] 同図に示すように、まず、省電力制御部 8 1 の電力差分算出部 4 6 は、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値を計算する (S 8 0 1)。その後、ビーコン周期算出部 4 7 は、家電特性テーブル 2 4 a より、電力消費機器の総消費電力値の変化率として、最大変化率の最大値を取得する (S 8 0 2)。その後、ビーコン周期算出部 4 7 は、上記式 1 に基づいて、ビーコン周期を算出する (S 8 0 3)。
- [0196] その後、ビーコン周期比較部 8 3 は、アプリ許容遅延テーブル 8 2 a からアプリケーションの最短許容遅延時間を取得する (S 8 1 5)。その後、ビーコン周期比較部 8 3 は、当該最短許容遅延時間とビーコン周期算出部 4 7 が算出した算出ビーコン周期とを比較する (S 8 1 6)。
- [0197] ビーコン周期比較部 8 3 は、算出ビーコン周期が最短許容遅延時間よりも短いと判断した場合 (S 8 1 6 で Y e s)、決定するビーコン周期を当該算出ビーコン周期の値とする (S 8 1 7)。
- [0198] 逆に、ビーコン周期比較部 8 3 は、最短許容遅延時間が算出ビーコン周期よりも短いと判断した場合 (S 8 1 6 で N o)、決定するビーコン周期を最短許容遅延時間の値とする (S 8 1 8)。
- [0199] その後、ビーコン周期比較部 8 3 は、決定したビーコン周期を、無線通信 I F 2 2 のメモリ 3 5 に設定更新することで、ビーコン周期を変更する (S 8 0 4)。その後、無線通信 I F 2 2 は、ビーコン周期に基づいて、ビーコン周期を示す情報などを含むビーコン信号を、ネットワーク家電 1 1 a ~ 1 1 c に送信する (S 8 0 5)。
- [0200] 本実施の形態 3 によると、接続されている家電機器の消費電力の変化率特性、及び供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値を考慮して、差分電力値が大きいほど長くなるようなビーコン周期を算出する。さらに、無線ネットワークシステムのアプリケーションで要求される許容遅延時間と算出し

たビーコン周期とを比較して、算出したビーコン周期が許容遅延時間の中で最短値の許容遅延時間よりも長い場合は、最短値の許容遅延時間をビーコン周期として決定する。その結果、許容遅延時間の異なる複数アプリケーションが動作する通信ネットワークシステムにおいて、アプリケーションの許容遅延時間より長いビーコン周期が設定されないため、差分電力値が大きいときは、アプリケーションの許容遅延時間を満たすようにビーコン周期が設定され、低消費電力化を実現でき、また差分電力値が小さいときはビーコン周期が短く設定され、ピーク抑制の要求に即時に対応可能となる。

[0201] (実施の形態 4)

上記実施の形態 1 では、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値と、家電機器の消費電力の変化率特性とに基づいてビーコン周期を算出して、ビーコン周期を制御した。その結果、ピーク抑制までの差分電力値が大きい場合はビーコン周期を長く設定して、低消費電力を実現し、ピーク抑制までの差分電力値が小さい場合はビーコン周期を短く設定して、ピーク抑制の要求に瞬時に対応可能となる。

[0202] また、上記実施の形態 2 では、ビーコン周期を算出した後、保持するビーコンテーブルのビーコン値と比較して、ビーコン周期を決定した。その結果、IEEE 802.15.4 のように、ビーコン周期が数種類のパターンに決められているシステムにおいて、ビーコン周期を動的に変更することが可能となる。

[0203] また、上記実施の形態 3 では、ビーコン周期を算出した後、算出したビーコン周期と無線ネットワークシステムで利用するアプリケーションの許容遅延時間とを比較して、ビーコン周期を決定した。その結果、アプリケーションの許容遅延時間を超えてビーコン周期を設定することを防ぎ、アプリケーションの許容時間を満たすことが可能となる。

[0204] 一方、本実施の形態 4 では、実施の形態 1、実施の形態 2 及び実施の形態 3 と異なり、ビーコンフレームを利用せずに、無線制御局と無線端末装置との起動状態とスリープ状態とを制御するデータ（以下、アウェイクデータと

称する)を利用して、アウェイクデータの送信周期を制御する。なお、アウェイクデータは、請求の範囲に記載の「アウェイク信号」に相当する。

[0205] そして、その結果、ビーコンフレームを利用しない無線ネットワークシステムにおいても、アウェイクデータを利用することで、ピーク抑制までの差分電力値が大きい場合はアウェイクデータの送信周期を長く設定して、低消費電力を実現し、ピーク抑制までの差分電力値が小さい場合はアウェイクデータの送信周期を短く設定して、ピーク抑制の要求に瞬時に対応可能となる。

[0206] 本実施の形態4におけるネットワーク構成は、実施の形態1の図1でのネットワーク構成と同様であり、ここでは説明を省略する。

[0207] 本実施の形態4では、ビーコンフレームを使用しない。このため、図44に示すようなアクティブ期間1007と非アクティブ期間1008の概念がなく、図23に示すように、すべての時間がアクセス期間となる。アクセス期間は、無線制御局と無線端末装置とがCSMAなどのアクセス制御を用いて通信する期間である。ここで、図23は、本発明の実施の形態4におけるアクセス期間と時間との関係を示した図である。

[0208] 図24は、実施の形態4におけるビーコンフレームを用いず代わりにアウェイクデータを用いて、無線制御局の機能を有するエネルギーコントローラ10が無線端末装置の機能を有するネットワーク家電11aへデータ通信するシーケンスの一例を示すフローチャートである。

[0209] アウェイクデータには次のアウェイクデータ送信までの時間情報が含まれており、無線端末装置は必ずこのアウェイクデータを受信するものとする。なお、同図において、図45に示された処理と同様の処理を行うステップについては、同じ番号を付与する。

[0210] まず、同図に示すように、エネルギーコントローラ10は、ネットワーク家電11aへ送信すべきデータが発生する(S1010)と、そのデータをバッファリングする。

[0211] そして、エネルギーコントローラ10は、前回送信したアウェイクデータ

に含まれる次のアウェイクデータ送信までの時間情報に基づいて、アウェイクフレームを生成（S 1 1 0 0）して、アウェイクデータを送信する（S 1 1 0 1）。

[0212] ネットワーク家電 1 1 a は、アウェイクデータを受信するタイミングでスリープ状態から起動状態に変わり、アウェイクデータを受信する（S 1 1 0 1）。

[0213] そして、ネットワーク家電 1 1 a は、アウェイクデータを解析（S 1 1 0 2）して、次のアウェイクデータの送信時間を確認する。

[0214] その後、ネットワーク家電 1 1 a は、エネルギーコントローラ 1 0 にバッファリングされているデータがあるか否かを確認するために、データリクエストを送信する（S 1 0 1 3）。

[0215] エネルギーコントローラ 1 0 は、ネットワーク家電 1 1 a 宛のデータをバッファリングしていれば、当該データをネットワーク家電 1 1 a に送信する（S 1 0 1 4）。

[0216] そして、ネットワーク家電 1 1 a は、到達確認信号である A C K をエネルギーコントローラ 1 0 に返送する（S 1 0 1 5）。

[0217] 逆に、エネルギーコントローラ 1 0 は、データリクエストを受信（S 1 0 1 3）した後、ネットワーク家電 1 1 a 宛のバッファリングデータがなければ、その旨を付加した A C K をネットワーク家電 1 1 a に通知する。

[0218] 以上のように、ネットワーク家電 1 1 a は、定期的送信されるアウェイクデータを受信するタイミングで、スリープ状態から起動状態に変わり、エネルギーコントローラ 1 0 にデータを問い合わせた後、データを受け取り、再び次のアウェイクデータ受信のタイミングまでスリープ状態に入る。一方、ネットワーク家電 1 1 a は、受け取るデータがなければ、直ちに次にアウェイクデータ受信のタイミングまでスリープ状態に入る。こうした動作により、ネットワーク家電 1 1 a の低消費電力化を実現することができる。

[0219] 図 2 5 は、本発明の実施の形態 4 におけるエネルギーコントローラ 1 0 の機能構成の一例を示したブロック図である。図 2 で述べた実施の形態 1 のエ

エネルギーコントローラ 10 の各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。

[0220] 同図に示すように、実施の形態 4 におけるエネルギーコントローラ 10 は、実施の形態 1 におけるエネルギーコントローラ 10 が有する構成要素と同じ構成要素である機器特性記憶部 24、電力管理記憶部 25 及びピーク抑制部 26 の他に、省電力制御部 91 及び無線通信 I F 92 を備えている。

[0221] 無線通信 I F 92 は、ビーコン信号の送信周期に応じた周期でネットワーク家電 11 a ~ 11 c を起動状態にさせるために、アウェイクデータの送信周期を示す情報を含むアウェイクデータを、ネットワーク家電 11 a ~ 11 c に送信する。具体的には、無線通信 I F 92 は、データの変調、復調の機能、メディアアクセス制御、フレーム生成などの機能を有する。

[0222] 無線通信 I F 92 の一例として、IEEE 802. 15. 4 の物理層 (Physical Layer) 及び MAC 層 (Media Access Control Layer) の機能がある。なお、無線通信 I F 92 の詳細は、図 26 にて後述する。無線通信 I F 92 は、請求の範囲に記載の「通信インタフェース部」に包含される。

[0223] 省電力制御部 91 は、省電力を実現するための機能を有する。詳細には、省電力制御部 91 は、機器特性記憶部 24 に記憶されている家電特性テーブル 24 a、電力管理記憶部 25 に記憶されている電力管理テーブル 25 a の情報を基に、アウェイクデータの送信周期を算出して、アウェイクデータを生成する機能を有する。なお、省電力制御部 91 の詳細は、図 27 にて後述する。

[0224] 図 26 は、図 25 に示した無線通信 I F 92 の詳細な機能構成を示すブロック図である。図 26 において、図 3 と同じ構成要素については同じ符号を用い、説明を省略する。

[0225] 同図に示すように、図 26 に示した無線通信 I F 92 の構成要素と図 3 に示した無線通信 I F 22 の構成要素との差異は、無線通信 I F 92 にはビーコン生成部 33 が含まれないことである。

- [0226] 図 27 は、図 25 に示した省電力制御部 91 の詳細な機能構成を示すブロック図である。図 6 で述べた省電力制御部 23 の各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。
- [0227] 同図に示すように、省電力制御部 91 は、省電力制御部 23 が有する構成要素と同じ構成要素である電力差分算出部 46 の他に、アウェイクデータ生成部 93 を備えている。
- [0228] アウェイクデータ生成部 93 は、電力消費機器の消費電力値の変化率に基づいて算出される総消費電力値の変化率で、供給可能電力値から総消費電力値を差し引いた差分電力値を除算した値を、アウェイクデータの送信周期として算出する機能を有する。
- [0229] 具体的には、アウェイクデータ生成部 93 は、すべての電力消費機器の消費電力値のうちの最大の変化率を当該総消費電力値の変化率として、電力差分算出部 46 で取得した差分電力値と図 4 に示した家電特性テーブル 24a の最大変化率とに基づいて、アウェイクデータの送信周期を算出する。つまり、家電特性テーブル 24a の最大変化率は、記憶されている家電機器の中で最大値の最大変化率が選択される。
- [0230] 図 4 の場合、電子レンジの $800\text{W}/\text{sec}$ が他の機器に比べて、最大の最大変化率となる。ここで、アウェイクデータの送信周期の算出方法は、以下となる。
- [0231] アウェイクデータ送信周期 = 差分電力値 / 変化率 (式 2)
- [0232] 例えば、差分電力値が 4800W 、変化率が $800\text{W}/\text{sec}$ の場合、アウェイクデータ送信周期は 6sec ($=4800/800$) となる。アウェイクデータ生成部 93 は、この算出したアウェイクデータ送信周期を、無線通信 IF 92 のメモリ 35 に記憶させる。
- [0233] 以上により、無線ネットワークのアウェイクデータの送信周期を動的に変更することを実現する。
- [0234] なお、総消費電力値の変化率の算出方法として、家電特性テーブル 24a の最大変化率の最大値だけでなく、当該最大値から 3 台までの最大変化率の

和とすることなども可能である。例えば、図4では、電子レンジ、湯沸かしポット、エアコンが選択され、その和は1400 (w/sec) (=800 + 400 + 200) となる。これは電子レンジ、湯沸かしポット、エアコンが同時に動き出した場合に発生し得る消費電力の変化率を意味する。

[0235] この場合のアウェイクデータの送信周期を算出すると、アウェイクデータ送信周期は3428 msec ($\div 4800 / 1400$) となる。

[0236] 図28は、本実施の形態4におけるネットワーク家電11a、11b、11cの機能構成の一例を示したブロック図である。図28において、図9及び図25と同じ構成要素については同じ符号と用い、説明を省略する。

[0237] 同図に示すように、本実施の形態4におけるネットワーク家電11a、11b、11cのそれぞれは、本実施の形態1におけるネットワーク家電11a、11b、11cのそれぞれが有する構成要素と同じ構成要素であるピーク抑制部62の他に、無線通信IF92及び省電力制御部95を備えている。なお、無線通信IF92は、図25に示されたエネルギーコントローラ10が有する無線通信IF92と同じ機能を有するため、詳細な説明は省略する。

[0238] 省電力制御部95は、アウェイクデータを解析する機能を有しており、アウェイクデータに含まれる、次にアウェイクデータを送信する送信時間を認識する。また、省電力制御部95は、アウェイクデータ受信後に、無線通信IF92のメモリ35を制御して、データリクエストをエネルギーコントローラ10へ送信する。また、省電力制御部95は、エネルギーコントローラ10とのデータの送受信がないと判断すると、無線通信IF92のスリープ管理部34を制御して、スリープ状態に遷移して、低消費電力化を実現する。

[0239] 図29は、本発明の実施の形態4におけるエネルギーコントローラ10の省電力制御部91によるアウェイクデータ送信周期の変更方法の動作を示すフローチャートである。

[0240] 同図に示すように、まず、省電力制御部91の電力差分算出部46は、電

力消費機器への供給可能電力値と、電力消費機器の総消費電力値との差分電力値を計算する（S 8 0 1）。

[0241] その後、アウェイクデータ生成部 9 3 は、家電特性テーブル 2 4 a より、電力消費機器の総消費電力値の変化率として、最大変化率の最大値を取得する（S 8 2 0）。

[0242] その後、アウェイクデータ生成部 9 3 は、上記式 2 に基づいて、当該差分電力値を当該最大変化率の最大値で除算することにより、アウェイクデータ送信周期を算出する（S 8 2 1）。

[0243] その後、アウェイクデータ生成部 9 3 は、算出したアウェイクデータ送信周期に基づいて、アウェイクデータを生成して、アウェイクデータを送信する（S 8 2 2）。

[0244] 以上のように、省電力制御部 9 1 は、電力消費機器への供給可能電力値と電力消費機器の総消費電力値との差分電力値が大きいほど、アウェイクデータ送信周期が長くなるように、当該アウェイクデータ送信周期を決定する。

[0245] 本実施の形態によると、ビーコンフレームを用いずに、ビーコンフレームに代わるアプリケーションデータ（アウェイクデータ）を用いて、無線端末装置の低消費電力化を実現する。また、家電機器の消費電力の変化率特性と、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値とを考慮して、アウェイクデータ送信周期を算出する。その結果、ビーコンフレームが利用されない無線ネットワークシステムにおいても、差分電力値が大きいときはアウェイクデータ送信周期が長く設定されて、低消費電力化を実現でき、また差分電力値が小さいときはアウェイクデータ送信周期が短く設定されて、ピーク抑制の要求に即時に対応可能となる。

[0246] （実施の形態 5）

本実施の形態 5 は、上記実施の形態 1、実施の形態 2 及び実施の形態 3 とは異なり、エネルギーコントローラ 1 0 とネットワーク家電 1 1 a ~ 1 1 c とが無線通信ではなく、電力線通信（Power Line Communication：以下、PLC という）で接続されている。その結果、ビー

コン周期の変更方法が無線ネットワークシステムのビーコン周期に限定されずに、PLCネットワークシステムのビーコン周期でも活用可能となる。

[0247] 図30は、本実施の形態5におけるネットワーク構成の一例を示した図である。

[0248] 図30において、エネルギーコントローラ10bは、ネットワーク家電11ab、11bb、11cbと電灯線210で接続されている。また、発電装置13bや蓄電装置14bも、電灯線210を介して、エネルギーコントローラ10bと接続されている。なお、エネルギーコントローラ10bは、請求の範囲に記載の「通信装置」に包含され、ネットワーク家電11ab、11bb、11cbは、請求の範囲に記載の「通信端末装置」に包含される。

[0249] 分電盤12bは、電灯線210を介して各機器に電力を供給しており、宅内の総消費電力量を計測することが可能である。発電装置13bや蓄電装置14bは、エネルギーコントローラ10bと電灯線210で接続されている。また、電灯線210を利用した通信として、PLCがある。

[0250] 発電装置13bは、例えば、太陽光発電（Photovoltaic）、風力発電や燃料電池で発電する装置を示す。蓄電装置14bは、例えば、リチウムイオン電池などの二次電池を示す。発電装置13bで作った余剰電力を蓄電装置14bに蓄えることが可能である。

[0251] ネットワーク家電11ab、11bb、11cbは、通信可能な状態である起動状態と通信不能な状態であるスリープ状態とを繰り返す通信端末装置である。なお、ここでは、ネットワーク家電はネットワーク家電11ab、11bb、11cbの3台であることとするが、ネットワーク家電は3台に限定されず、何台であってもよい。

[0252] エネルギーコントローラ10bは、ネットワーク家電11ab～11cbが起動状態のときに、データの送受信を確立するための信号であるビーコン信号をネットワーク家電11ab～11cbに送信することで、ネットワーク家電11ab～11cbとの間で当該データの送受信を行う。

- [0253] また、エネルギーコントローラ 10 b は、電灯線 210 を介して、総消費電力量を分電盤 12 b から把握したり、発電量を発電装置 13 b から把握したり、蓄電量を蓄電装置 14 b から把握することが可能である。
- [0254] 図 31 は、本発明の実施の形態 5 におけるエネルギーコントローラ 10 b の機能構成の一例を示したブロック図である。図 2 で述べたエネルギーコントローラ 10 の各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。
- [0255] ここで、図 2 に示したエネルギーコントローラ 10 との違いは、本実施の形態 5 におけるエネルギーコントローラ 10 b が、無線通信 IF 22 に代えて PLC 通信 IF 22 b を備えることである。
- [0256] PLC 通信 IF 22 b は、PLC（電力線通信）インタフェースである。なお、PLC 通信 IF 22 b は、請求の範囲に記載の「通信インタフェース部」に相当する。
- [0257] ここで、PLC 通信 IF 22 b の詳細な機能ブロックを図 32 に示す。図 32 は、PLC 通信 IF 22 b の機能構成を示すブロック図である。図 3 で述べた実施の形態 1 における無線通信 IF 22 の各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。
- [0258] 同図に示すように、PLC 通信 IF 22 b は、無線通信 IF 22 が有する構成要素と同じ構成要素であるビーコン生成部 33、スリープ管理部 34、メモリ 35、インタフェース 36、送信バッファ 37 及び受信バッファ 38 の他に、PLC 送信部 31 b 及び PLC 受信部 32 b を備えている。
- [0259] ここで、コンセントプラグ 21 b は、電灯線 210 に接続する差し込みプラグである。
- [0260] PLC 送信部 31 b は、送信バッファ 37 からビーコン信号などのデータを抜き出し、データ信号を変調して、メディアアクセス制御による適切なタイミングで、ビーコン信号などのデータを送信する機能を有する。ここで、PLC 送信部 31 b によって送信されるビーコン信号には、メモリ 35 に記憶されたビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間などの情報が含

まれる。

- [0261] PLC受信部32bは、受信したデータ信号を復調して、受信バッファ38にデータを転送する機能を有する。
- [0262] 図33は、本発明の実施の形態5におけるネットワーク家電11ab、11bb、11cbの機能構成の一例を示したブロック図である。図33に示すネットワーク家電11ab～11cbにおいて、図9に示したネットワーク家電11a～11cと同じ構成要素については同じ符号を用い、説明を省略する。
- [0263] 同図に示すように、ネットワーク家電11ab、11bb、11cbのそれぞれは、ネットワーク家電11a、11b、11cのそれぞれが有する構成要素と同じ構成要素であるピーク抑制部62の他に、PLC通信IF61bを備えている。
- [0264] PLC通信IF61bの詳細な機能ブロック図を図34に示す。図10に示した無線通信IF61及び図32に示したPLC通信IF22bで述べた各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。
- [0265] つまり、図34に示すように、PLC通信IF61bは、無線通信IF61が有する構成要素と同じ構成要素であるメモリ35、インタフェース36、送信バッファ37、受信バッファ38、ビーコン解析部65及びスリープ管理部66と、PLC通信IF22bが有する構成要素と同じ構成要素であるPLC送信部31b及びPLC受信部32bを備えている。
- [0266] 本発明の実施の形態5における省電力制御部23によるビーコン周期の変更方法を示す動作のフローチャートは、実施の形態1の図11と同様であり、説明を省略する。また、ビーコン周期を変更する方法もまた実施の形態1と同様であり、説明を省略する。
- [0267] 本実施の形態5によると、接続されている家電機器の消費電力の変化率特性と、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値とを考慮して、PLCネットワークシステムにおけるビーコン周期を算出する。その結果、無線ネ

ットワークシステムだけでなく、P L Cネットワークシステムにおいても、差分電力値が大きいときはビーコン周期が長く設定されて、低消費電力化を実現でき、また差分電力値が小さいときはビーコン周期が短く設定されて、ピーク抑制の要求に即時に対応可能となる。

[0268] (実施の形態 6)

上記実施の形態 1、実施の形態 2 及び実施の形態 3 では、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値と、家電機器の消費電力の変化率特性とに基づいてビーコン周期を算出、あるいはさらにビーコンテーブルのビーコン値と比較し、あるいはアプリケーションの許容遅延時間と比較して、ビーコン周期を算出した。ここで、これら実施の形態 1～3 の無線ネットワークシステムは、同一周波数チャネルで無線制御局と無線端末装置が通信していた。

[0269] 一方、本実施の形態 6 では、無線制御局が複数の周波数チャネル (channel : 以下、CH という) をホッピングしながら (切り替えながら)、無線端末装置と通信する無線ネットワークシステムを想定したビーコン周期を算出する。また、アクティブ期間、非アクティブ期間もチャネル数に応じて算出する。その結果、複数の周波数チャネルを利用する無線ネットワークシステムでも活用可能となる。

[0270] 図 3 5 は、本実施の形態 6 におけるネットワーク構成の一例を示した図である。図 3 5 において、実施の形態 1 の図 1 でのネットワーク構成と同じ構成要素については同じ符号を用いて、説明を省略する。

[0271] 図 3 5 において、エネルギーコントローラ 100 は、ネットワーク家電 110 a、110 b、110 c と、無線 230 で接続されている。なお、エネルギーコントローラ 100 は、請求の範囲に記載の「通信装置」に包含され、ネットワーク家電 110 a、110 b、110 c は、請求の範囲に記載の「通信端末装置」に包含される。

[0272] 無線 230 は、例えば、IEEE 802.15.4 規格、IEEE 802.11 規格、ARIB 準拠の特定小電力無線に準じた接続がある。

[0273] 実施の形態 1 の図 1 でのネットワーク構成との違いは、複数の無線チャネ

ルを利用している点である。例えば、図35において、エネルギーコントローラ100とネットワーク家電110aは、チャンネル1（CH1）で接続されており、エネルギーコントローラ100とネットワーク家電110b及びエネルギーコントローラ100とネットワーク家電110cは、チャンネル2（CH2）で接続されている。

[0274] 図36は、本実施の形態6におけるエネルギーコントローラ100がチャンネル（CH）をホッピングする様子を、時間軸で示した図である。

[0275] エネルギーコントローラ100は、CH1からCHnまでホッピングする。CH1からCHnまでホッピングする周期を、スーパーフレーム周期2001aとする。エネルギーコントローラ100は、順次CHを切り替えながら、ネットワーク家電110a～110cと通信をする。

[0276] また、CHごとにアクティブ期間があり、各CHのアクティブ期間の始めに必ずエネルギーコントローラ100は、ビーコンフレーム1009をブロードキャストする。ビーコンフレーム1009には、アクティブ期間の長さ、非アクティブ期間の長さ、次のビーコンフレーム送信までの時間（ビーコン周期）など、フレームに関する制御情報が含まれる。

[0277] 図37は、本実施の形態6におけるエネルギーコントローラ100とネットワーク家電110a、110b、110cとが通信するチャンネルの関係を時間軸で示した図である。図37では、エネルギーコントローラ100は、CH1からCH2までをホッピングする例を想定する。なお、ホッピングのチャンネル数は2に限定される必要はないが、説明の便宜上、図37ではCH1からCH2までとする。

[0278] エネルギーコントローラ100は、CH1とCH2を繰り返しながら通信を行う。この場合のスーパーフレーム周期2001bは、CH1のアクティブ期間とCH2のアクティブ期間との合計となる。

[0279] 次に、ネットワーク家電110a、110b、110cは、チャンネルのホッピングを行わず、固定チャンネルで通信するものとする。

[0280] すなわち、図35及び図37の例において、ネットワーク家電110aは

、ＣＨ１のアクティブ期間２００３ａでエネルギーコントローラ１００と通信を行い、ＣＨ２の期間は非アクティブ期間２００４ａとなる。つまり、ネットワーク家電１１０ａにとってのビーコン周期２００２ａは、アクティブ期間２００３ａと非アクティブ期間２００４ａの和となる。

[0281] 同様に、ネットワーク家電１１０ｂ及びネットワーク家電１１０ｃは、ＣＨ２のアクティブ期間２００３ｂでエネルギーコントローラ１００と通信を行い、ＣＨ１の期間は非アクティブ期間２００４ｂとなる。つまり、ネットワーク家電１１０ｂ及び１１０ｃにとってのビーコン周期２００２ｂは、アクティブ期間２００３ｂと非アクティブ期間２００４ｂの和となる。

[0282] すなわち、ネットワーク家電１１０ａにとっての非アクティブ期間２００４ａの時間帯は、ネットワーク家電１１０ｂ、１１０ｃにとってのアクティブ期間２００３ｂの時間帯となる。

[0283] 以上のように、本実施の形態６では、エネルギーコントローラ１００はチャネルホッピングを行い、ネットワーク家電１１０ａ、１１０ｂ、１１０ｃは各々の固定チャネルでエネルギーコントローラ１００と通信を行うシステムとする。

[0284] また、ネットワーク家電１１０ａ、１１０ｂ、１１０ｃは、自装置と別チャネルでエネルギーコントローラ１００が通信を行っている期間を非アクティブ期間（例えば、非アクティブ期間２００４ａ、２００４ｂ）と設定することで、低消費電力化を実現している。

[0285] 図３８は、本発明の実施の形態６におけるエネルギーコントローラ１００の機能構成の一例を示したブロック図である。図２で述べたエネルギーコントローラ１０の各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。

[0286] 同図に示すように、エネルギーコントローラ１００は、エネルギーコントローラ１０が有する構成要素と同じ構成要素である機器特性記憶部２４、電力管理記憶部２５及びピーク抑制部２６の他に、無線通信ＩＦ１０２及び省電力制御部１０１を備えている。

- [0287] 無線通信 I F 1 0 2 は、ビーコン周期とアクティブ期間と非アクティブ期間とを示す情報を含むビーコン信号を、ネットワーク家電 1 1 0 a ~ 1 1 0 c に、各周波数チャネルで送信する。具体的には、無線通信 I F 1 0 2 は、データの変調、復調の機能、メディアアクセス制御の機能、フレーム生成する機能、無線チャネルを切り替える機能などを有する。
- [0288] 無線通信 I F 1 0 2 の一例として、I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 規格準拠の物理層 (P h y s i c a l L a y e r) 及び MAC 層 (M e d i a A c c e s s C o n t r o l L a y e r) の機能がある。なお、無線通信 I F 1 0 2 の詳細は、図 3 9 にて後述する。無線通信 I F 1 0 2 は、請求の範囲に記載の「通信インタフェース部」に包含される。
- [0289] 省電力制御部 1 0 1 は、省電力を実現するための機能を有する。詳細には、省電力制御部 1 0 1 は、家電特性テーブル 2 4 a、電力管理テーブル 2 5 a、周波数チャネル数の情報を基に、ビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間を算出して、ビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間を変更する機能を有する。
- [0290] 具体的には、省電力制御部 2 3 は、ネットワーク家電 1 1 0 a ~ 1 1 0 c を含む電力消費機器への供給可能電力値と、電力消費機器の総消費電力値との差分電力値が大きいほど、ビーコン周期が長くなるように、当該ビーコン周期を決定する。なお、省電力制御部 1 0 1 の詳細は、図 4 0 にて後述する。
- [0291] 図 3 9 は、図 3 8 に示した無線通信 I F 1 0 2 の詳細な機能構成を示すブロック図である。図 3 9 において、図 3 に示した無線通信 I F 2 2 と同じ構成要素については同じ符号を用い、説明を省略する。
- [0292] 同図に示すように、無線通信 I F 1 0 2 は、無線通信 I F 2 2 が有する構成要素と同じ構成要素である無線送信部 3 1、無線受信部 3 2、ビーコン生成部 3 3、スリープ管理部 3 4、インタフェース 3 6、送信バッファ 3 7 及び受信バッファ 3 8 の他に、チャネル設定部 1 0 4 及びメモリ 1 0 5 を備え

ている。

- [0293] チャンネル設定部 104 は、図 36 に示すように、チャンネルホッピングさせるためにチャンネルを切り替える機能を有する。現チャンネル、全チャンネル数、ホッピングするチャンネルの順序などはメモリ 105 に記憶されている。
- [0294] メモリ 105 は、ビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間、現チャンネル、全チャンネル数、ホッピングするチャンネルの順序などの情報を記憶する。なお、全チャンネル数は、現在利用している周波数チャンネルの総数であり、請求の範囲に記載の「周波数チャンネル数」に相当する。また、メモリ 105 は、請求の範囲に記載の「チャンネル数記憶部」の機能を包含する。
- [0295] 図 40 は、図 38 に示した省電力制御部 101 の詳細な機能構成を示すブロック図である。図 6 で述べた省電力制御部 23 の各ブロックと同一の機能を有するものは、同じ番号を付与し、ここでは説明を省略する。
- [0296] 同図に示すように、省電力制御部 101 は、省電力制御部 23 が有する構成要素と同じ構成要素である電力差分算出部 46 及びビーコン周期算出部 47 の他に、チャンネル情報取得部 106 及びアクティブ期間・非アクティブ期間決定部 107 を備えている。
- [0297] ビーコン周期算出部 47 は、実施の形態 1 の図 6 と同じ機能を有する。したがって、上記式 1 を使った例では、ビーコン周期が 6 sec と算出される。
- [0298] チャンネル情報取得部 106 は、無線通信 IF 102 のメモリ 105 から、全チャンネル数に関する情報を取得する機能を有する。例えば、本実施の形態 6 の図 37 の無線ネットワークシステムでは、CH1 と CH2 を使用しており、全チャンネル情報は 2 となる。
- [0299] アクティブ期間・非アクティブ期間決定部 107 は、ビーコン周期算出部 47 で算出したビーコン周期とチャンネル情報取得部 106 で取得した全チャンネル数の情報から、ビーコン周期の中のアクティブ期間と非アクティブ期間とを算出する機能を有する。アクティブ期間の算出方法は、以下となる。
- [0300]
$$\text{アクティブ期間} = \text{ビーコン周期} \times (1 / \text{全チャンネル数}) \quad (\text{式 3})$$

[0301] また、非アクティブ期間の算出方法は、以下となる。

[0302] 非アクティブ期間＝ビーコン周期× { 1－ (1／全チャンネル数) }

(式 4)

[0303] つまり、アクティブ期間・非アクティブ期間決定部 107 は、全チャンネル数の逆数をビーコン周期に乘じることで、アクティブ期間を算出し、1 から全チャンネル数の逆数を差し引いた値をビーコン周期に乘じることで、非アクティブ期間を算出する。

[0304] 例えば、アクティブ期間・非アクティブ期間決定部 107 は、ビーコン周期算出部 47 で、8 s e c のビーコン周期が算出され、チャンネル情報取得部 106 で、全チャンネル数を 2 と取得した場合、アクティブ期間を 4 s e c (= 8 × 1 / 2) と算出し、非アクティブ期間を 4 s e c (= 8 × (1 - 1 / 2)) と算出する。アクティブ期間・非アクティブ期間決定部 107 は、この算出されたビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間を、無線通信 I F 102 のメモリ 105 に記憶させる。

[0305] また、無線ネットワークシステムとして、エネルギーコントローラ 100 が C H 1、C H 2、C H 3、C H 4 をホッピングしている一例を考える。アクティブ期間・非アクティブ期間決定部 107 は、ビーコン周期算出部 47 で 4 s e c のビーコン周期が算出された場合に、チャンネル情報取得部 106 で 4 を取得すると、アクティブ期間を 1 s e c (= 4 × 1 / 4) と算出し、非アクティブ期間を 3 s e c (= 4 × (1 - 1 / 4)) と算出する。アクティブ期間・非アクティブ期間決定部 107 は、この算出されたビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間を、無線通信 I F 102 のメモリ 105 に記憶させる。

[0306] なお、本実施の形態 6 におけるネットワーク家電 110 a、110 b、110 c の機能構成は、実施の形態 1 の図 9 に示したネットワーク家電 11 a、11 b、11 c の機能構成と同様であり、ここでは説明を省略する。

[0307] つまり、本実施の形態 6 では、エネルギーコントローラ 100 はチャンネルホッピングを行うが、ネットワーク家電 110 a、110 b、110 c はチ

ヤネルホッピングを行わない。このため、ネットワーク家電 110a~110c は、実施の形態 1 におけるネットワーク家電 11a~11c と同じ機能構成となる。

[0308] 図 41 は、本発明の実施の形態 6 における省電力制御部 101 によるビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間の変更方法の動作を示すフローチャートである。なお、本処理において、図 41 の S801~S803 及び S804~S805 までの各処理は、図 11 で述べた S801~S803 及び S804~S805 までの各処理と同じ処理を行うため、ここでは詳細な説明を省略する。

[0309] 同図に示すように、まず、省電力制御部 101 の電力差分算出部 46 は、電力消費機器への供給可能電力値と、電力消費機器の総消費電力値との差分電力値を計算する (S801)。

[0310] その後、ビーコン周期算出部 47 は、家電特性テーブル 24a より、電力消費機器の総消費電力値の変化率として、最大変化率の最大値を取得する (S802)。

[0311] その後、ビーコン周期算出部 47 は、上記式 1 に基づいて、当該差分電力値を当該最大変化率の最大値で除算することにより、ビーコン周期を算出する (S803)。

[0312] その後、省電力制御部 101 は、本無線ネットワークシステムが複数チャネルホッピングシステムであるかどうかを調べる (S851)。具体的には、省電力制御部 101 は、無線通信 IF102 のメモリ 105 を参照することで、本無線ネットワークシステムが複数チャネルホッピングシステムであるかどうかを調べる。

[0313] 省電力制御部 101 が複数チャネルホッピングシステムでないと判断した場合 (S851 で No)、実施の形態 1 と同様に、ビーコン周期算出部 47 は、算出したビーコン周期を、無線通信 IF102 のメモリ 105 に設定更新することで、ビーコン周期を変更する (S804)。

[0314] 一方、省電力制御部 101 が複数チャネルホッピングシステムであると判

断した場合（S 8 5 1 で Y e s）、チャネル情報取得部 1 0 6 が、無線通信 I F 1 0 2 のメモリ 1 0 5 から全チャネル数の情報を取得する（S 8 5 2）。

[0315] その後、アクティブ期間・非アクティブ期間決定部 1 0 7 は、上記式 3 に基づいてアクティブ期間を算出し、上記式 4 に基づいて非アクティブ期間を算出する（S 8 5 3）。

[0316] その後、アクティブ期間・非アクティブ期間決定部 1 0 7 は、ビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間を、無線通信 I F 1 0 2 のメモリ 1 0 5 に設定更新することで、ビーコン周期、アクティブ期間、非アクティブ期間を変更する（S 8 5 4）。

[0317] 以上のように、省電力制御部 2 3 は、電力消費機器への供給可能電力値と、電力消費機器の総消費電力値との差分電力値が大きいほど、ビーコン周期が長くなるように、当該ビーコン周期を決定する。

[0318] そして、無線通信 I F 1 0 2 は、ビーコン周期とアクティブ期間と非アクティブ期間とを示す情報を含むビーコン信号を、ネットワーク家電 1 1 0 a ～ 1 1 0 c に、各周波数チャネルで送信する（S 8 0 5）。

[0319] 本実施の形態 6 によると、無線制御局が複数の周波数チャネルをホッピングして無線端末装置と通信する無線ネットワークシステムにおいて、接続されている家電機器の消費電力の変化率特性と、供給可能電力値と総消費電力値との差分電力値とを考慮して、ビーコン周期を算出する。さらに、無線ネットワークシステムの全チャネル数を考慮して、アクティブ期間、非アクティブ期間を算出する。その結果、無線制御局が複数の周波数チャネルをホッピングするシステムにおいて、差分電力値が大きいときはビーコン周期が長く設定され、かつアクティブ期間と非アクティブ期間を分離することで低消費電力化を実現できる。また、差分電力値が小さいときはビーコン周期が短く設定されて、ピーク抑制の要求に即時に対応可能となる。

[0320] 以上のように、本発明に係る通信装置であるエネルギーコントローラ 1 0 によれば、各家電の消費電力の変化率特性と、供給可能電力値（自家発電供

給電力値、電気料金変動境界値、分電盤供給能力値)と総消費電力値との差分電力値とから、ビーコン周期を算出するため、必ずピーク抑制に遅れることなく制御可能であり、かつ差分電力値が大きい場合はビーコン周期が長く設定されるため、通信端末装置の低消費電力化を実現することができる。

[0321] また、IEEE 802.15.4規格のようにビーコン周期が数パターンに定められている無線ネットワークシステムにおいて適用することが可能であり、その結果、ビーコン周期が数種類のパターンに決められているシステムにおいて、ビーコン周期を動的に制御できる。

[0322] また、許容遅延時間の異なる複数アプリケーションが動作する無線ネットワークシステムにおいて適用することが可能であり、その結果、アプリケーションの許容遅延時間を超えてビーコン周期を設定することを防ぎ、アプリケーションの許容時間を満たすことが可能となる。

[0323] また、通信端末装置のスリープ状態とアウェイク状態とを制御するアウェイクデータを送信する周期を、各家電の消費電力の変化率特性と、供給可能電力値(自家発電供給電力値、電気料金変動境界値、分電盤供給能力値)と総消費電力値との差分電力値とから算出するため、必ずピーク抑制に遅れることなく制御可能であり、かつ差分電力値が大きい場合はアウェイクデータ送信の周期が長く設定されるため、通信端末装置の低消費電力化を実現することができる。その結果、ビーコンフレームが利用されない通信ネットワークシステムにおいても、差分電力値が大きいときはアウェイクデータ送信周期が長く設定されて、低消費電力化を実現でき、また差分電力値が小さいときはアウェイクデータ送信周期が短く設定されて、ピーク抑制の要求に即時に対応可能となる。

[0324] また、無線ネットワークシステムだけでなく、PLCネットワークシステムでも利用できる。

[0325] また、複数の周波数チャネルが利用される通信ネットワークシステムにおいても、各家電の消費電力の変化率特性と、供給可能電力値(自家発電供給電力値、電気料金変動境界値、分電盤供給能力値)と総消費電力値との差分

電力値とからビーコン周期を算出するため、必ずピーク抑制に遅れることなく制御可能であり、かつ差分電力値が大きい場合はビーコン周期が長く設定されるため、通信端末装置の低消費電力化を実現することができる。また、ビーコン周期を算出するだけでなく、全利用チャネル数からビーコン周期の中でアクティブ期間と非アクティブ期間を算出するため、各々の周波数チャネルで動作する通信端末装置の非アクティブ期間における低消費電力化を実現できる。

[0326] 以上、本発明に係る通信装置について、上記実施の形態を用いて説明したが、本発明は、これに限定されるものではない。

[0327] つまり、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0328] 例えば、図 4 2 に示すように、本発明の実施の形態 1 において、エネルギーコントローラ 10 は、省電力制御部 23 及び無線通信 IF 22 を備えていればよく、機器特性記憶部 24、電力管理記憶部 25 及びピーク抑制部 26 は備えていなくともよい。図 4 2 は、本発明の実施の形態の変形例におけるエネルギーコントローラの機能構成を示すブロック図である。つまり、省電力制御部 23 は、分電盤 12、発電装置 13 及び蓄電装置 14 から得られる情報に基づいて、電力消費機器への供給可能電力値から電力消費機器の総消費電力値を差し引いた差分電力値が大きいほど、ビーコン周期が長くなるように、ビーコン周期を決定する。また、無線通信 IF 22 は、決定されたビーコン周期を示す情報を含むビーコン信号を、ネットワーク家電 11a ~ 11c に送信する。なお、他の実施の形態 2 ~ 6 におけるエネルギーコントローラについても、図 4 2 に示されたエネルギーコントローラ 10 と同様の構成としても構わない。

[0329] また、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、実施の形態 4、実施の形態 5、実施の形態 6 において、制御局の機能を有する機器をエ

エネルギーコントローラ、端末装置の機能を有するものをネットワーク家電として、EMSアプリケーションを想定した搭載先の機器の構成であることとした。しかし、当該構成は、上記の構成に限定されず、制御局の機能を有する機器がテレビとなることもあり、また端末装置がネットワーク家電だけでなく、電子制御ドアや電気自動車などとなることもあり得る。あるいは、制御局、端末装置の機能を有する機能が独立分離して、家電機器に外付け接続可能な通信アダプタとなることもあり得る。これらにより、本発明は、エネルギーコントローラやネットワーク家電だけに限らず、あらゆる電機、電子機器に搭載、あるいは外付けすることができる。

[0330] また、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、実施の形態 4、実施の形態 6 における無線通信 I F、本発明の実施の形態 5 における P L C 通信 I F は、無線や電力線（電灯線）だけに限らず、電話線、同軸ケーブル、光ケーブルなどに接続されるインタフェースでも構わない。また、無線通信 I F または P L C 通信 I F は、E t h e r n e t（登録商標）、U S B（U n i v e r s a l S e r i a l B u s）、H D M I（H i g h D e f i n i t i o n M u l t i m e d i a I n t e r f a c e）（登録商標）、I E E E 1 3 9 4 などの通信インタフェースでも構わない。これらにより、本発明のエネルギーコントローラ及びネットワーク家電は、各種伝送メディアで通信することができる。

[0331] また、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、実施の形態 4、実施の形態 5、実施の形態 6 の想定アプリケーションは、宅内の家電機器の消費電力のピーク抑制を目的としたピークカットやピークシフトとしたが、これに限定されずに、スマートグリッドなどを目的とした D S M（D e m a n d S i d e M a n a g e m e n t）や D R（D e m a n d R e s p o n s e）、防犯セキュリティを目的としたセキュリティ侵入通知、快適便利を目的とした宅外からの家電機器制御、製品安全を目的とした家電機器のトレーサビリティなどでも構わない。これにより本発明の制御局、端末装置は、各種アプリケーションで動作することができる。

[0332] また、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、実施の形態 4、実施の形態 5、実施の形態 6 の想定アプリケーションは、宅内の家電機器の消費電力のピーク抑制を目的としたピークカットやピークシフトとしたが、もしピーク抑制の対象機器がなければ、ビーコン周期の制御を停止することも容易に考えることができる。例えば、図 8 のピーク抑制の可否において、全機器が否であれば、ビーコン周期の制御を動的に停止制御することができる。

[0333] また、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、実施の形態 4、実施の形態 5、実施の形態 6 の家電特性テーブル 24 a は、エネルギーコントローラが事前に保持することも可能であるが、これに限定されず、エネルギーコントローラが各機器の動作状況をモニタリングしながら生成することも可能である。例えば、電子レンジの消費電力の時間変動をモニタリングすることで、変化率を学習して、更新することができる。

[0334] また、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、実施の形態 4、実施の形態 5、実施の形態 6 でのそれぞれの構成要素を組み合わせ、新たな構成とすることも可能である。例えば、実施の形態 5 のエネルギーコントローラ 10 b と実施の形態 6 のエネルギーコントローラ 100 とを組み合わせることで、PLC ネットワークシステムにおいて複数チャネルホッピングを利用する構成とすることも可能である。これにより、複数チャネルの PLC ネットワークで利用することができる。

[0335] また、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、実施の形態 4、実施の形態 5、実施の形態 6 での消費電力の単位は W（ワット）としたが、これに限定されず、消費電力量として、ワットアワー（Wh）、キロワットアワー（kWh）を単位とすることも可能である。また消費電力や消費電力量だけでなく、消費電流（単位：アンペア）や消費電圧（単位：ボルト）とすることも可能である。

[0336] また、本発明の実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、実施の形態 4、実施の形態 5、実施の形態 6 の構成は、CPU や MPU で動作するコン

コンピュータに実行させるためのプログラムとして実現することもできる。またこのプログラムはROM (Read Only Memory) やRAM (Random Access Memory) などの記憶媒体に記憶することもできる、あるいはインターネットなどの伝送媒体を介して配信することもできる。

[0337] また、本願の実施の形態1、実施の形態2、実施の形態3、実施の形態4、実施の形態5、実施の形態6の構成は、CPUやMPUで動作するソフトウェア構成に限定されずに、典型的には集積回路であるLSI (Large Scale Integration) などのハードウェアで実現されているものとしてもよい。これらは、個別に1チップ化されていてもよいし、すべての構成または一部の構成を含むように1チップ化されてもよい。集積回路は、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSI等と呼称されることもある。また、集積回路の手法は、LSIに限定されるものではなく、専用回路または汎用プロセッサを用いて実現してもよい。さらに、FPGA (Field Programmable Gate Array) や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成することができるリコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。さらに半導体技術の進歩により、または派生する別技術により現在の半導体技術に置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。例えば、バイオ技術の応用等が考えられる。

[0338] また、本発明は、このような通信装置として実現できるだけでなく、当該通信装置を構成する各処理部の処理をステップとする方法として実現したりすることもできる。

産業上の利用可能性

[0339] 本発明に係る通信装置及び通信装置が送信するビーコン信号の送信周期制御方法は、ピーク抑制などのエネルギーマネジメントシステム (EMS) に有用である。

符号の説明

- [0340] 10、10b、100、1021 エネルギーコントローラ
11a～11c、11ab～11cb、110a～110c、1022、
1023、1024 ネットワーク家電
12、12b、1025 分電盤
13、13b 発電装置
14、14b 蓄電装置
21 アンテナ
21b コンセントプラグ
22、61、92、102 無線通信IF
22b、61b PLC通信IF
23、71、81、91、101 省電力制御部
24 機器特性記憶部
24a 家電特性テーブル
25 電力管理記憶部
25a、25b 電力管理テーブル
26 ピーク抑制部
31 無線送信部
31b PLC送信部
32 無線受信部
32b PLC受信部
33 ビーコン生成部
34 スリープ管理部
35 メモリ
36 インタフェース
37 送信バッファ
38 受信バッファ
46 電力差分算出部

- 4 7 ビーコン周期算出部
- 5 1 可視化制御部
- 5 2 電力可視化記憶部
- 5 2 a 電力可視化テーブル
- 5 3 閾値監視部
- 5 4 ピークカット制御部
- 6 2 ピーク抑制部
- 6 5 ビーコン解析部
- 6 6 スリープ管理部
- 7 2 送信周期パターン記憶部
- 7 2 a ビーコンテーブル
- 7 3 ビーコン周期選択部
- 8 2 アプリ許容遅延記憶部
- 8 2 a アプリ許容遅延テーブル
- 8 3 ビーコン周期比較部
- 9 3 アウェイクデータ生成部
- 9 5 省電力制御部
- 1 0 4 チャネル設定部
- 1 0 5 メモリ
- 1 0 6 チャネル情報取得部
- 1 0 7 アクティブ期間・非アクティブ期間決定部
- 2 1 0 電灯線
- 2 2 0 有線
- 2 3 0 無線
- 1 0 0 1 制御局
- 1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4 端末装置
- 1 0 0 6、2 0 0 2 a、2 0 0 2 b ビーコン周期
- 1 0 0 7、2 0 0 3 a、2 0 0 3 b アクティブ期間

1008、2004 a、2004 b 非アクティブ期間

2001 a、2001 b スーパーフレーム周期

請求の範囲

[請求項1] 通信可能な状態である起動状態と通信不能な状態であるスリープ状態とを繰り返す通信端末装置が起動状態のときに、データの送受信を確立するための信号を前記通信端末装置に送信することで、前記通信端末装置との間で当該データの送受信を行う通信装置であって、

前記通信端末装置を含む電力消費機器への供給可能電力値から、前記電力消費機器の総消費電力値を差し引いた値である差分電力値が大きいほど、前記信号を送信する送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定する省電力制御部と、

決定された前記送信周期に応じた周期で前記通信端末装置を起動状態にさせるために、決定された前記送信周期を示す情報を含む前記信号を、前記通信端末装置に送信する通信インタフェース部と
を備える通信装置。

[請求項2] さらに、

発電装置の発電電力値と、蓄電装置の蓄積電力値と、前記電力消費機器の総消費電力値とを記憶している電力管理記憶部を備え、

前記省電力制御部は、前記発電電力値及び前記蓄積電力値の総和を前記供給可能電力値として、前記供給可能電力値から前記総消費電力値を差し引いた前記差分電力値を算出し、算出した前記差分電力値が大きいほど前記送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定する
請求項1に記載の通信装置。

[請求項3] さらに、

電気料金が増加する境界の電力値である電気料金変動境界値と、前記電力消費機器の総消費電力値とを記憶している電力管理記憶部を備え、

前記省電力制御部は、前記電気料金変動境界値を前記供給可能電力値として、前記供給可能電力値から前記総消費電力値を差し引いた前記差分電力値を算出し、算出した前記差分電力値が大きいほど前記送

信周期が長くなるように、前記送信周期を決定する

請求項 1 に記載の通信装置。

[請求項4]

さらに、

分電盤が供給可能な電力値を示す分電盤供給能力値と、前記電力消費機器の総消費電力値とを記憶している電力管理記憶部を備え、

前記省電力制御部は、前記分電盤供給能力値を前記供給可能電力値として、前記供給可能電力値から前記総消費電力値を差し引いた前記差分電力値を算出し、算出した前記差分電力値が大きいほど前記送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定する

請求項 1 に記載の通信装置。

[請求項5]

さらに、

前記電力消費機器それぞれの消費電力値の変化率を記憶している機器特性記憶部を備え、

前記省電力制御部は、前記消費電力値の変化率から算出される前記総消費電力値の変化率を用いて得られる値で前記差分電力値を除算した値を送信周期として算出することで、前記送信周期を決定する

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

[請求項6]

さらに、

前記送信周期のパターンである送信周期パターンを記憶している送信周期パターン記憶部を備え、

前記省電力制御部は、前記差分電力値が大きいほど前記信号を送信する送信周期が長くなるような送信周期を算出し、前記送信周期パターンの中から、算出した前記送信周期以下でありかつ前記送信周期パターンの中で最長の送信周期を、前記送信周期として決定する

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

[請求項7]

さらに、

予め定められたアプリケーションを実行する際に許容できる遅延時間である許容遅延時間を記憶しているアプリ許容遅延記憶部を備え、

前記省電力制御部は、

前記差分電力値が大きいほど前記信号を送信する送信周期が長くなるような送信周期を算出し、

算出した前記送信周期が、前記アプリ許容遅延記憶部が記憶している前記許容遅延時間の中で最短値の許容遅延時間よりも長い場合は、前記最短値の許容遅延時間を、前記送信周期として決定し、

算出した前記送信周期が、前記最短値の許容遅延時間以下の場合は、算出した前記送信周期を、前記送信周期として決定する

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

[請求項8] 前記信号は、ビーコン信号、または前記通信端末装置の起動状態とスリープ状態とを制御するアウェイク信号である

請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

[請求項9] さらに、

現在利用している周波数チャネルの総数である周波数チャネル数を記憶しているチャネル数記憶部を備え、

前記省電力制御部は、さらに、前記周波数チャネル数を用いて、決定した前記送信周期のうちのアクティブ期間と非アクティブ期間とを算出し、

前記通信インタフェース部は、前記送信周期と前記アクティブ期間と前記非アクティブ期間とを示す情報を含む前記信号を、各周波数チャネルで送信する

請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

[請求項10] 前記省電力制御部は、

前記周波数チャネル数の逆数を、決定した前記送信周期に乗じることで、前記アクティブ期間を算出し、

1 から前記周波数チャネル数の逆数を差し引いた値を、決定した前記送信周期に乗じることで、前記非アクティブ期間を算出する

請求項 9 に記載の通信装置。

[請求項11] 前記通信インタフェース部は、IEEE 802.15.4規格準拠の無線通信インタフェースまたは電力線通信インタフェースである請求項1～10のいずれか1項に記載の通信装置。

[請求項12] 通信可能な状態である起動状態と通信不能な状態であるスリープ状態とを繰り返す通信端末装置が起動状態のときに、データの送受信を確立するための信号を前記通信端末装置に送信することで、前記通信端末装置との間で当該データの送受信を行う通信方法であって、

前記通信端末装置を含む電力消費機器への供給可能電力値から、前記電力消費機器の総消費電力値を差し引いた値である差分電力値が大きいほど、前記信号を送信する送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定する決定ステップと、

決定された前記送信周期に応じた周期で前記通信端末装置を起動状態にさせるために、決定された前記送信周期を示す情報を含む前記信号を、前記通信端末装置に送信する送信ステップとを含む通信方法。

[請求項13] 通信可能な状態である起動状態と通信不能な状態であるスリープ状態とを繰り返す通信端末装置が起動状態のときに、データの送受信を確立するための信号を前記通信端末装置に送信することで、前記通信端末装置との間で当該データの送受信を行うためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記通信端末装置を含む電力消費機器への供給可能電力値から、前記電力消費機器の総消費電力値を差し引いた値である差分電力値が大きいほど、前記信号を送信する送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定する決定ステップと、

決定された前記送信周期に応じた周期で前記通信端末装置を起動状態にさせるために、決定された前記送信周期を示す情報を含む前記信号を、前記通信端末装置に送信する送信ステップと

をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読

み取り可能な記録媒体。

[請求項14]

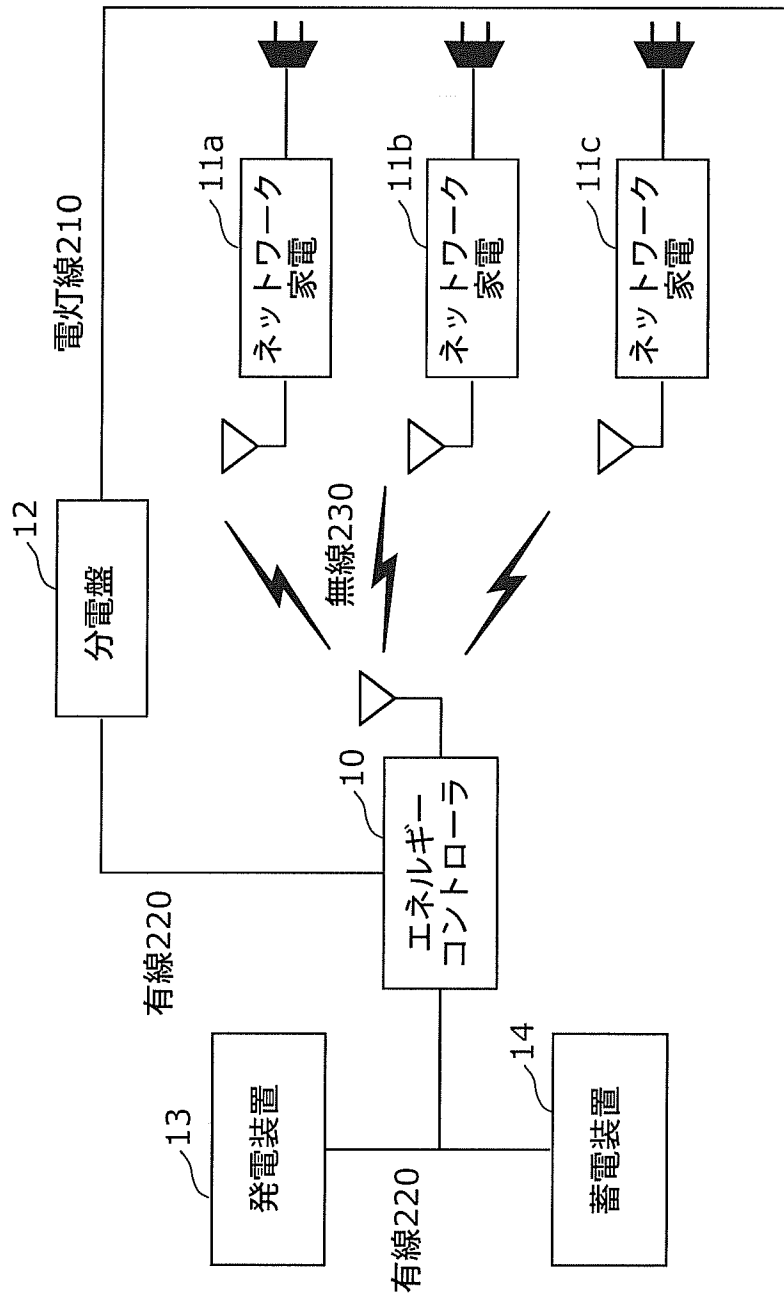
通信可能な状態である起動状態と通信不能な状態であるスリープ状態とを繰り返す通信端末装置が起動状態のときに、データの送受信を確立するための信号を前記通信端末装置に送信することで、前記通信端末装置との間で当該データの送受信を行う集積回路であって、

前記通信端末装置を含む電力消費機器への供給可能電力値から、前記電力消費機器の総消費電力値を差し引いた値である差分電力値が大きいほど、前記信号を送信する送信周期が長くなるように、前記送信周期を決定する省電力制御部と、

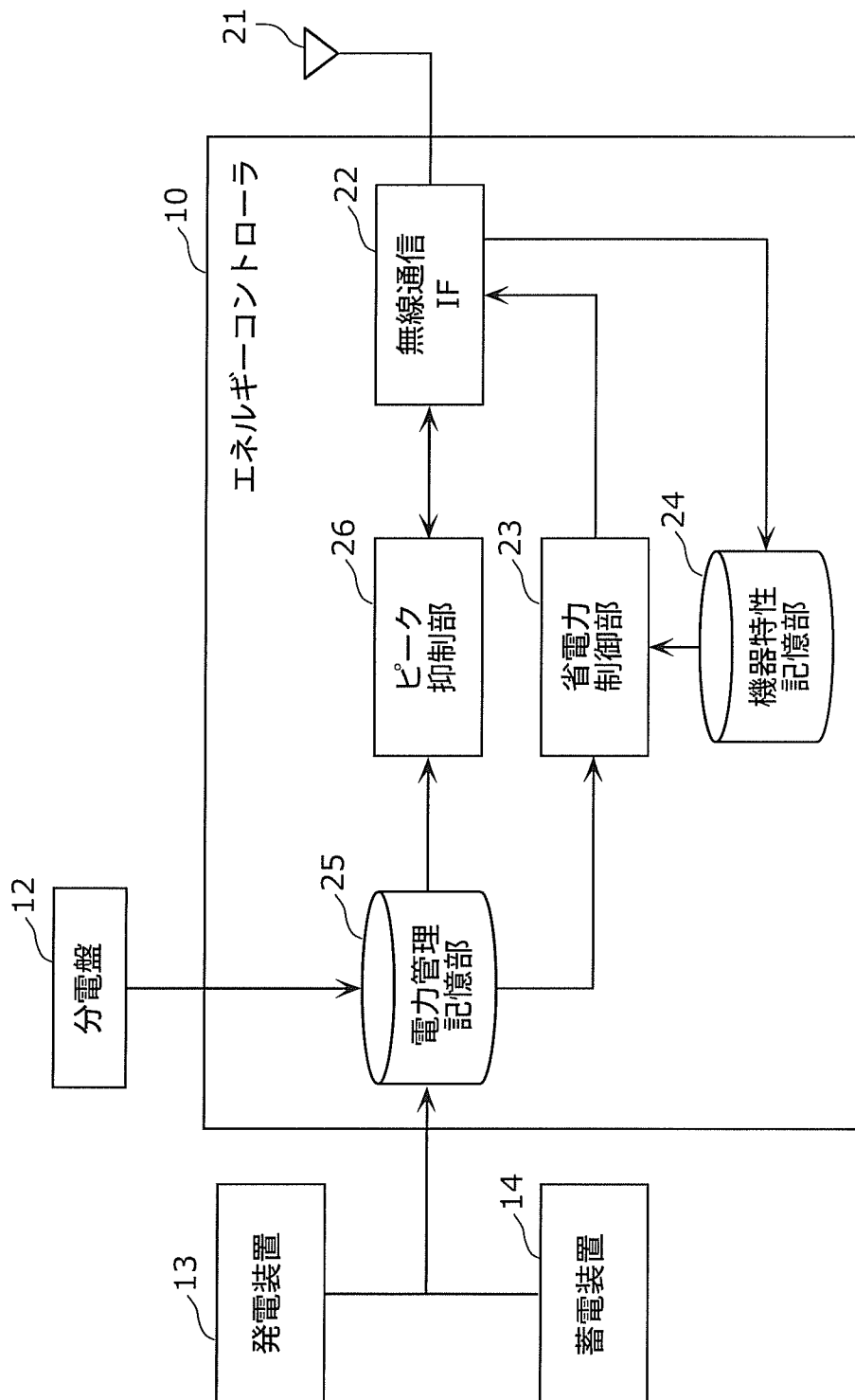
決定された前記送信周期に応じた周期で前記通信端末装置を起動状態にさせるために、決定された前記送信周期を示す情報を含む前記信号を、前記通信端末装置に送信する通信インタフェース部と

を備える集積回路。

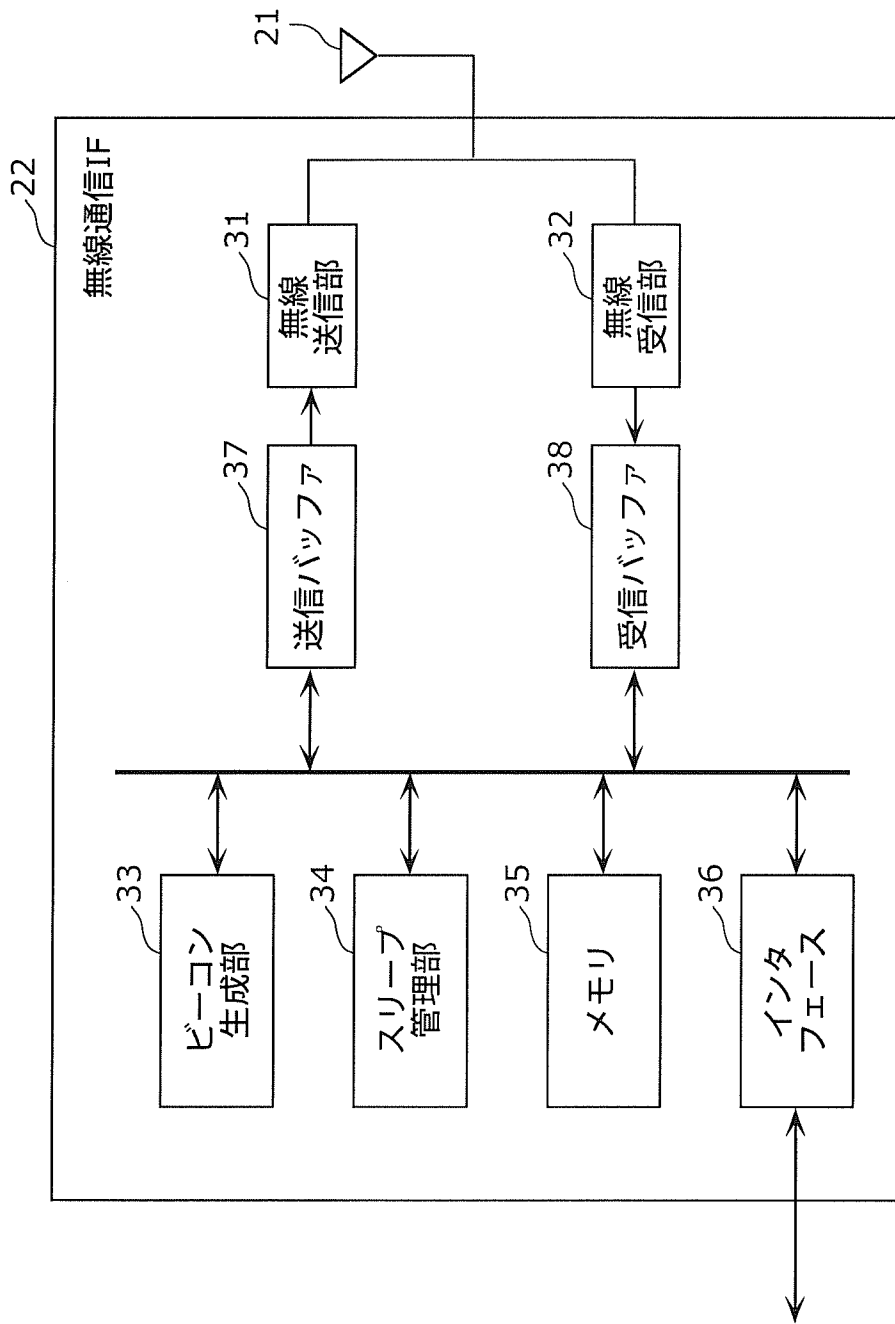
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

24a

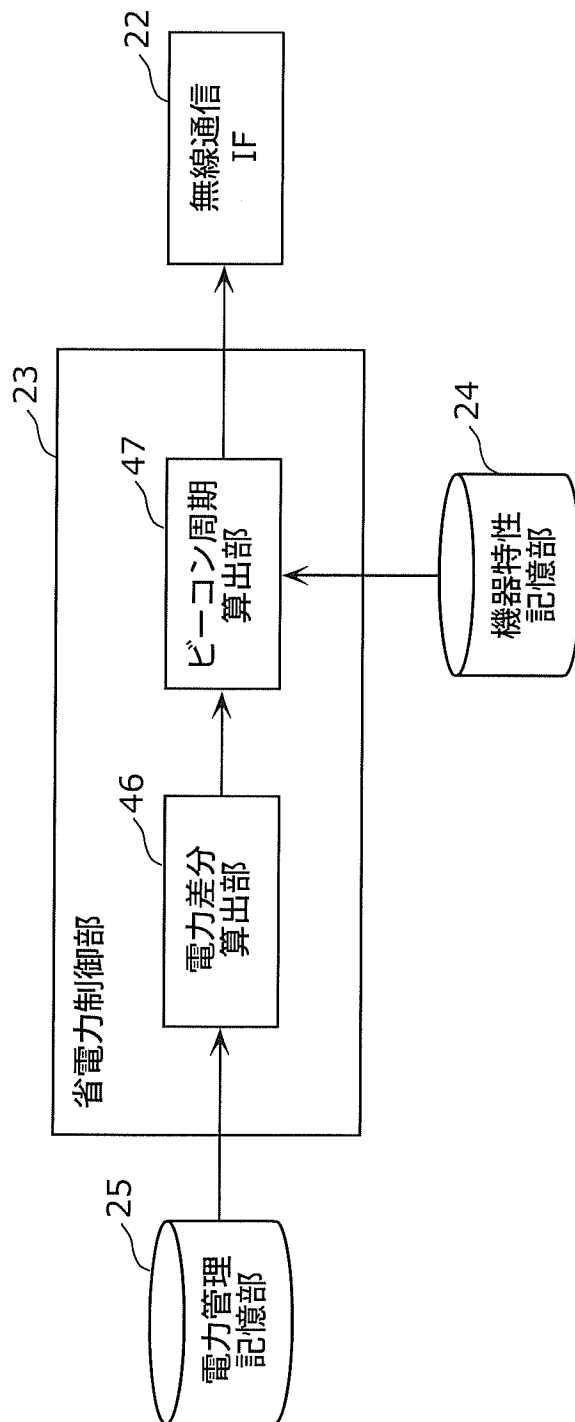
No.	品名 (型番)	機器 アドレス	最大消費電力 (W)	最大変化率 (W/sec)
1	テレビ (THA1)	0x0011	400	80
2	湯沸しポット (NCX1)	0x0012	800	400
3	電子レンジ (NER3)	0x0013	1600	800
4	エアコン (N345)	0x0014	2000	200
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図5]

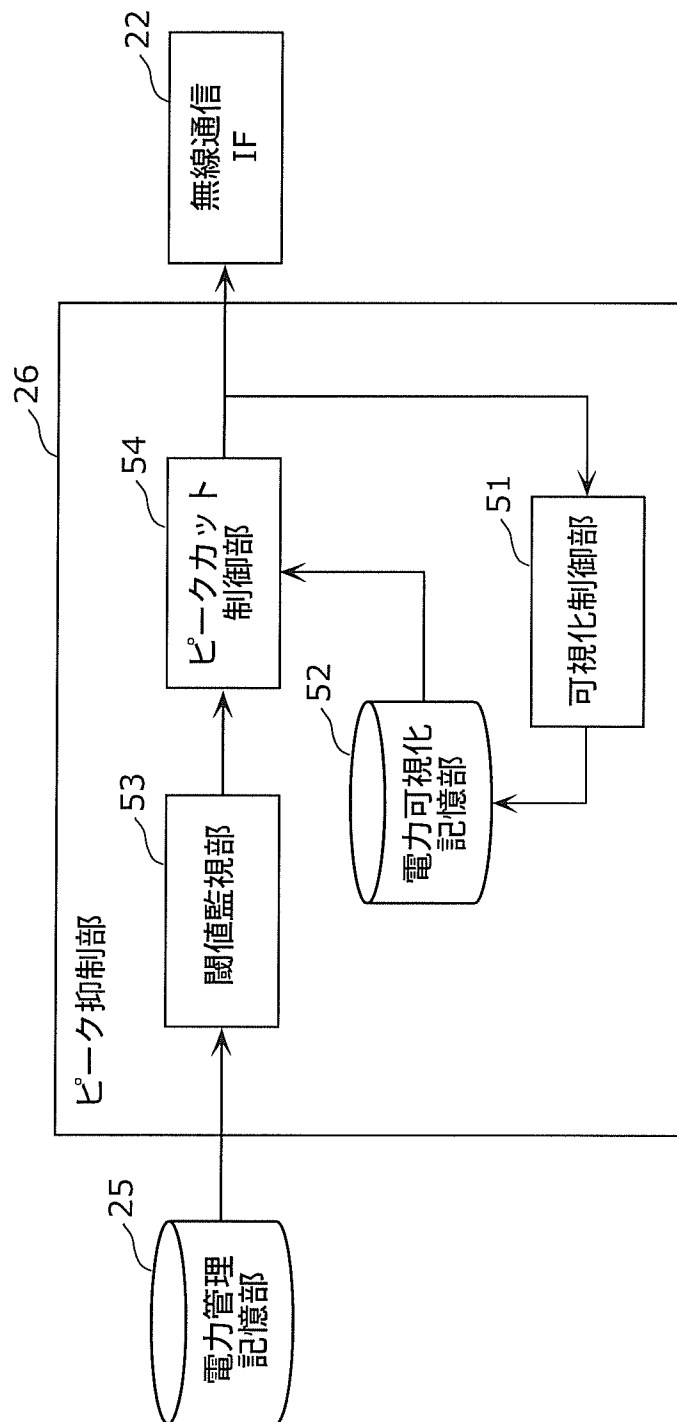
25a

日付 (Y:M:D)	時間 (H:M:S)	自家発電供給能力値		総消費 電力値 (W)
		発電電力値 (W)	蓄積電力値 (W)	
・ ・	・ ・	・ ・	・ ・	・ ・
2010/1/19	11:00:30	3000	2000	220
2010/1/19	11:00:31	3010	1990	200
・ ・	・ ・	・ ・	・ ・	・ ・

[図6]



[図7]

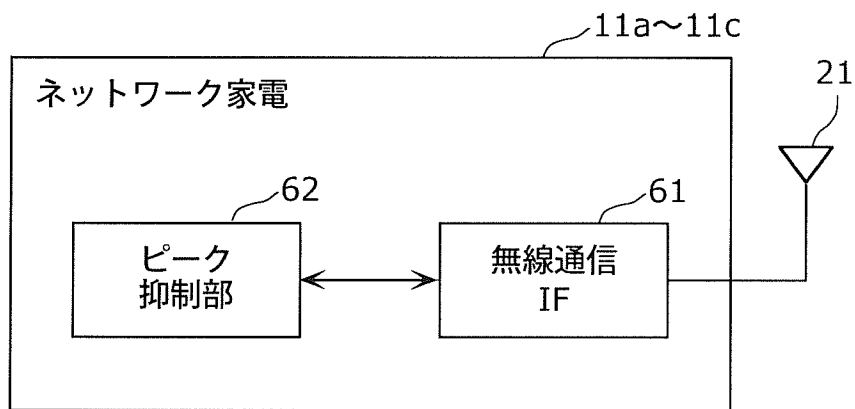


[図8]

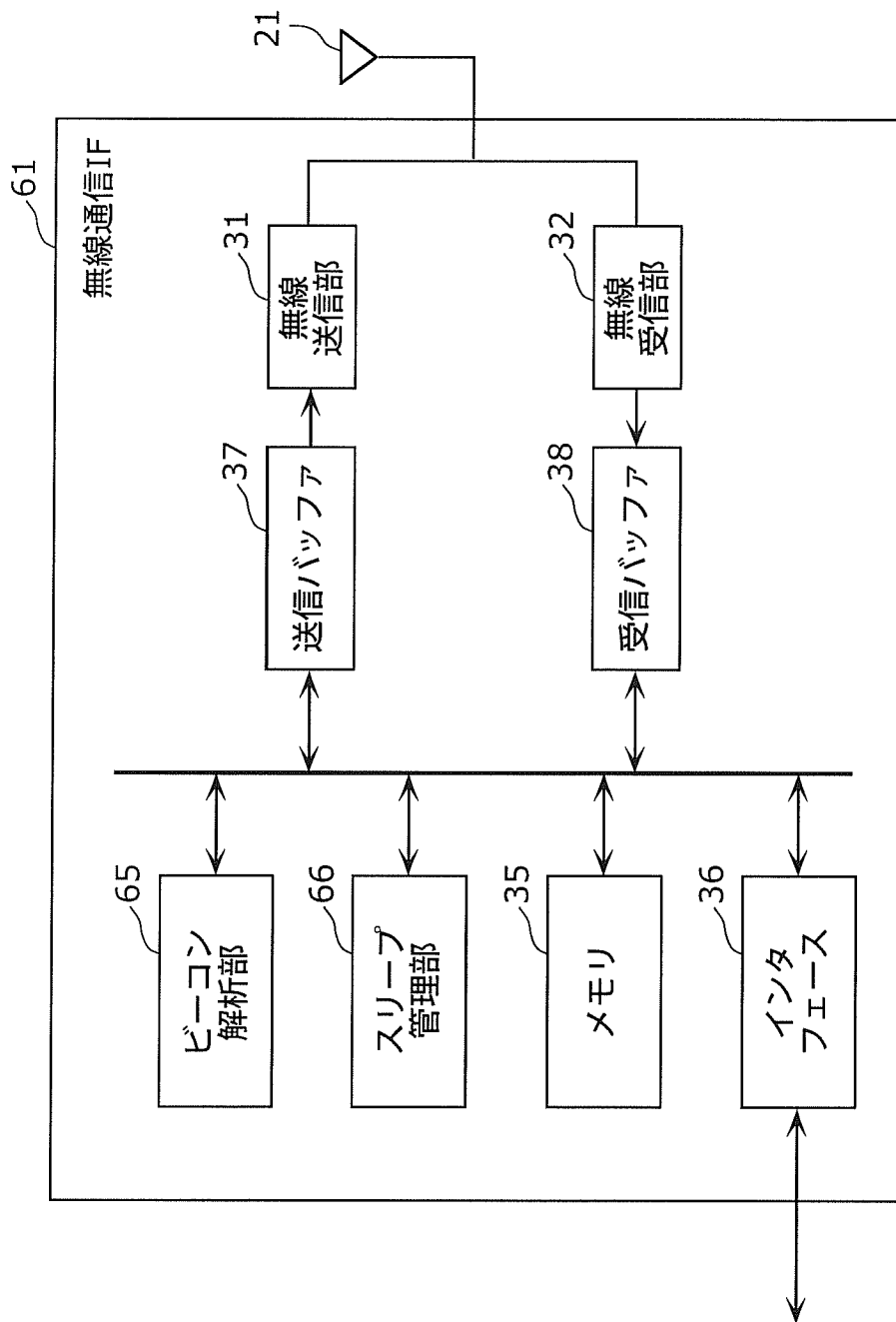
52a

No.	品名 (型番)	機器 アドレス	現状消費電力 (W)	ピーク抑制情報	
				可否	種別
1	テレビ (THA1)	0x0011	380	可	電源OFF
2	湯沸しポット (NCX1)	0x0012	2	否	—
3	電子レンジ (NER3)	0x0013	1	否	—
4	エアコン (N345)	0x0014	20	可	室温変更
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

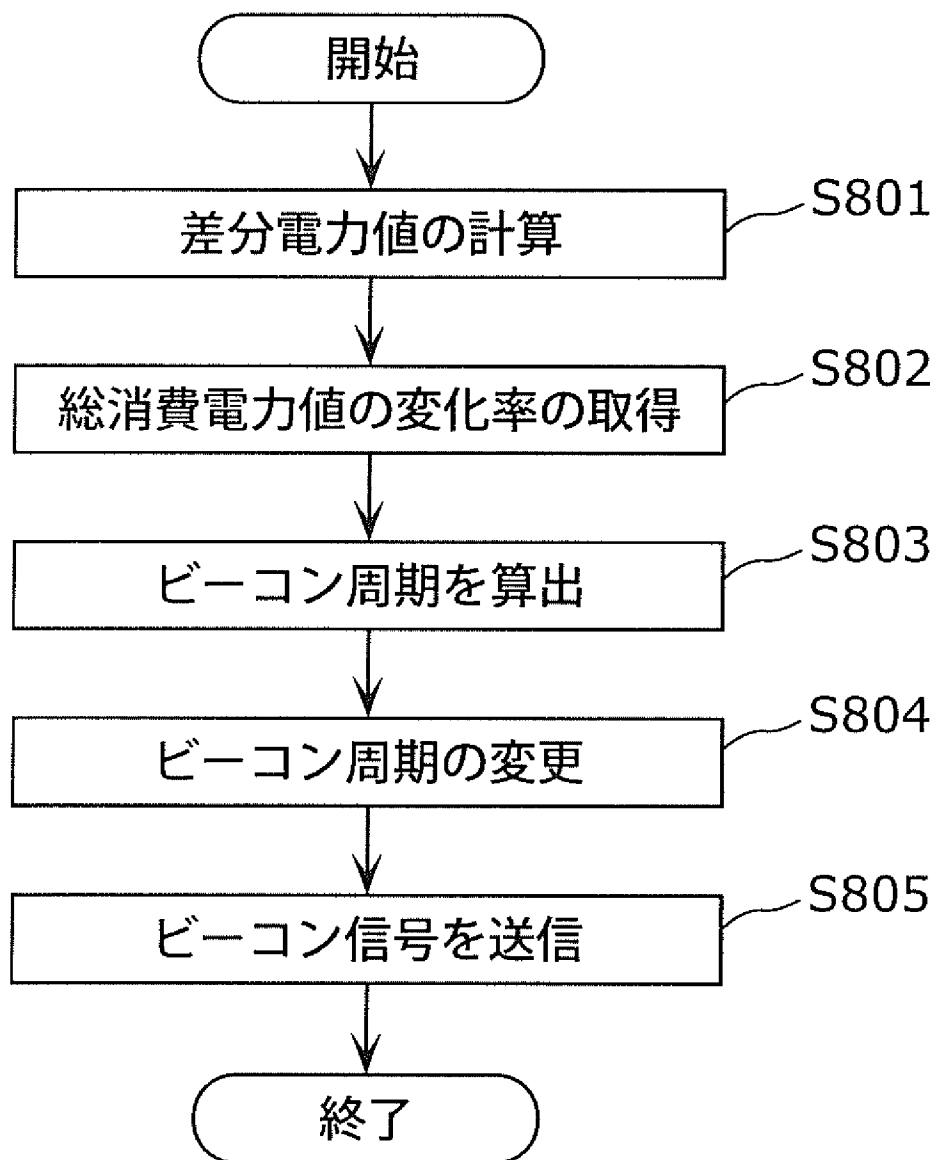
[図9]



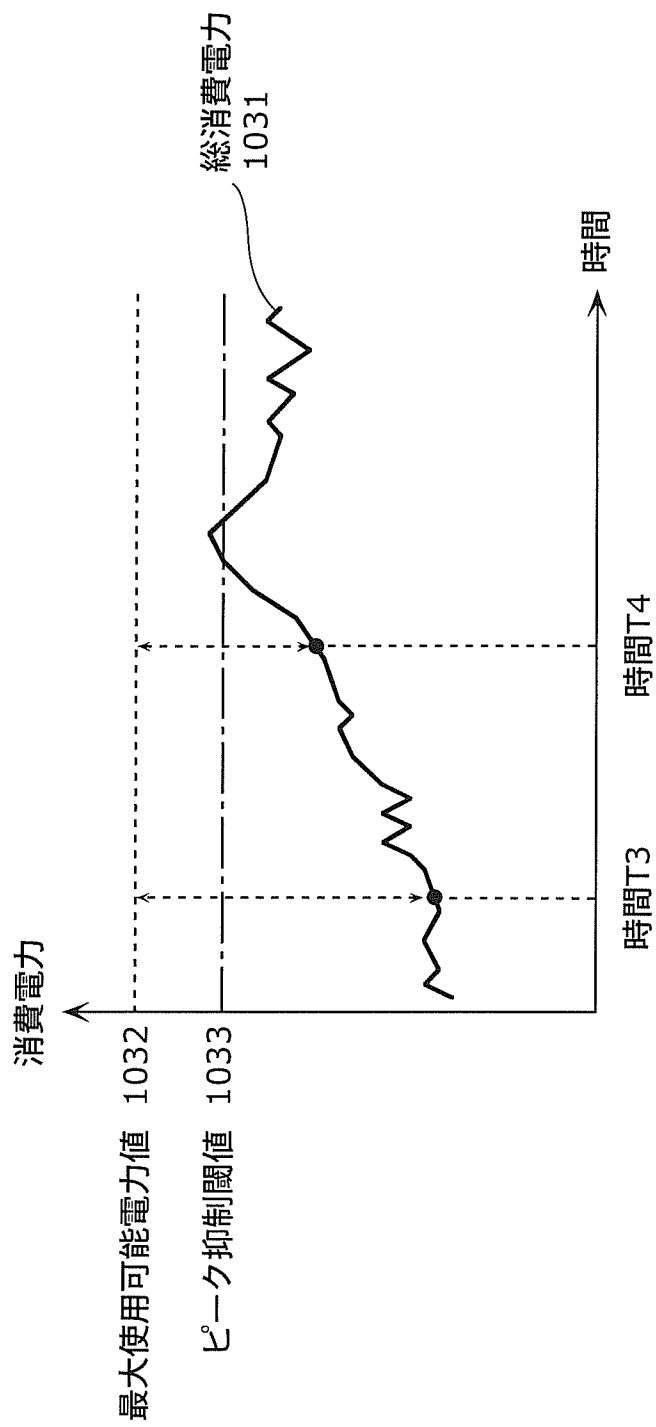
[図10]



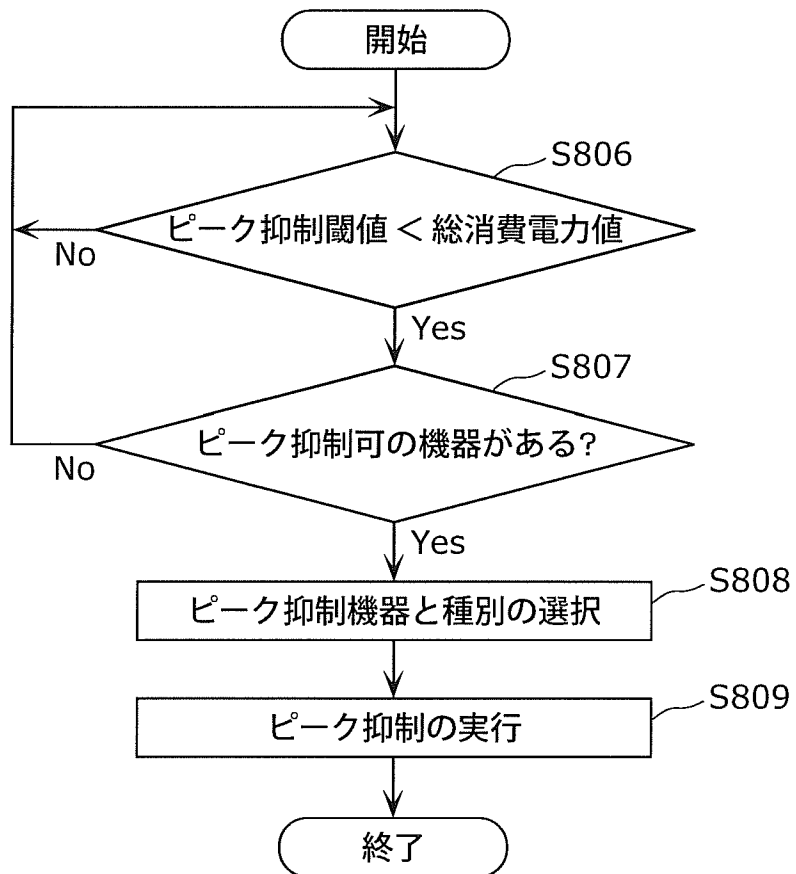
[図11]



[図12]



[図13]

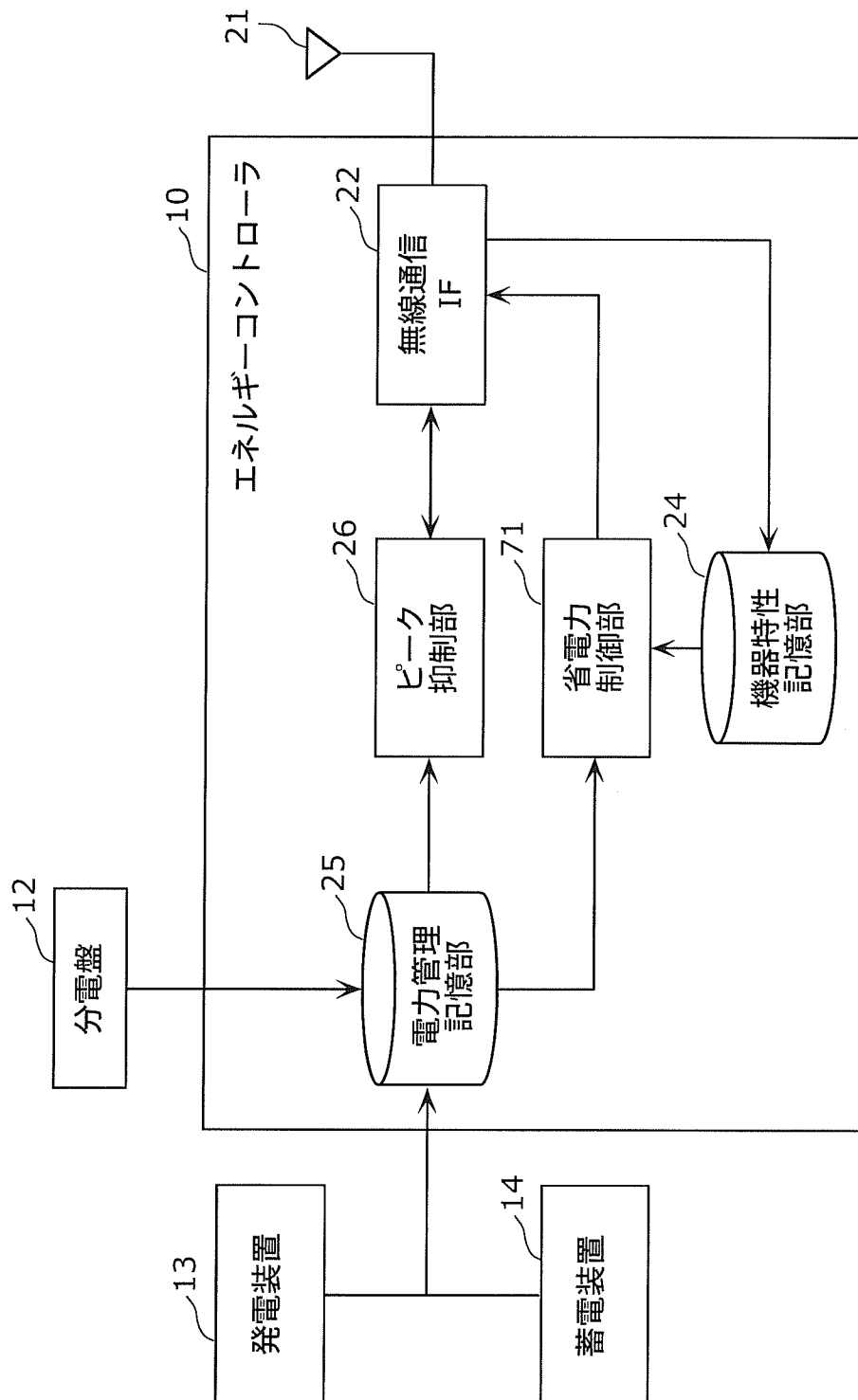


[図14]

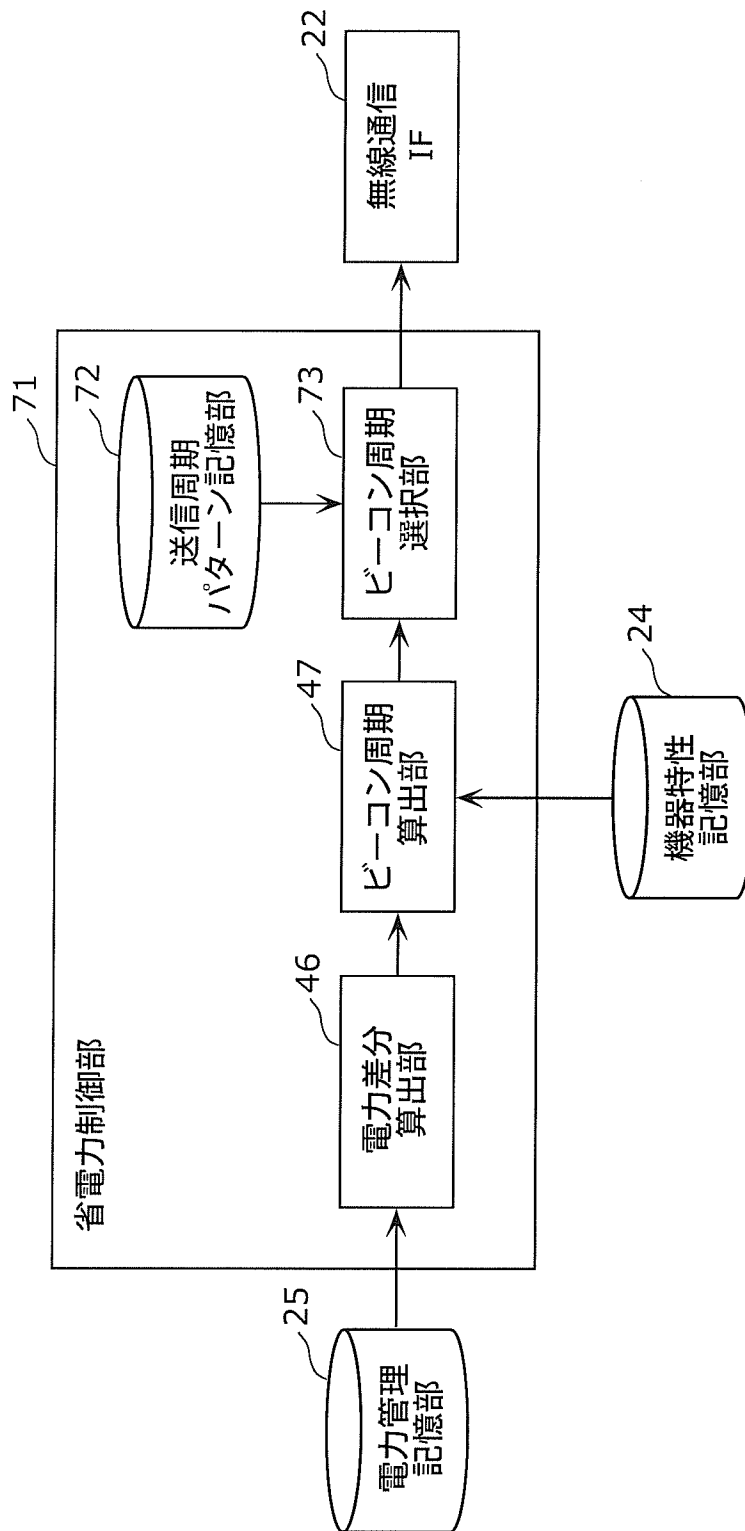
25b

日付 (Y:M:D)	時間 (H:M:S)	電気料金変動境界値 (W)	分電盤供給能力値 (W)	総消費電力値 (W)
⋮ ⋮	⋮ ⋮	⋮ ⋮	⋮ ⋮	⋮ ⋮
2010/1/19	11:00:30	4500	5000	320
2010/1/19	11:00:31	4500	5000	300
⋮ ⋮	⋮ ⋮	⋮ ⋮	⋮ ⋮	⋮ ⋮

[図15]



[図16]

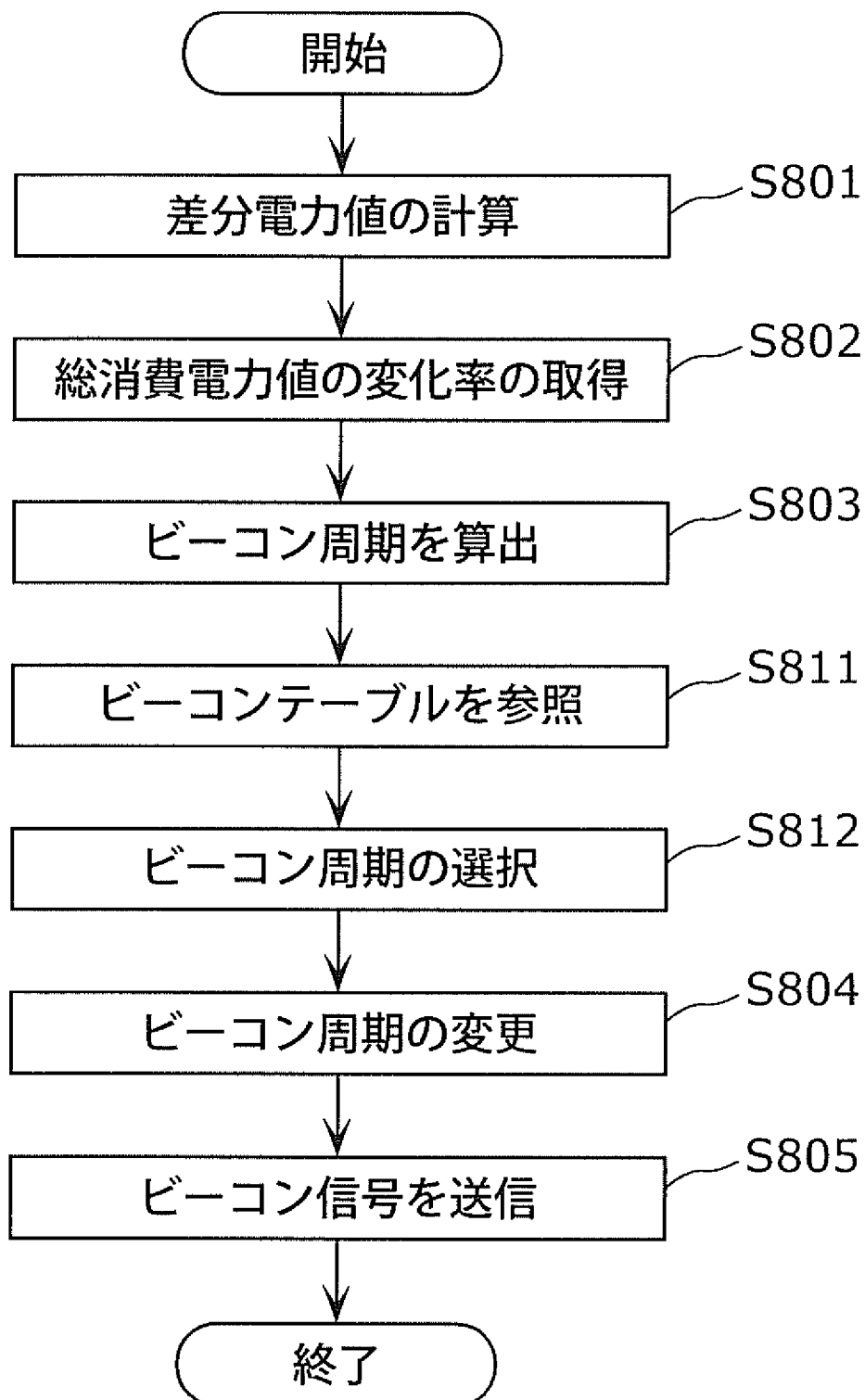


[図17]

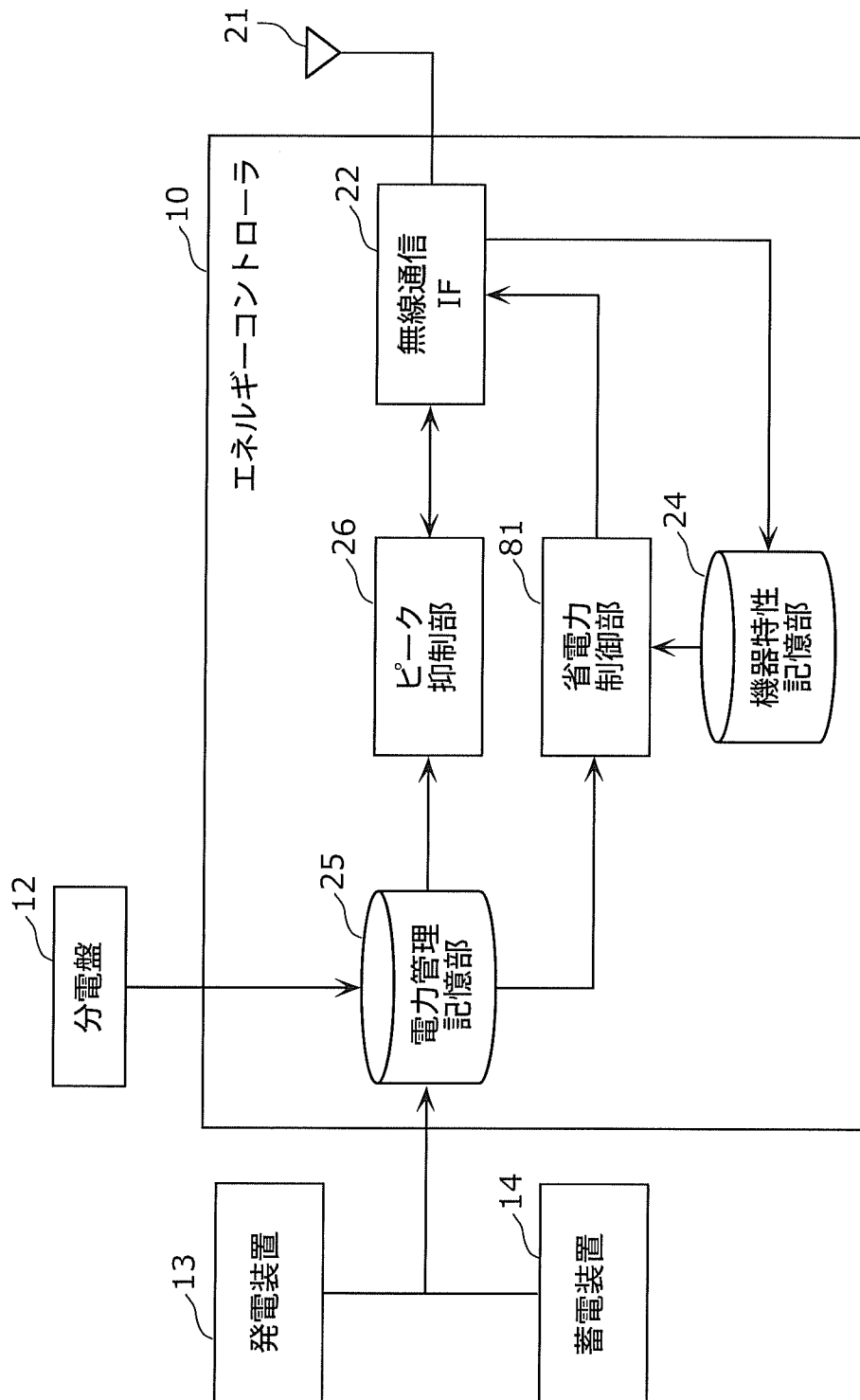
72a

パターン	ビーコン周期 (msec)
1	15
2	100
3	500
4	1000
5	5000
6	30000
7	60000
8	120000

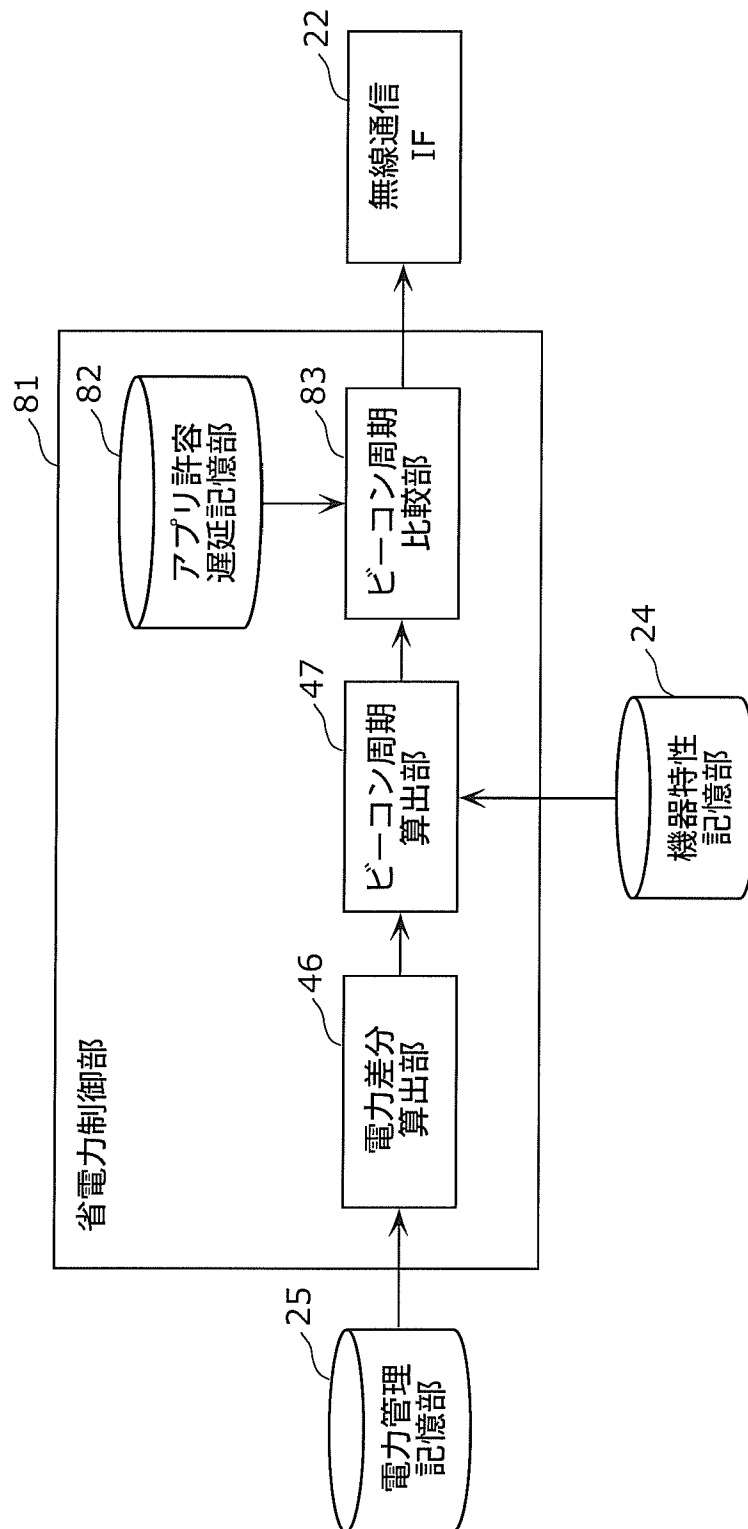
[図18]



[図19]



[図20]

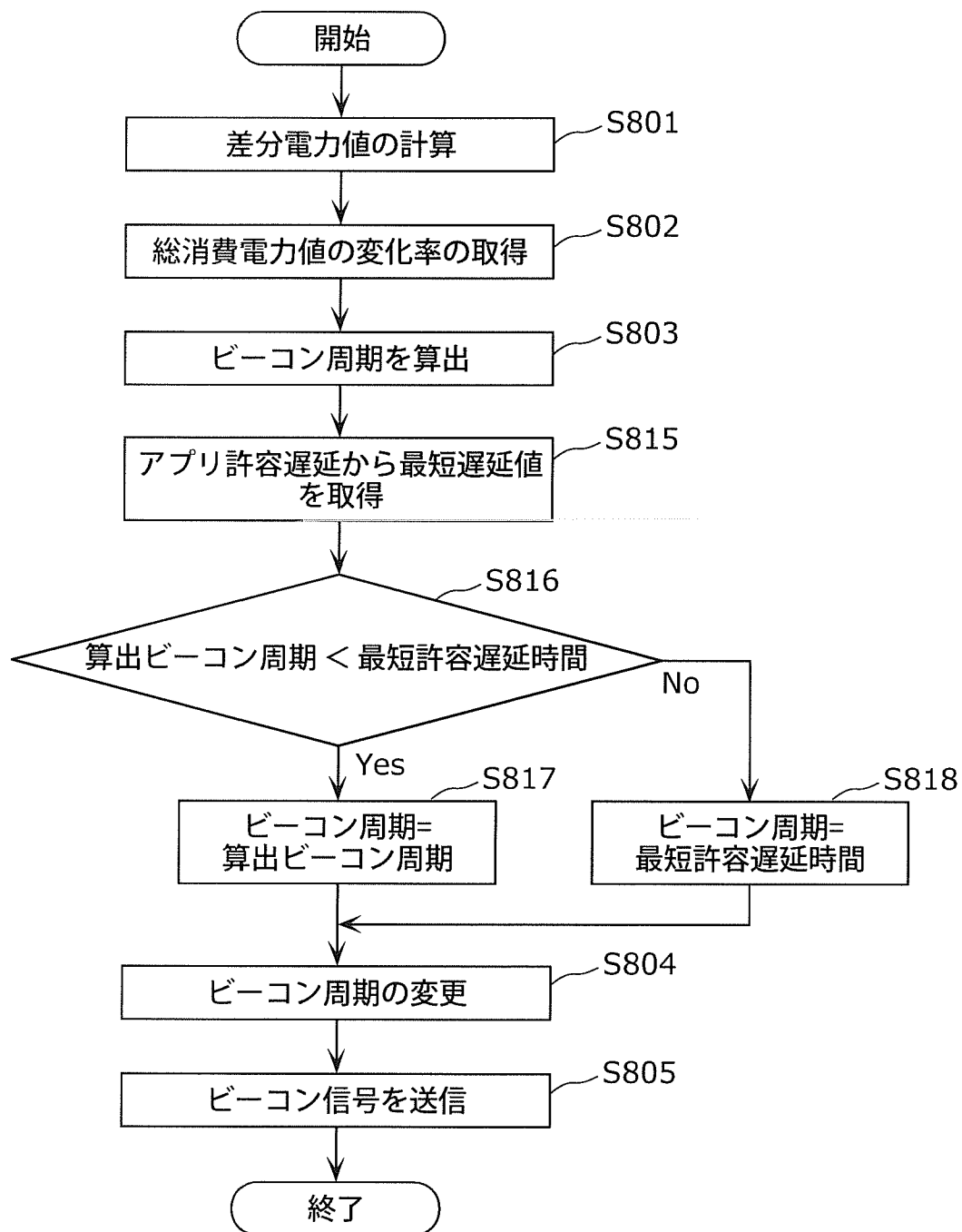


[図21]

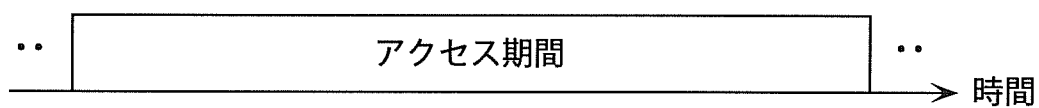
82a

アプリケーション	許容遅延時間 (msec)
消費電力の見える化	5000
ピーク抑制	500
⋮	⋮

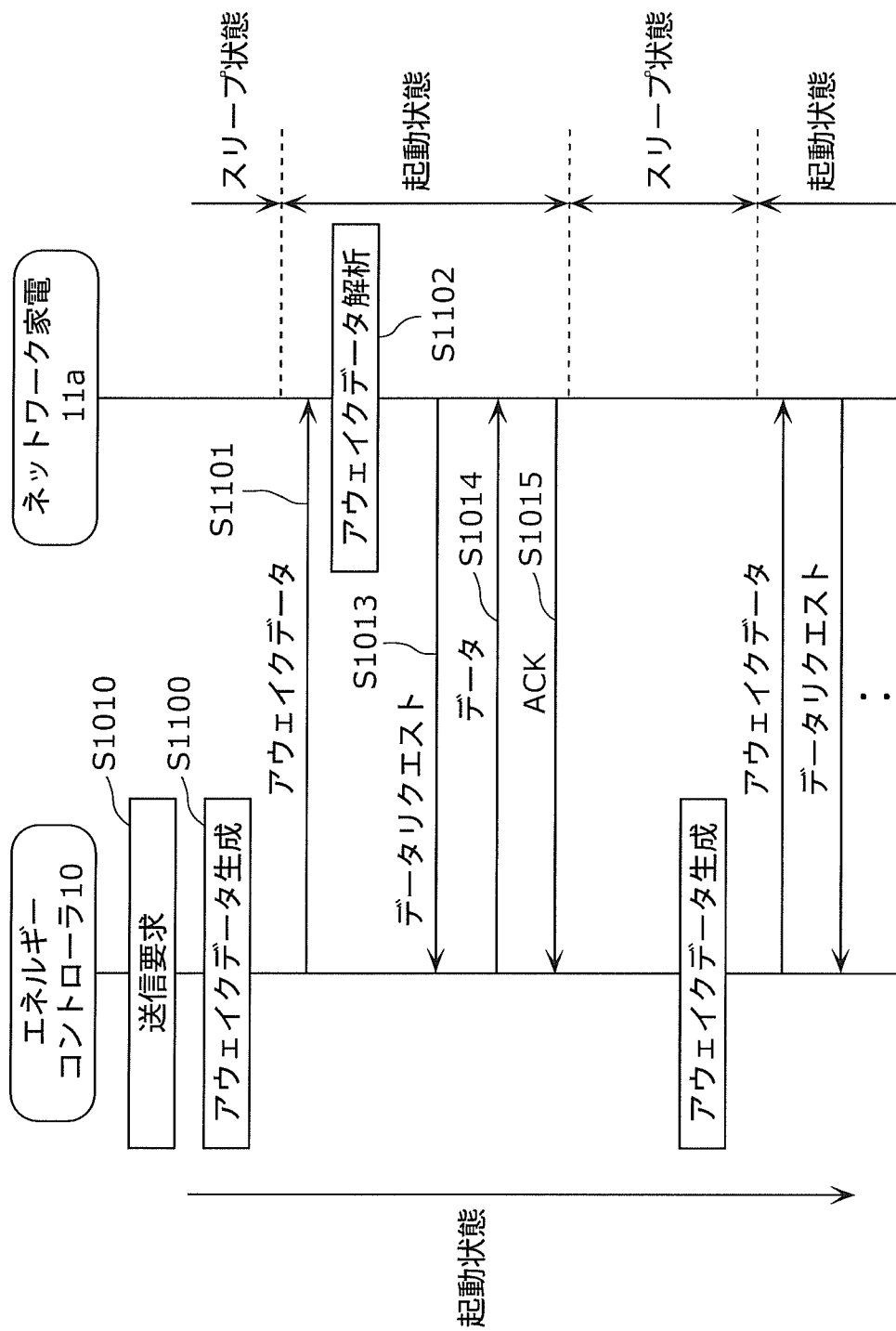
[図22]



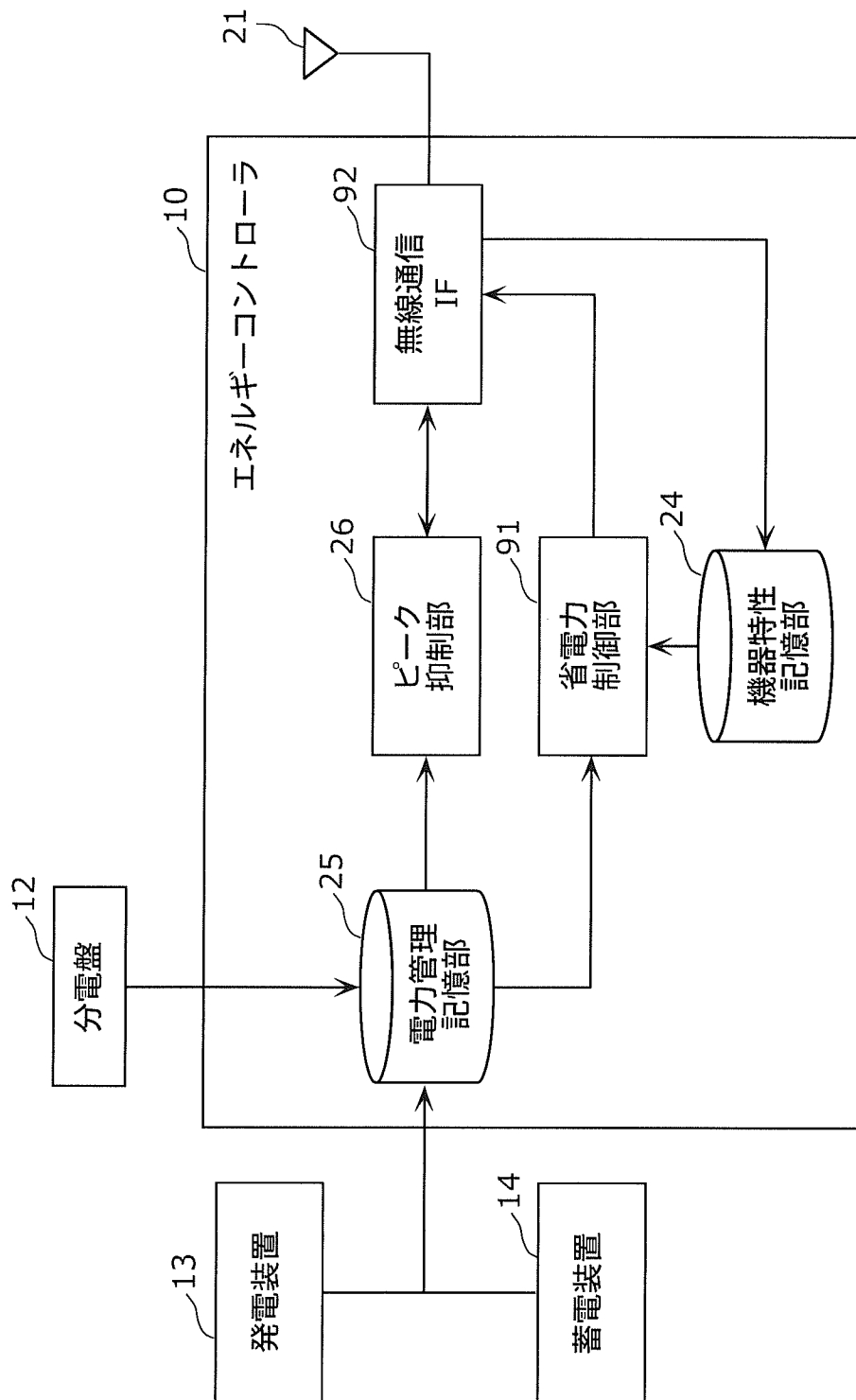
[図23]



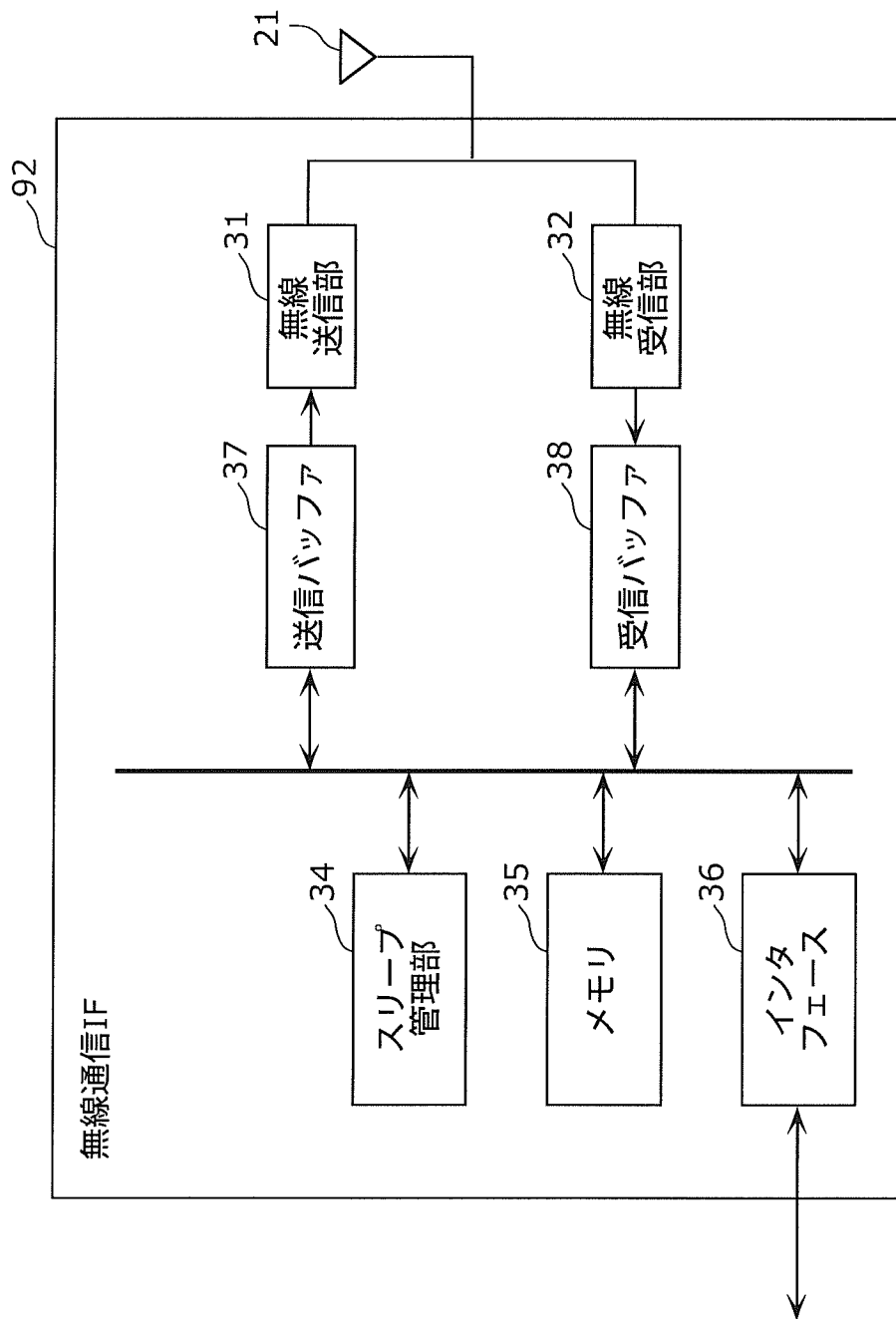
[図24]



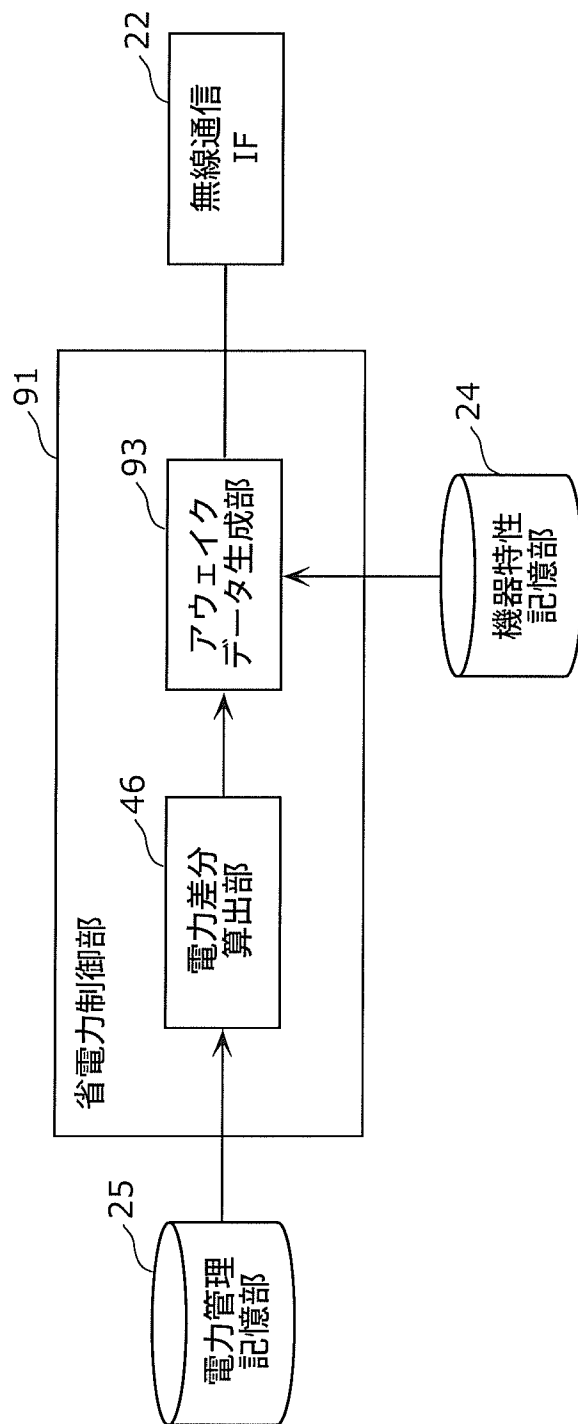
[図25]



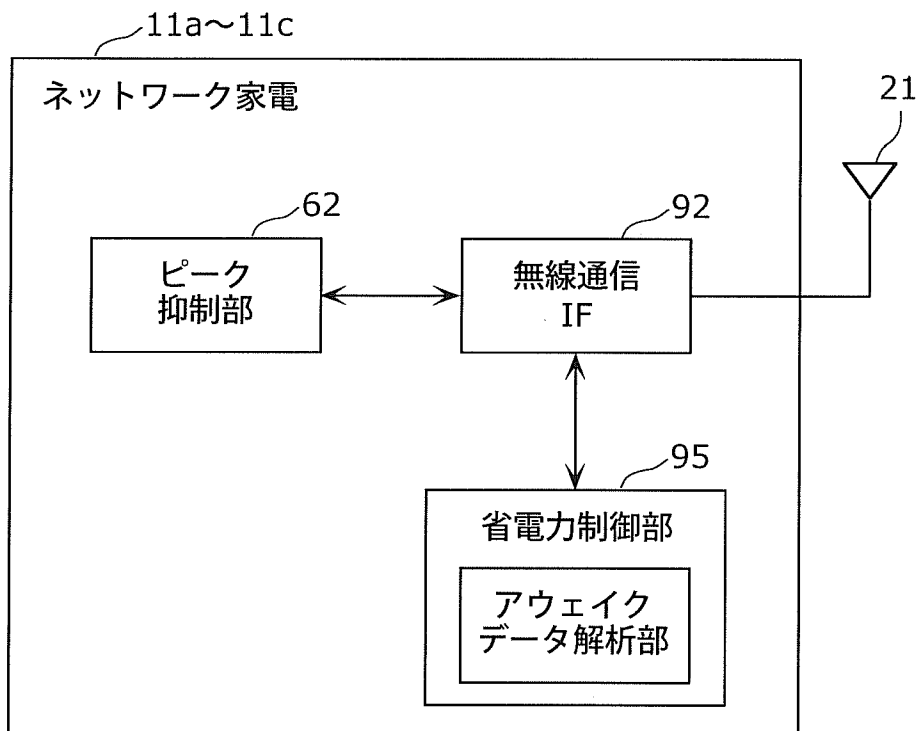
[図26]



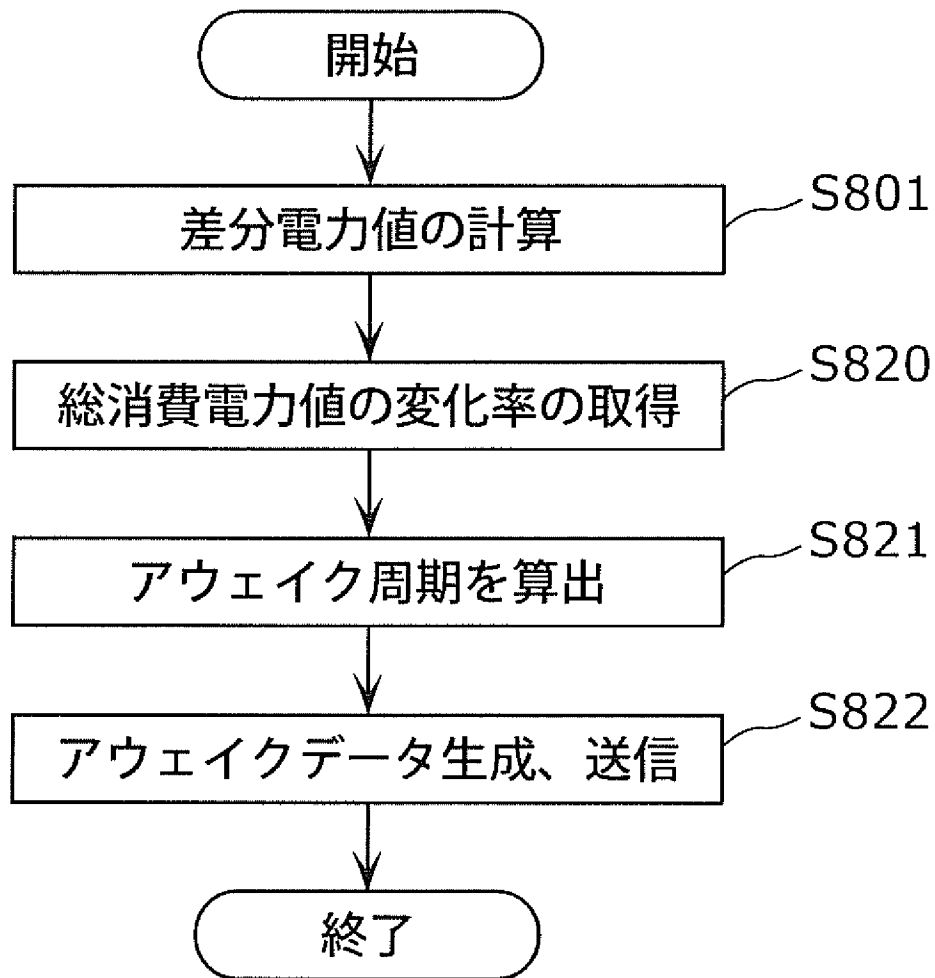
[図27]



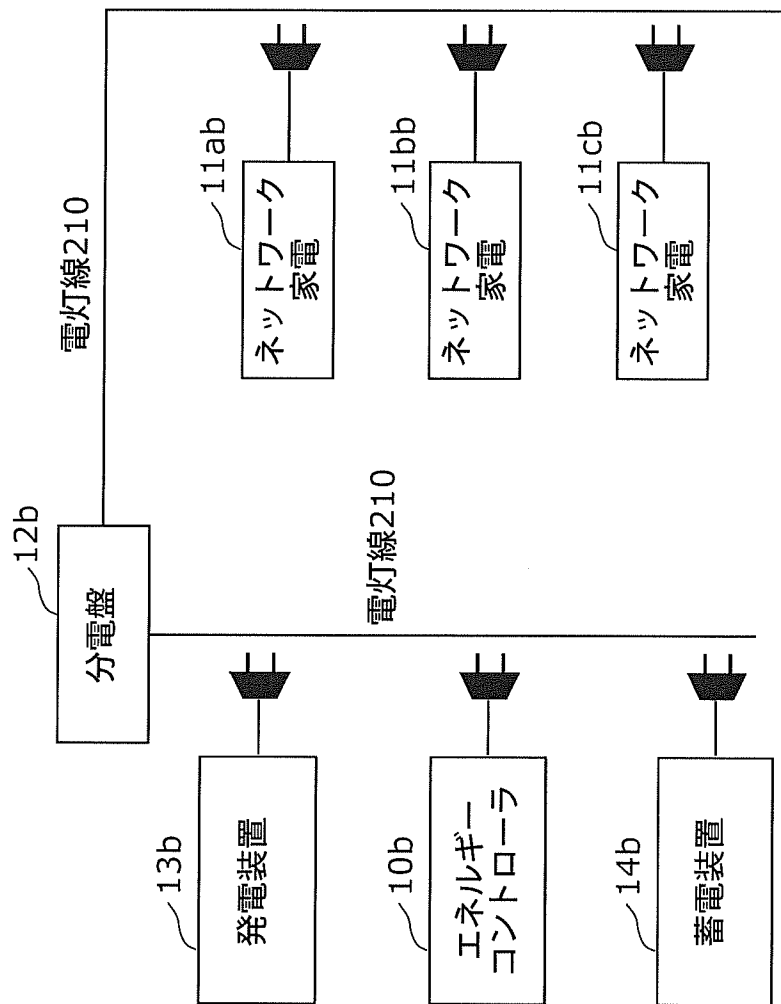
[図28]



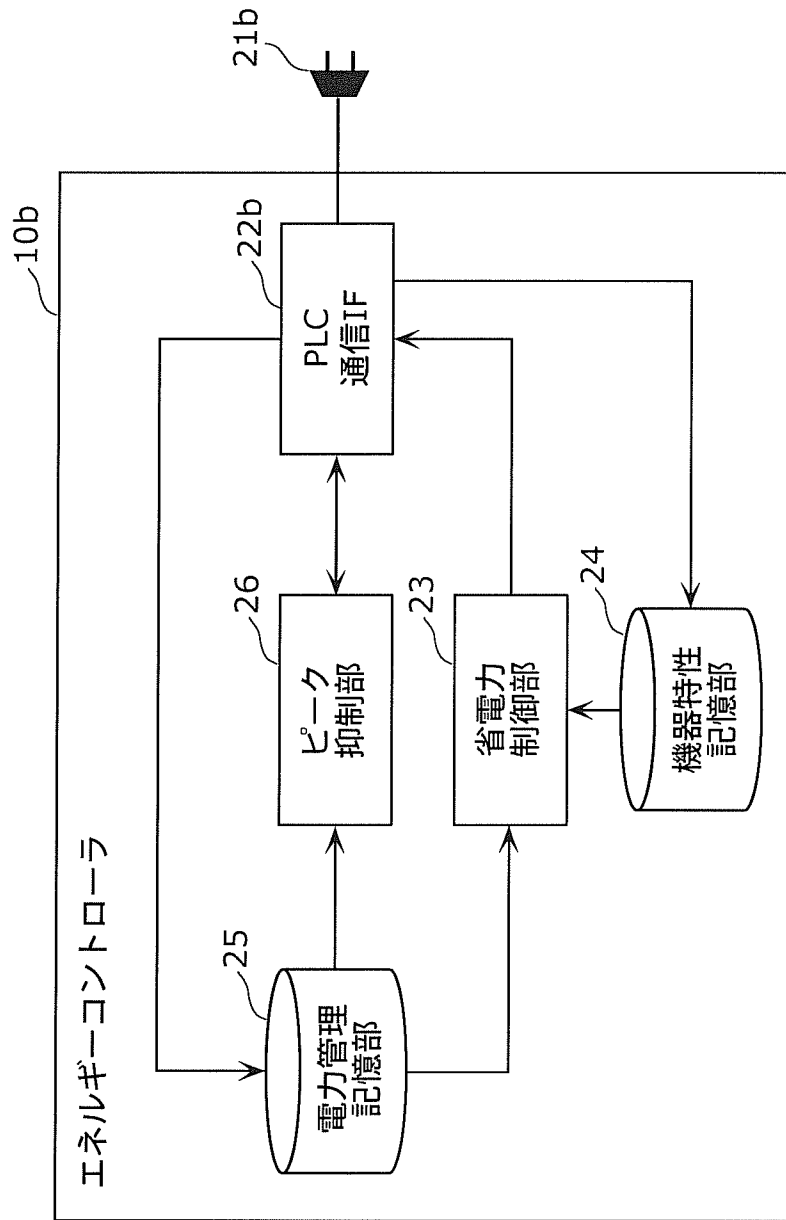
[図29]



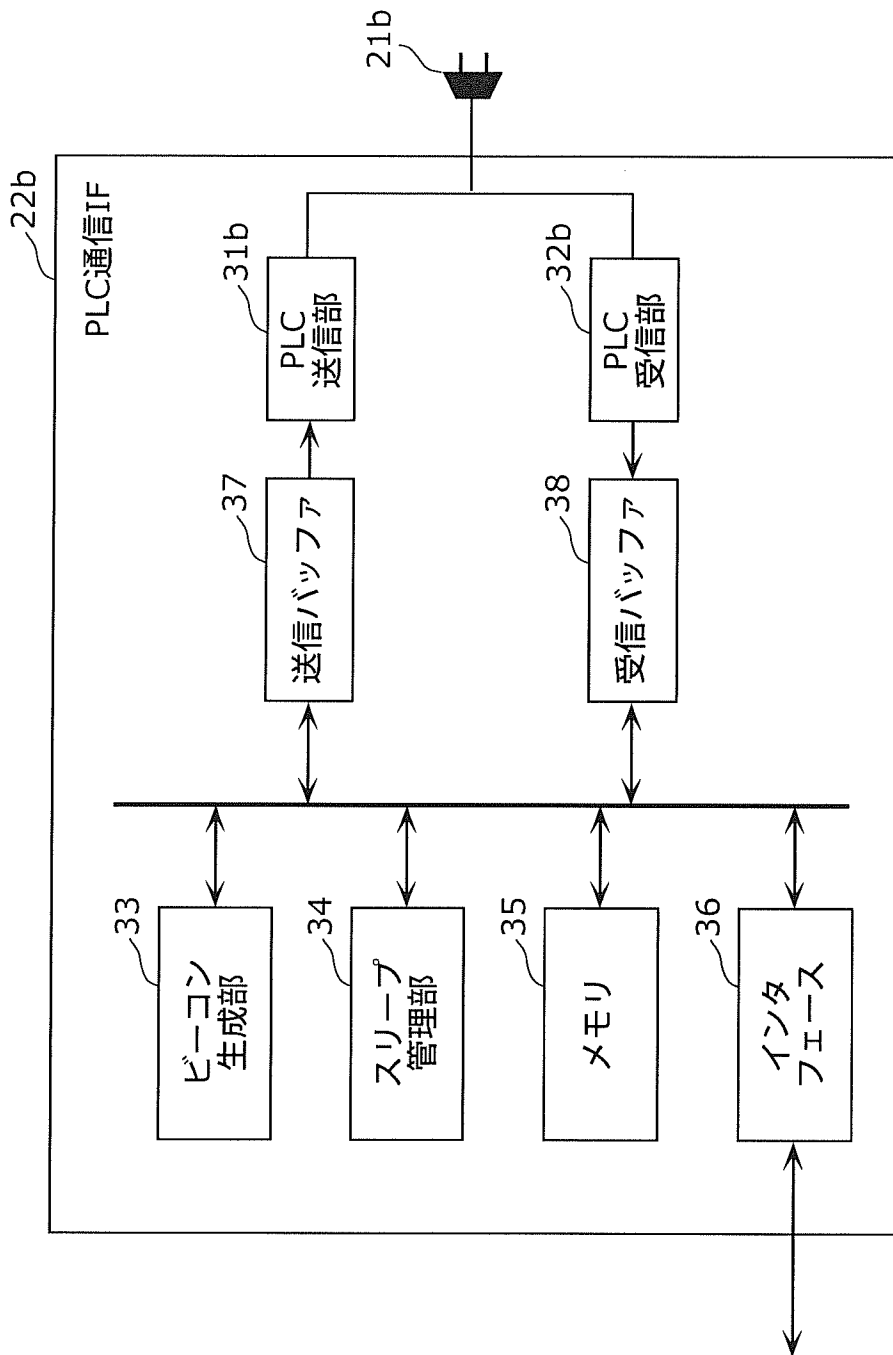
[図30]



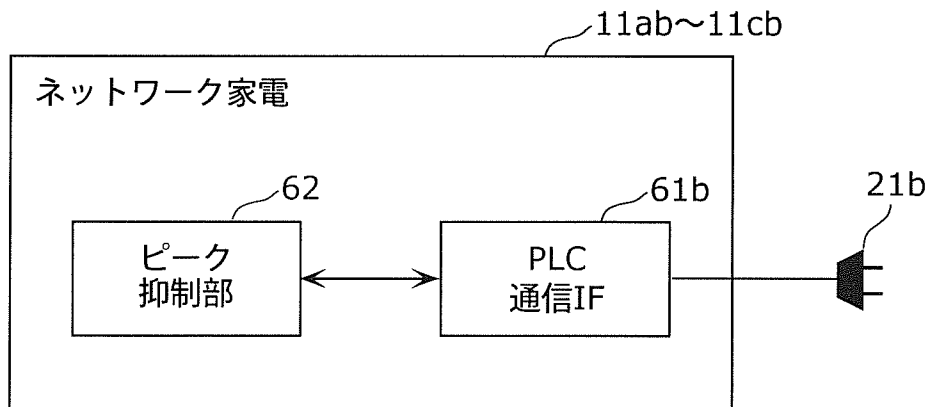
[図31]



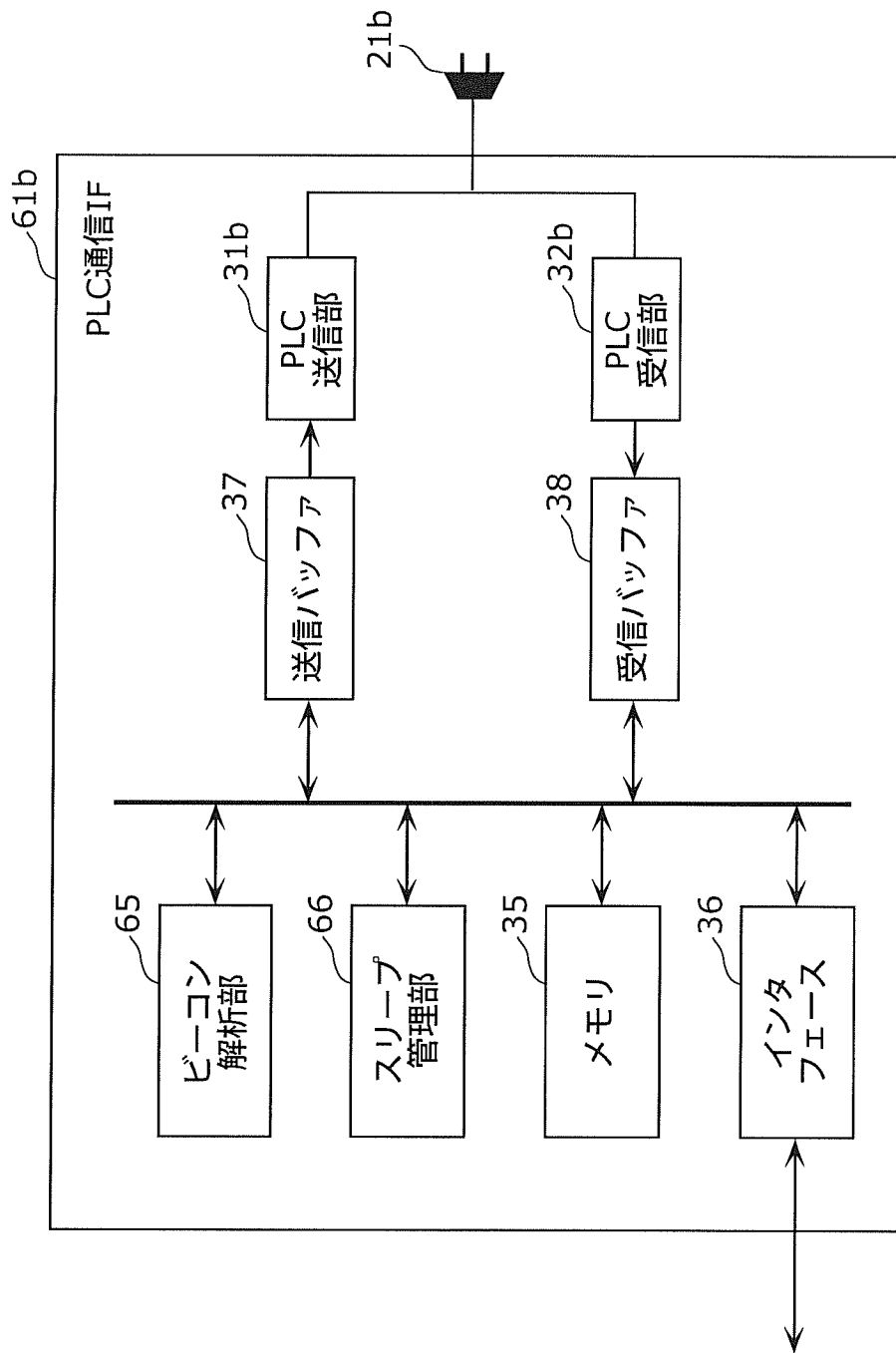
[図32]



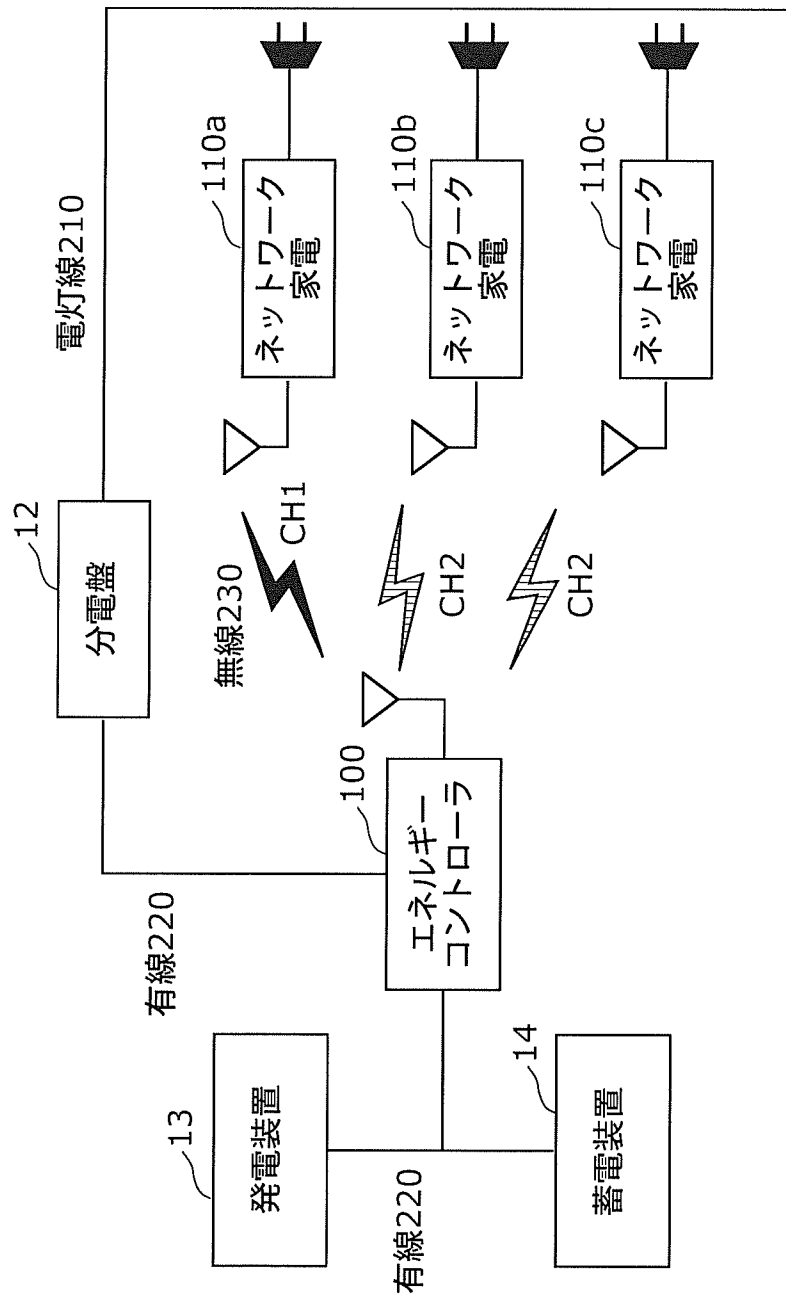
[図33]



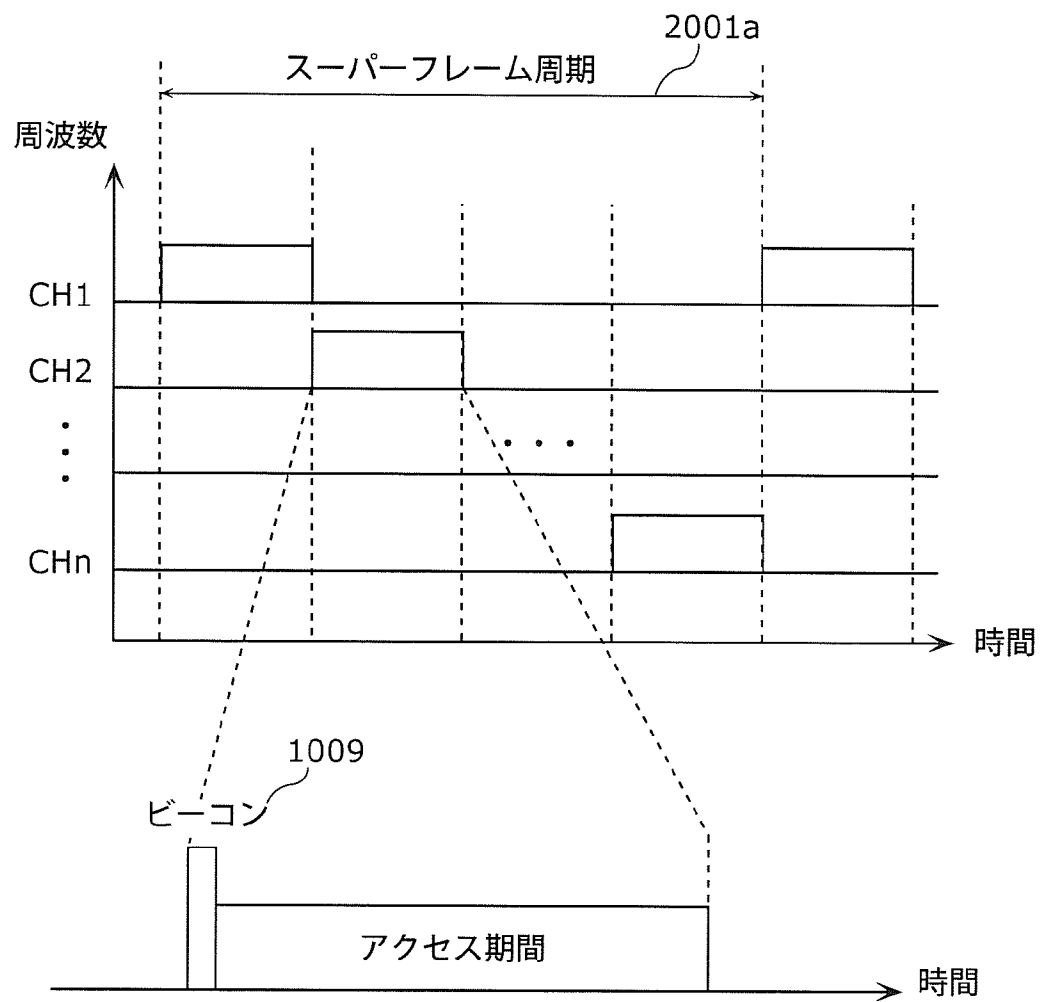
[図34]



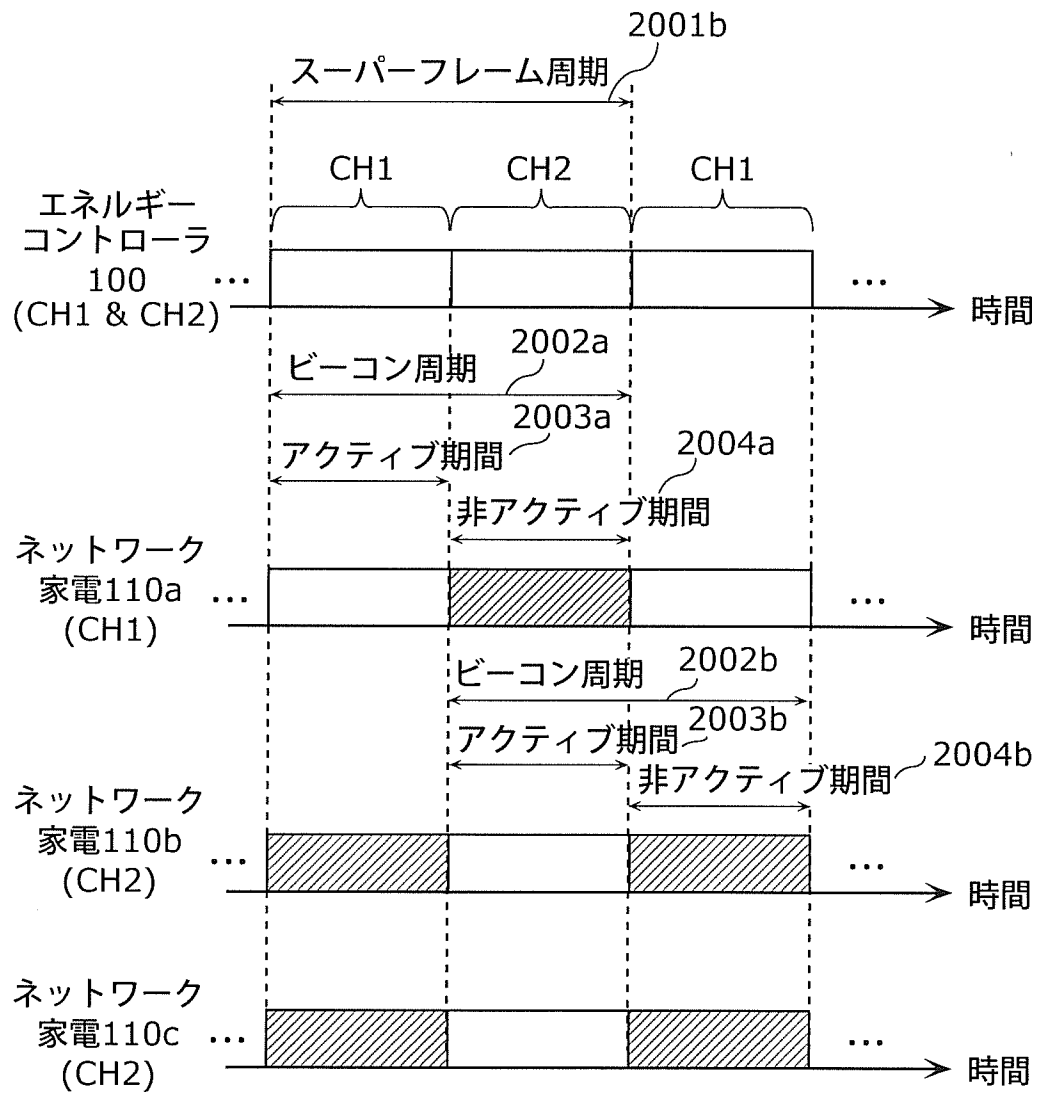
[図35]



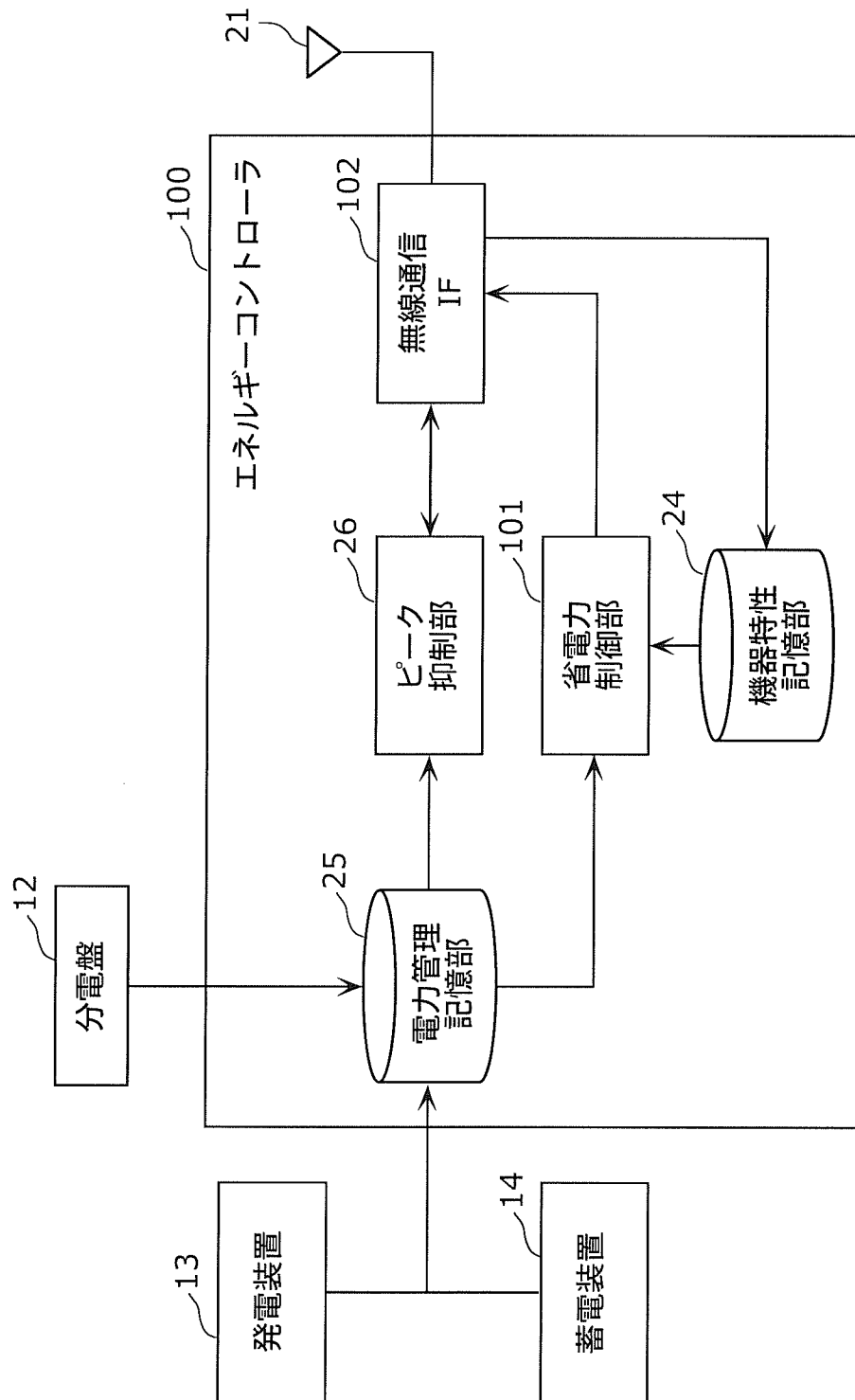
[図36]



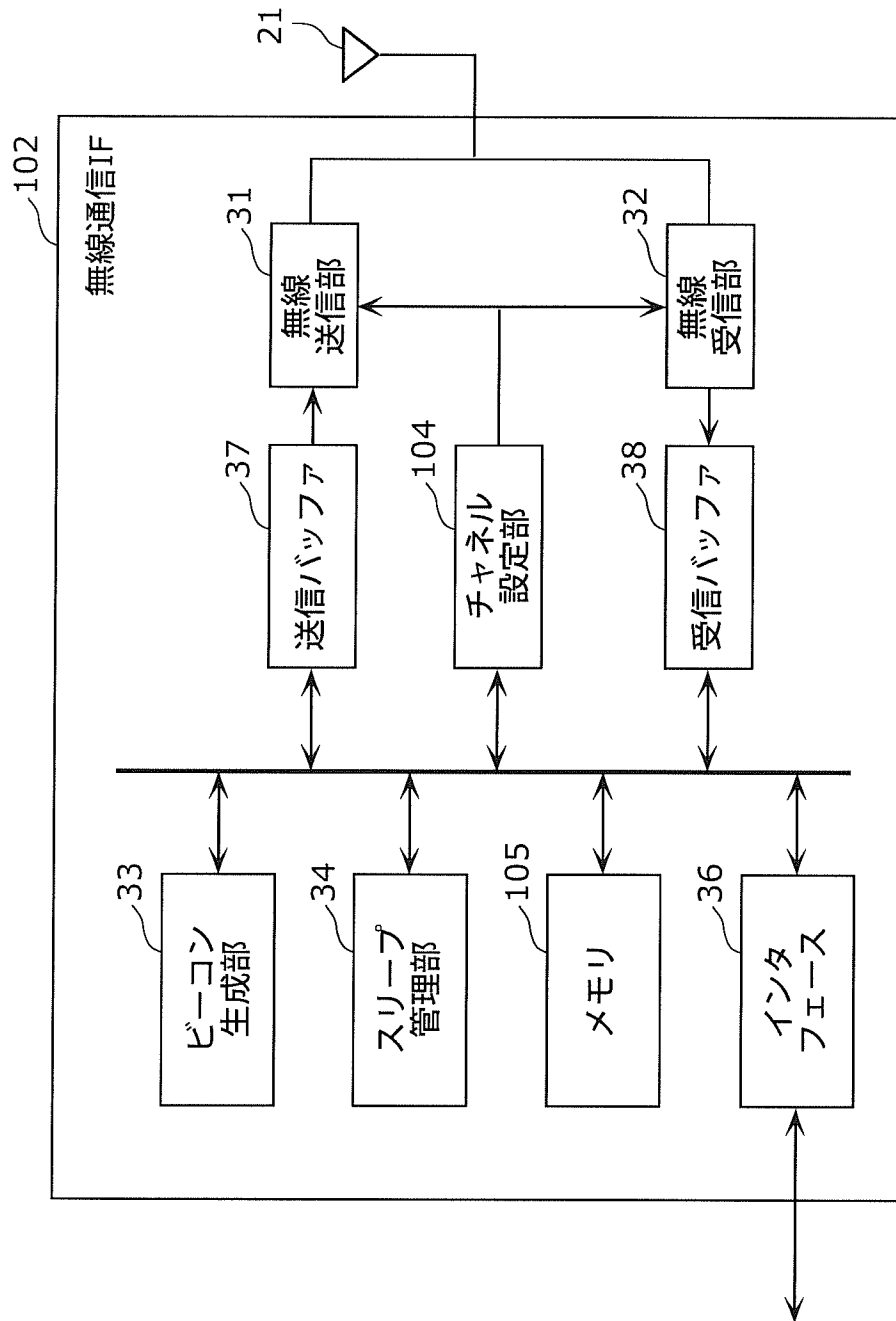
[図37]



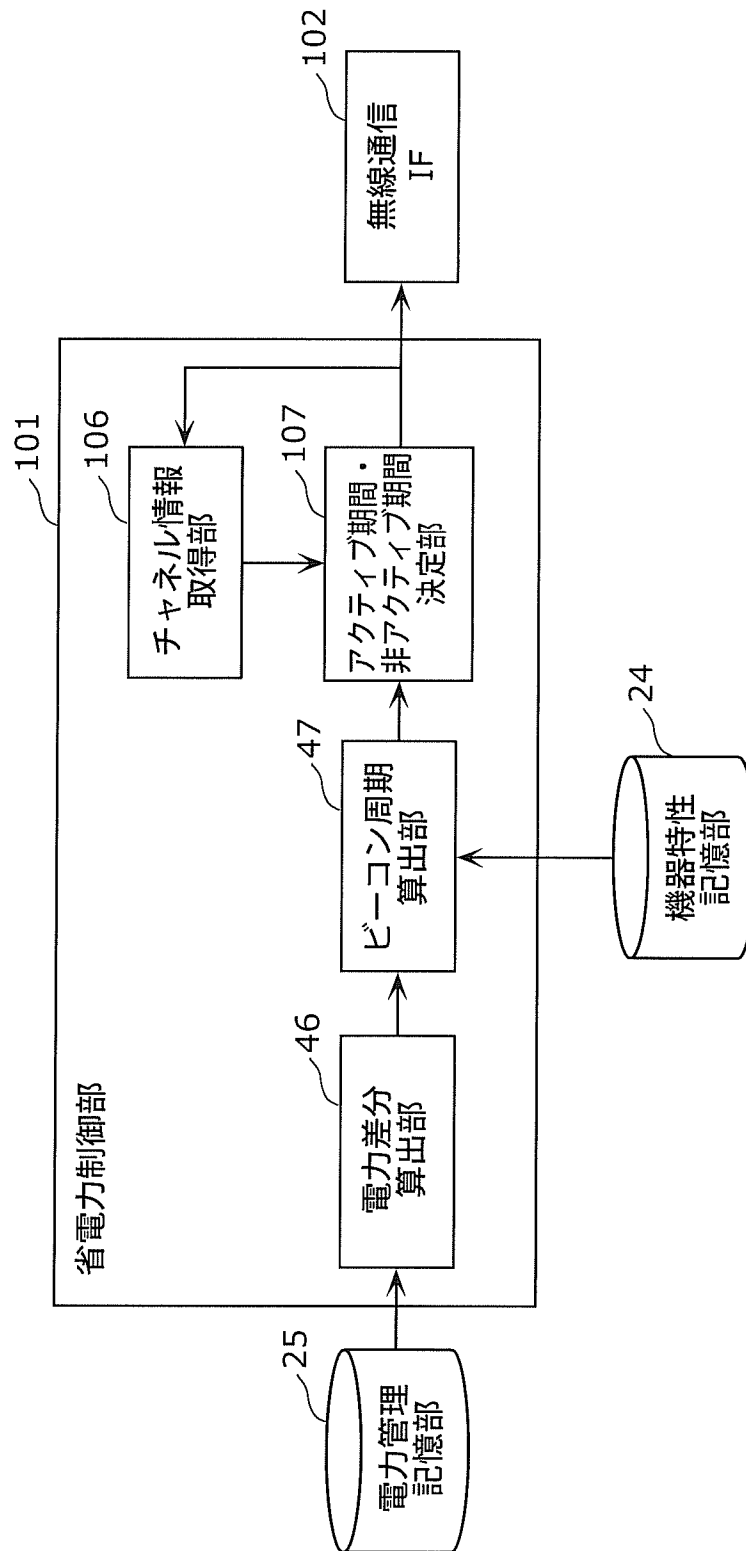
[図38]



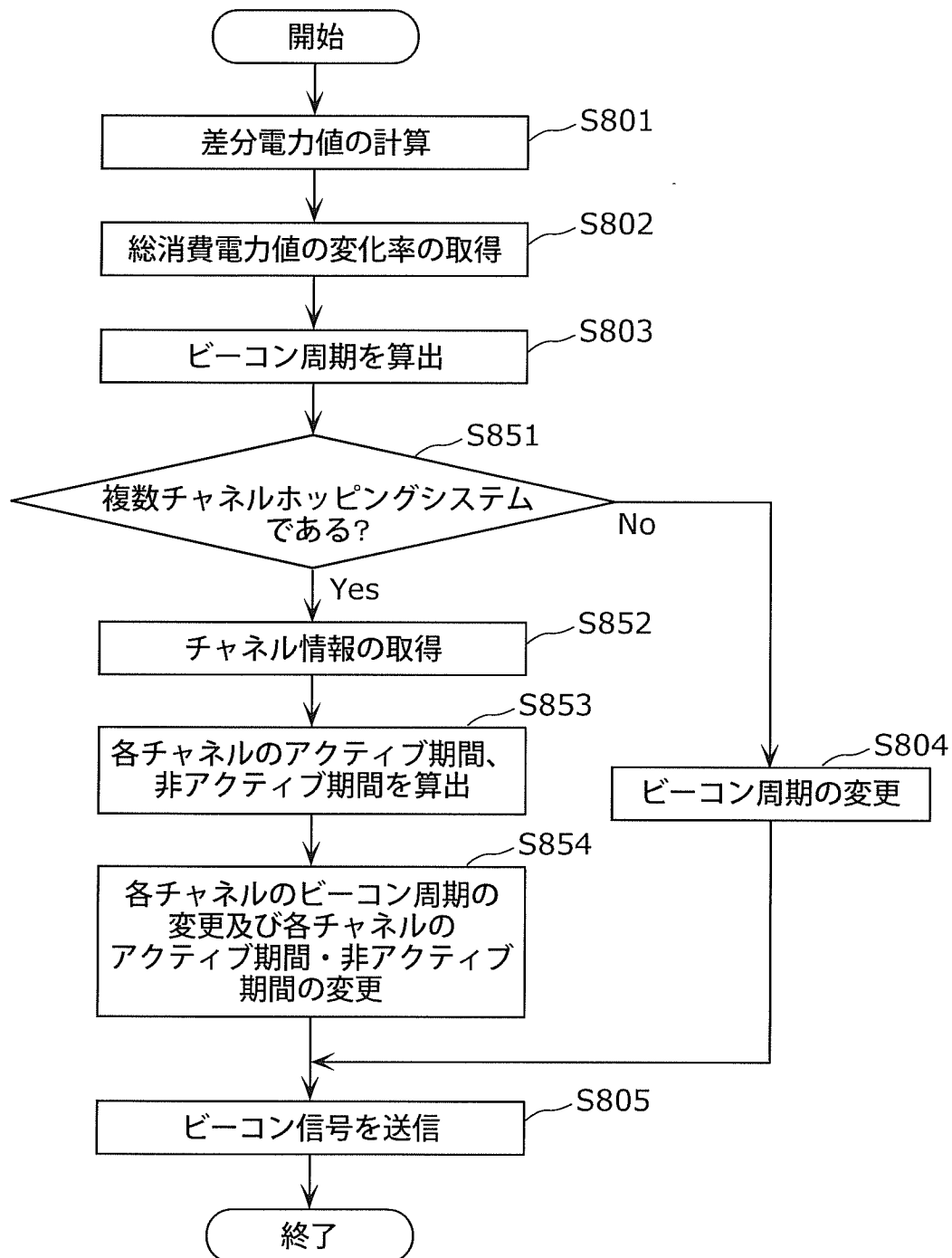
[図39]



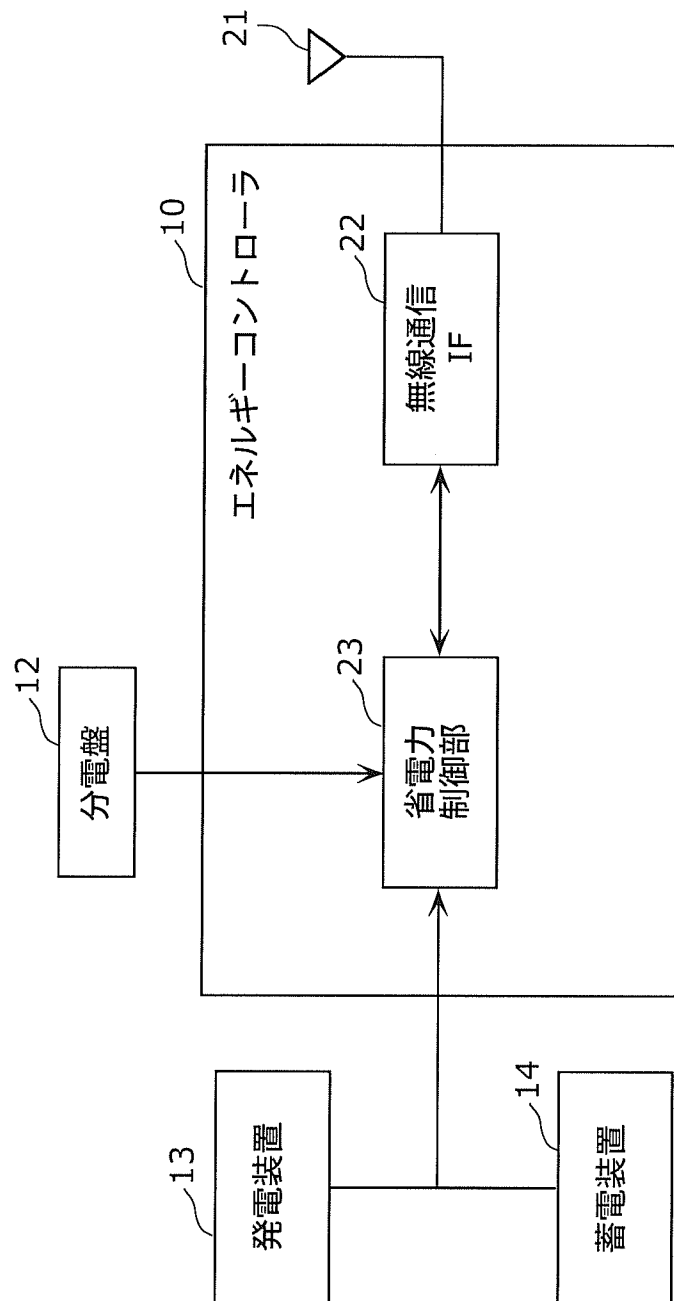
[図40]



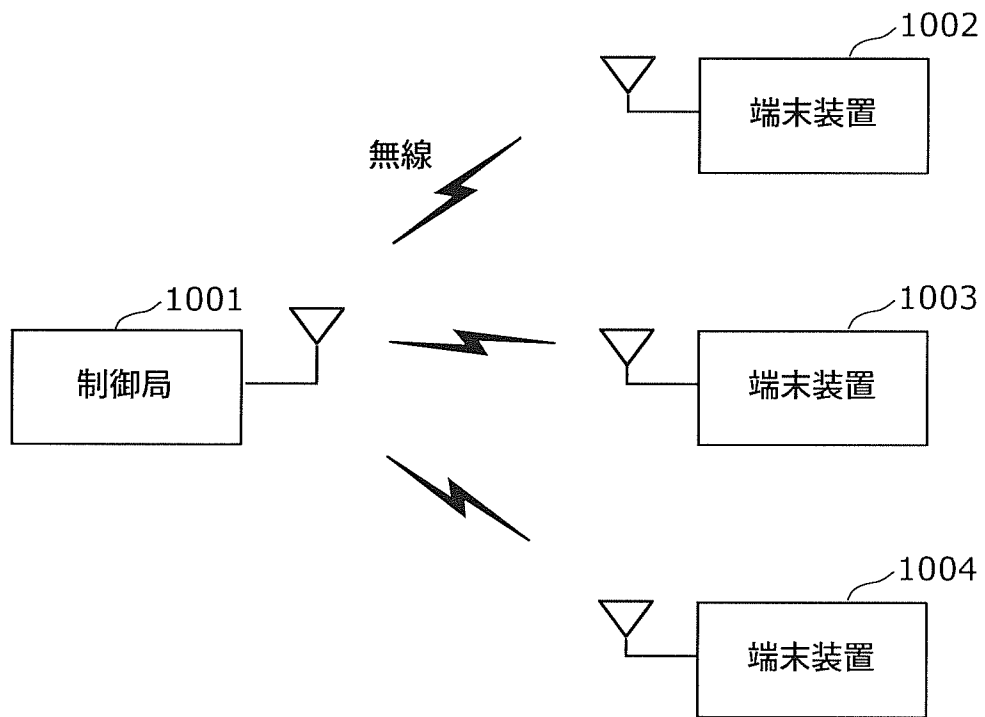
[図41]



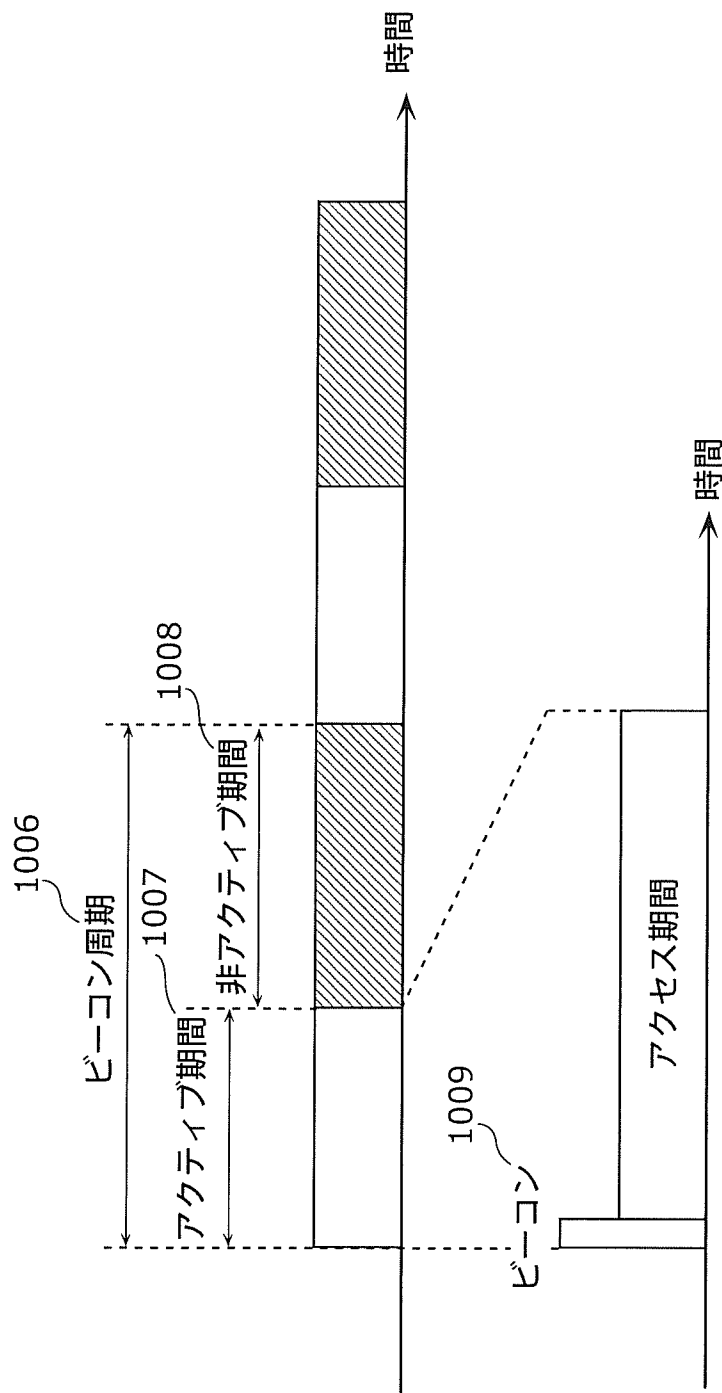
[図42]



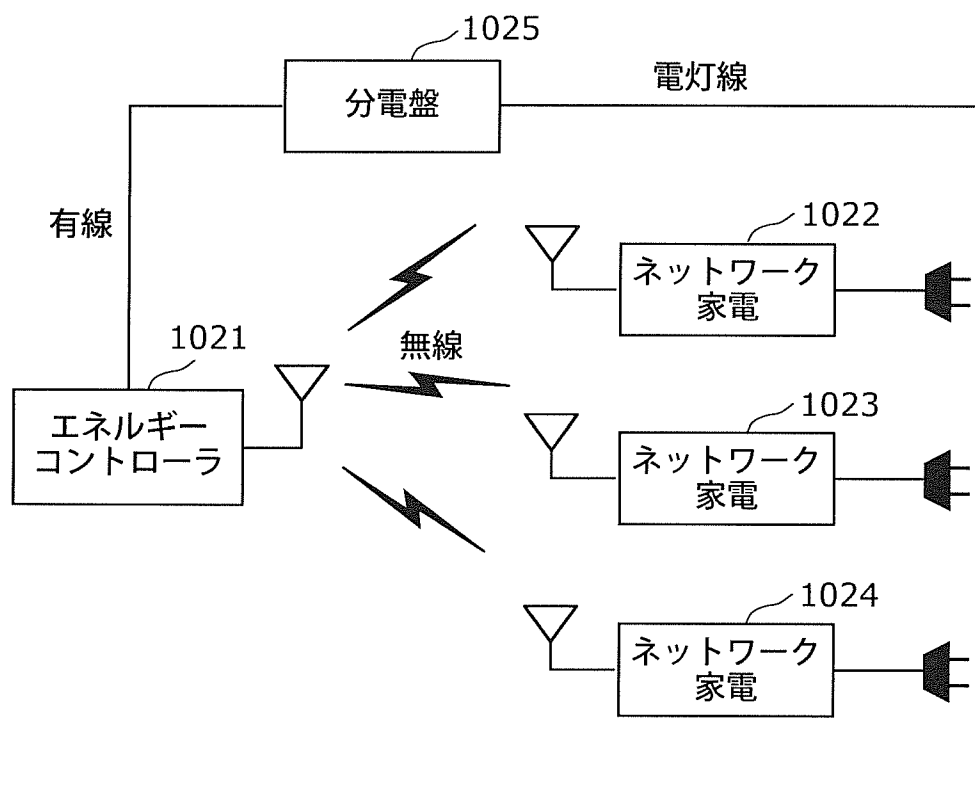
[図43]



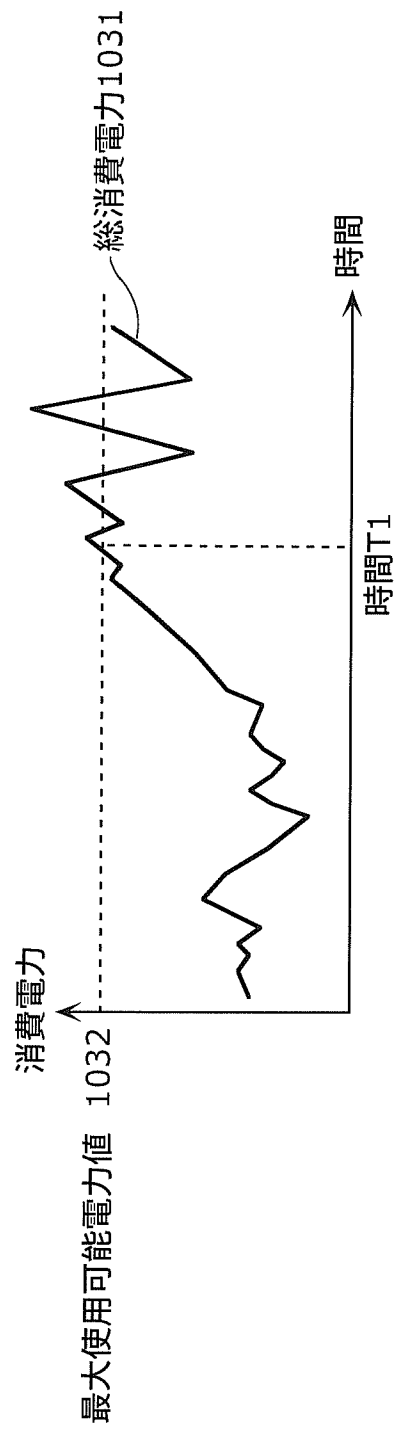
[図44]



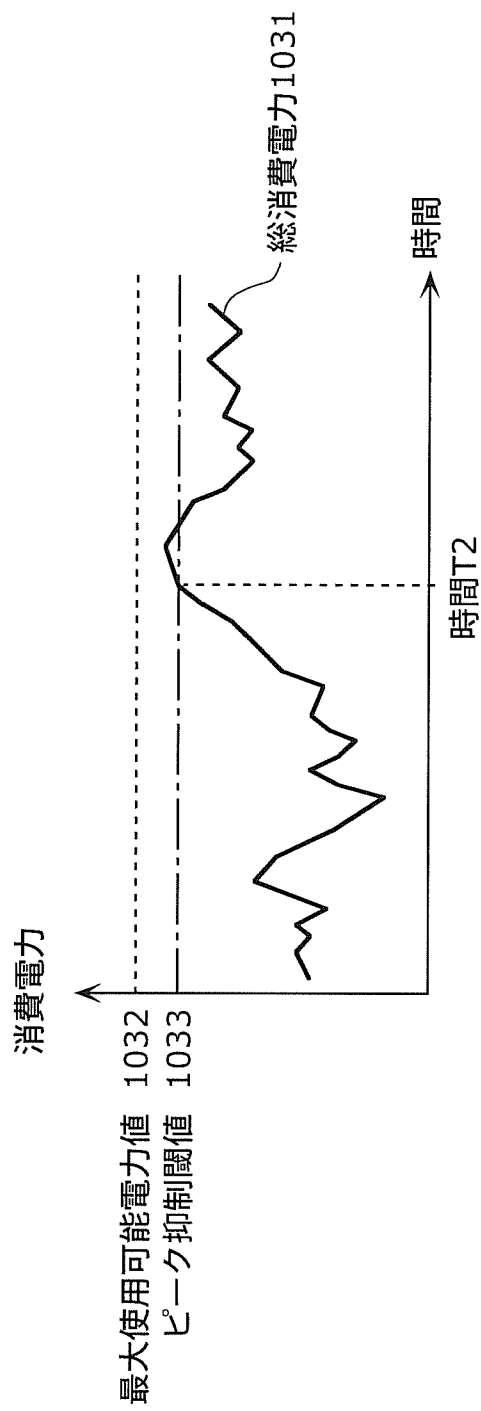
[図46]



[図47A]



[図47B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04Q9/00(2006.01) i, H02J13/00(2006.01) i

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)

H04Q9/00, H02J13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-006579 A (Toshiba Corp.), 11 January 2007 (11.01.2007), paragraphs [0010] to [0015]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-14
A	JP 2004-234622 A (Seiko Instruments Inc.), 19 August 2004 (19.08.2004), abstract; fig. 3 & US 2004/0116786 A1 & EP 1422677 A2	1-14

☐ 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
05 September, 2011 (05.09.11)Date of mailing of the international search report
13 September, 2011 (13.09.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04Q9/00(2006.01)i, H02J13/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04Q9/00, H02J13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-006579 A (株式会社東芝) 2007.01.11 ，段落 0010-0015, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2004-234622 A (セイコーインスツルメンツ株式会社) 2004.08.19 ，要約, 第 3 図 & US 2004/0116786 A1 & EP 1422677 A2	1-14

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

矢島 伸一

5 G

9 0 6 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 2 6