

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5925796号
(P5925796)

(45) 発行日 平成28年5月25日(2016.5.25)

(24) 登録日 平成28年4月28日(2016.4.28)

(51) Int.Cl.

G06F 13/00 (2006.01)

F 1

G06F 13/00 358 D

請求項の数 16 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2013-540079 (P2013-540079)
 (86) (22) 出願日 平成23年11月18日 (2011.11.18)
 (65) 公表番号 特表2014-501970 (P2014-501970A)
 (43) 公表日 平成26年1月23日 (2014.1.23)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2011/061503
 (87) 國際公開番号 WO2012/068526
 (87) 國際公開日 平成24年5月24日 (2012.5.24)
 審査請求日 平成26年4月18日 (2014.4.18)
 (31) 優先権主張番号 61/415,771
 (32) 優先日 平成22年11月19日 (2010.11.19)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 61/429,093
 (32) 優先日 平成22年12月31日 (2010.12.31)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 502208397
 グーグル インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 043 マウンテン ビュー アンフィシ
 ター パークウェイ 1600
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 ムシグナット, アンドレア
 アメリカ合衆国 カルifornia州 94
 306, パロ アルト, ハンセン ウ
 エイ 900
 (72) 発明者 スプラマニアム, センシルバセン
 アメリカ合衆国 カルifornia州 94
 306, パロ アルト, ハンセン ウ
 エイ 900

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ネットワーク接続されたサーモスタッフとクラウドベースの管理サーバとの間でデータを交換するための方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

サーモスタッフであって、
 前記サーモスタッフに動作電力を供給するように構成された電池と、
 前記電池に接続され、スリープモードとウェイクモードで動作するように構成されたプロセッサと、
 前記プロセッサに接続され、アクセスポイントを介してサーモスタッフ管理サーバと無線通信するように構成された無線通信モジュールと、を有し、

前記プロセッサは、前記ウェイクモードで動作している間、前記サーモスタッフと前記サーモスタッフ管理サーバとの間の通信チャネルの確立要求を、前記無線通信モジュールを通じて前記サーモスタッフ管理サーバに送信するようにさらに構成され、

前記プロセッサは、前記サーモスタッフと前記サーモスタッフ管理サーバとの間の通信チャネルの前記確立要求を送信した後、自身の動作モードを前記ウェイクモードから前記スリープモードへ変更するようにさらに構成され、

前記無線通信モジュールは、前記プロセッサが前記スリープモードで動作している間、前記通信チャネルを監視するようにさらに構成され、

前記無線通信モジュールがさらに、

前記プロセッサが前記スリープモードで動作している間、前記サーモスタッフ管理サーバからデータパケットを受信し、

前記受信したデータパケットの優先度を判定し、

10

20

前記受信したデータパケットを、各パケットの前記判定された優先度に基づいてフィルタリングし、

前記プロセッサの動作モードを前記スリープモードから前記ウェイクモードに変更させるために、前記フィルタリングで抽出されたデータパケットを前記プロセッサに転送する
、

ように構成され、

前記各パケットの前記優先度が標準優先度かキープアライブ優先度であり、前記受信したデータパケットが、前記キープアライブ優先度のパケットが破棄され、前記標準優先度のパケットが前記プロセッサに転送されるようにフィルタリングされることを特徴とする
サーモスタッフ。

10

【請求項 2】

前記無線通信モジュールが、複数のポートを通じて前記アクセスポイントと通信するようにさらに構成され、前記受信したデータパケットの前記優先度が、前記受信したデータパケットが前記複数のポートのどのポートで受信されたかに基づいて判定されることを特徴とする請求項1記載のサーモスタッフ。

【請求項 3】

前記プロセッサがさらに、

前記電池に関する充電レベル情報を受信し、

前記充電レベル情報の少なくとも一部を前記無線通信モジュールを介して前記サーモスタッフ管理サーバに送信する、ように構成されることを特徴とする請求項1記載のサーモスタッフ。

20

【請求項 4】

サーモスタッフとサーモスタッフ管理サーバとの間でデータを通信する方法であって、

サーモスタッフのプロセッサを、ウェイクモードとスリープモードを含む前記サーモスタッフの複数の動作モードから選択された、前記ウェイクモードで動作させるステップと、

前記プロセッサが前記ウェイクモードで動作している間、前記サーモスタッフと前記サーモスタッフ管理サーバとの間の通信チャネルの確立要求を、前記サーモスタッフから、前記サーモスタッフに含まれて前記プロセッサに接続された無線通信モジュールを介し、アクセスポイントを通じて前記サーモスタッフ管理サーバへ送信するステップと、

30

前記サーモスタッフと前記サーモスタッフ管理サーバとの間の通信チャネルの前記確立要求を送信した後、前記サーモスタッフにおいて、前記サーモスタッフの動作モードを前記ウェイクモードから前記スリープモードへ変更するステップと、

前記無線通信モジュールにより、前記プロセッサが前記スリープモードで動作している間、前記通信チャネルを監視するステップと、

を有し、

前記無線通信モジュールがさらに、

前記プロセッサが前記スリープモードで動作している間、前記サーモスタッフ管理サーバからデータパケットを受信し、

前記受信したデータパケットの優先度を判定し、

前記受信したデータパケットを、各パケットの前記判定された優先度に基づいてフィルタリングし、

40

前記プロセッサに前記プロセッサの動作モードを前記スリープモードから前記ウェイクモードに変更させるために、前記フィルタリングで抽出されたデータパケットを前記プロセッサに転送する、

ように構成され、

前記各パケットの前記優先度が標準優先度かキープアライブ優先度であり、前記受信したデータパケットが、前記キープアライブ優先度のパケットが破棄され、前記標準優先度のパケットが前記プロセッサに転送されるようにフィルタリングされることを特徴とする方法。

50

【請求項 5】

前記プロセッサが前記スリープモードで動作している間、前記無線通信モジュールにおいて、キープアライブパケットを前記サーモスタッフ管理サーバから受信するステップと、

前記プロセッサが前記スリープモードで動作している間、前記無線通信モジュールから前記サーモスタッフ管理サーバへ、前記キープアライブパケットの返信確認応答を送信するステップと、

をさらに有することを特徴とする請求項4記載の方法。

【請求項 6】

前記無線通信モジュールにおいて、前記サーモスタッフ管理サーバから、前記通信チャネルの切断および再確立の要求を受信するステップと、

前記サーモスタッフから前記アクセスポイントを通じて前記サーモスタッフ管理サーバへ、前記サーモスタッフと前記サーモスタッフ管理サーバとの間の前記通信チャネルの再確立要求を送信するステップと、

をさらに有することを特徴とする請求項4記載の方法。

【請求項 7】

前記アクセスポイントが、前記サーモスタッフに対してローカルなプライベートネットワークである第1のネットワーク上の前記サーモスタッフのネットワークアドレスと、前記サーモスタッフ管理サーバを含むパブリックネットワークである第2のネットワーク上の前記アクセスポイントのネットワークアドレスとを変換するアドレス変換テーブルを保存することを特徴とする請求項4記載の方法。

【請求項 8】

前記無線通信モジュールにおいて、前記アクセスポイントを介して前記サーモスタッフ管理サーバから伝送を受信するステップをさらに有し、

前記伝送は、前記アクセスポイントが、前記アドレス変換テーブルから前記サーモスタッフに関するエントリを削除することを妨げる、
ことを特徴とする請求項7記載の方法。

【請求項 9】

サーモスタッフ管理サーバであって、
アクセスポイントを通じてサーモスタッフと通信するように構成されたネットワークインターフェースコントローラと、

前記ネットワークインターフェースコントローラを通じて前記サーモスタッフと通信するように構成されたプロセッサと、

前記サーモスタッフとの通信チャネルを維持するためのキープアライブ間隔の長さを記憶するように構成されたメモリと、を有し、

前記プロセッサは、前記サーモスタッフと前記サーモスタッフ管理サーバとの間の前記通信チャネルの確立要求を前記サーモスタッフから受信するようにさらに構成され、

前記プロセッサは、前記ネットワークインターフェースコントローラを通じて、前記サーモスタッフと複数のキープアライブパケットを通信するようにさらに構成され、前記キープアライブパケットは前記サーモスタッフ管理サーバが前記サーモスタッフと他の通信を行わない限り前記記憶されたキープアライブ間隔で周期的に送信され、

前記プロセッサは、

前記サーモスタッフへ送信すべきデータが存在するか否かを判定し、

前記サーモスタッフへ送信すべきデータが存在するとの判定に応答して、前記送信すべきデータを高優先度データと低優先度データとに優先づけし、

前記サーモスタッフへ、前記送信すべきデータを通信するようにさらに構成され、

前記送信すべきデータの少なくとも一部の通信が、前記優先度に基づき、

前記プロセッサは、

前記サーモスタッフの電池レベルを判定するようにさらに構成され、

前記送信すべきデータを通信することが、前記サーモスタッフの前記電池レベルに関わ

10

20

30

40

50

らず前記高優先度データを通信することと、前記サーモスタッフの前記電池レベルが低くない場合に前記低優先度データを送信することとを有することを特徴とするサーモスタッフ管理サーバ。

【請求項 10】

前記キープアライブ間隔の前記長さが、前記アクセスポイントがアドレス変換テーブル内の前記サーモスタッフに関するエントリを維持することが予期される最小時間に基づくことを特徴とする請求項9記載のサーモスタッフ管理サーバ。

【請求項 11】

前記キープアライブ間隔の前記長さが、前記サーモスタッフの電池に関する充電レベルに基づくことを特徴とする請求項9記載のサーモスタッフ管理サーバ。

10

【請求項 12】

前記キープアライブ間隔の前記長さが、約1分から約5分の間であることを特徴とする請求項9記載のサーモスタッフ管理サーバ。

【請求項 13】

前記複数のキープアライブパケットが、TCP/IP ACKパケットを有することを特徴とする請求項9記載のサーモスタッフ管理サーバ。

【請求項 14】

サーモスタッフ管理サーバとサーモスタッフとの間でデータを通信する方法であって、前記サーモスタッフ管理サーバにおいて、前記サーモスタッフと前記サーモスタッフ管理サーバとの間の通信チャネルの確立要求を前記サーモスタッフから受信するステップと、

20

前記サーモスタッフ管理サーバにおいて、キープアライブパケットが前記サーモスタッフ管理サーバから前記サーモスタッフへ送信されねばならない時間間隔を示すキープアライブ間隔を決定するステップと、

前記サーモスタッフ管理サーバから前記サーモスタッフへ、複数のキープアライブパケットを通信するステップと、を有し、

前記キープアライブパケットは前記サーモスタッフ管理サーバが前記サーモスタッフと他の通信を行わない限り前記決定されたキープアライブ間隔で周期的に送信され、

前記方法は、

前記サーモスタッフ管理サーバにおいて、前記サーモスタッフ管理サーバから前記サーモスタッフへ送信すべきデータが存在するか否かを判定するステップと、

30

前記サーモスタッフ管理サーバから前記サーモスタッフへ送信すべきデータが存在するとの判定に応答して、前記送信すべきデータを高優先度データと低優先度データとに優先づけするステップと、

前記サーモスタッフ管理サーバから前記サーモスタッフへ、前記送信すべきデータを通信するステップと、をさらに有し、

前記送信すべきデータの少なくとも一部の通信が、前記優先度に基づき、

前記方法は、

前記サーモスタッフ管理サーバにおいて、前記サーモスタッフの電池レベルを判定するステップをさらに有し、

40

前記送信すべきデータを通信する前記ステップが、前記サーモスタッフの前記電池レベルに関わらず前記高優先度データを通信するステップと、前記サーモスタッフの前記電池レベルが低くない場合に前記低優先度データを送信するステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項 15】

前記サーモスタッフ管理サーバにおいて、前記通信チャネルの確立を維持するための最大時間を示すロングポーリング間隔を決定するステップと、

前記サーモスタッフ管理サーバから前記サーモスタッフへ、前記ロングポーリング間隔の間、前記複数のキープアライブパケットを通信するステップと、

をさらに有することを特徴とする請求項14記載の方法。

50

【請求項 16】

前記ロングポーリング間隔が約100分であることを特徴とする請求項15記載の方法。

。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本願は2011年11月18日にPCT国際特許出願として出願されており、米国を除く全指定国についての出願人は米国国籍企業Nest Labs. Incであり、イタリア人Andrea NUCIGNAT、米国人Oliver STEELE、米国人Senthilvasan SUPRAMANIAM、米国人Osborne B. HARDISON、および米国人Rechard J. SCHULTZは米国の指定に関してのみ出願人である。本願は2010年11月19日出願の米国仮出願第61/415,771号、2010年12月31日出願の米国仮出願第61/429,093号、および2011年10月17日出願の米国仮出願第13/275,307号の優先権主張出願であり、これらの開示内容を参照により本明細書に組み入れる。

【0002】

本特許明細書は、暖房、換気、および空調(HVAC)システムの監視および制御のようなシステム監視および制御に関する。本特許明細書は特に、ネットワークを利用可能な電池駆動型サーモスタッフを用い、電池からのエネルギー利用を節約しながらHVACを監視および制御するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】**【0003】**

より新しく、よりサステナブルなエネルギー供給の開発に向けて、多くの努力や関心が注がれ続けている。エネルギー効率を向上させてエネルギーを節約することは、世界のエネルギーの将来にとって依然として極めて重大である。米国エネルギー省の2010年10月のレポートによれば、典型的な米国の家庭におけるエネルギー消費の56%が冷暖房で占められており、大部分の家庭で最大のエネルギー出費である。大幅なエネルギー効率の上昇は、住宅冷暖房に関する施設の改良(例えば、進化した断熱材、高効率炉)とともに、住宅冷暖房機器のよりよい制御および調整によって実現することができる。思慮深く選択された間隔、かつ注意深く選択された動作レベルで暖房、換気、および空調(HVAC)機器を動作させることにより、住空間を居住者にとって適切に快適な状態に維持しながら、相当なエネルギーを節約することができる。

【0004】

社会レベルでも、各住居単位でも、居住者を快適な状態に保ちながらエネルギーを節約可能な進歩したHVAC制御能力を有する、より新しい、マイクロプロセッサ制御の「インテリジェントな」サーモスタッフで既存の古いサーモスタッフを交換することは多くの住居において有益であろう。これを実現するために、これらのサーモスタッフは設置場所の環境ならびに居住者からより多くの情報を必要とするであろう。現在および予想される戸外の気象データを取得したり、所謂デマンドレスポンスプログラム(例えば異常気象(extreme weather)の間に電力会社/utility companies)が発しうる電力警報への自動適合)と協力したり、ユーザが自身のネットワーク接続機器(例えばスマートフォン、タブレットコンピュータ、P Cベースのウェブブラウザ)を通じてサーモスタッフにリモートアクセスおよび/または制御することを可能にしたり、ネットワーク接続性を必要とする他の進んだ能力を利用できるように、好ましくは、これらのサーモスタッフが、ローカルエリアネットワーク(または他の「プライベートな」ネットワーク)およびインターネット(または他の「パブリック」ネットワーク)のようなワイドエリアネットワークの両方を含むコンピュータネットワークに接続する能力をも有することが好ましい。

【0005】

インテリジェントでネットワーク接続されたサーモスタッフを、多数の家庭および企業において広く、現実的に日常利用されるようにするためには、とりわけ、必要なプロジェクト、データ管理、およびサポートを提供可能なコンピュータ、ネットワーク、ソフ

10

20

30

40

50

トウェアシステムおよび他のネットワークインフラストラクチャの配備を必要とする。インテリジェントサーモスタッフと、集中的に提供される管理サーバ（「クラウドベースの」管理サーバと呼ぶこともできる）との間のデータ通信方法は、良好な応答性、堅牢性およびスケーラビリティを必要とする。しかし同時に、ネットワーク接続されたインテリジェントサーモスタッフの広範な導入が商業的に実現可能であるように、用いられるハードウェアおよび方法論は、家庭や企業における既存の従来のルータおよびネットワークサービスの多くの設置基盤と互換性を有し、かつ機能できなければならない。

【0006】

サーモスタッフについての別の問題は、多くの家庭および企業においてサーモスタッフが利用可能な外部電力が限られることである。本技術分野において知られているように、電子サーモスタッフはHVACシステム変圧器からサーモスタッフに通じる24VAC「共通」線（「C線」）を用いて直接電力を供給されてもよい。C線が設けられる場合、C線は電子サーモスタッフに電力を供給するという特定の目的を有する。しかしながら、多くのHVAC装置は、サーモスタッフに提供されるC線を有さない。そのような場合、多くの電子サーモスタッフはHVACコールリレーコイルに至るHVAC制御線から電力を取る「パワーステーリング」、「パワーシェアリング」、または「パワーハーベスティング」と呼ばれる方法によって電力を抽出するように設計されている。そういうたったサーモスタッフは、コールリレーコイルの応答閾値未満の少量の電流が自身を通じてコールリレーコイルに流れるようにして、自身の電力を、暖房または冷房システムの「オフ」または「活動していない(inactive)」期間に「盗む」「シェアする」または「収穫する」。暖房または冷房システムの「オン」または「活動している(active)」期間、サーモスタッフは少しの電圧降下を許可することにより、電力を取るように設計されてよい。HVACコールリレーを誤って作動させたり作動させなかつたりすることなくパワーステーリング法によって安全に供給可能な瞬時電力量は、通常、非常に限られている。これらの制限は、パワーステーリングサーモスタッフに提供することのできる処理およびネットワーク通信能力についても大幅に制限しうる。

【0007】

居住者を快適に維持しつつエネルギーを節約することの可能な、進歩したHVAC制御能力を有するマイクロプロセッサ制御のインテリジェントサーモスタッフを提供することは望ましいであろう。ネットワーク接続能力のあるそのようなサーモスタッフの提供はさらに望ましいであろう。プロビジョニング、データ管理、および多数のそのようなネットワーク接続可能なインテリジェントサーモスタッフのサポートを促進するため、クラウドベースのサーモスタッフ管理インフラストラクチャを提供することもさらに望ましいであろう。そのようなインテリジェントサーモスタッフがそのような進歩した処理、HVAC制御、およびネットワーク機能を実施可能であり、同時に、家庭および企業における現実的なHVAC取り付けの多くとサーモスタッフが互換性を有するよう、C線または住宅壁面のコンセントを必要としないパワーステーリングによって電力供給をうけることができるようになることがさらに望ましいであろう。クラウドベースのサーモスタッフ管理サーバおよびそのようなネットワーク接続サーモスタッフとの間のデータ通信を容易にするためのネットワーク通信アーキテクチャ、方法論、およびプロトコルを提供することも望ましいであろう。そのようなサーモスタッフおよびクラウドベースの管理サーバを、従来のルータおよびネットワークサービスの多くの設置基盤と互換性を有する方法で提供することも望ましいであろう。ここでの開示により、本技術分野に属する当業者は、他の事項も理解するであろう。

【発明の概要】

【0008】

共通出願人による米国特許出願第13/269,501および、上述した他の組み込まれた共通出願人の出願は、1つ以上の好適な実施形態に特に好適な、進歩した、マルチセンシングかつマイクロプロセッサ制御されたインテリジェントまたは「学習型」サーモスタッフの1つ以上を示している。このサーモスタッフは処理能力、直感的かつ見た目の洗練されたユ

10

20

30

40

50

ーザインターフェース、およびネットワーク接続性の豊かな組み合わせを提供すると同時に、内在する必須構成であるサーモスタッフハードウェアがパワースティーリングによって安全に提供可能な瞬時電力を超える電力を必要としても、C線（またはコンセントのような家庭の110V電源からの有線電力）を必要としない。説明するサーモスタッフはこれらの目標を、少なくとも、ハードウェアの消費電力がパワースティーリングで安全に提供可能な電力を下回る期間に蓄電し、ハードウェアの消費電力がパワースティーリングで安全に提供可能な電力を上回る期間に必要な追加の電力を提供するために放電する充電池（または同等のオンボード電力ストレージ媒体）を利用して達成する。ここで開示される1つ以上の実施形態により、HVACシステムに好適かつ適切なタイミングでの制御を行うためのサーモスタッフとクラウドベースの管理との間のタイムリーなデータ転送を実現しながら、サーモスタッフとクラウドベースの管理サーバとの間のネットワーク通信を、電力消費の低減と充電池の長寿命化を促進するような方法で手助けする方法、システムおよび関連するアーキテクチャが提供される。

【0009】

好適な一実施形態によれば、サーモスタッフは、自身の充電池の充電レベル（「電池レベル」）を検出するための回路と、少なくとも1つの「スリープ」モード（低めの電力）および少なくとも1つの「ウェイク」モード（高めの電力）を含む複数の異なる電力消費モードを有するマイクロプロセッサと、Wi-Fiチップのような無線通信モジュールを含む。無線通信モジュールは、サーモスタッフが設置される家庭、企業または他の構成（「筐体」）にサービスを提供するローカルエリアネットワーク（「プライベートネットワーク」）に関連付けられた、統合ルータと通信する。統合ルータはネットワークアドレス変換(NAT)機能を含み、筐体のプライベートネットワークとインターネットのような外部パブリックネットワーク上の外部機器との間のデータ接続を手助けする。インターネットのパブリックアクセスを有するクラウドベースの管理サーバ（「クラウドサーバ」）は、サーモスタッフの無線通信モジュールへデータパケットを送信するとともに、無線通信モジュールから送信されたデータパケットを受信するように構成およびプログラムされる。無線通信モジュールは、サーモスタッフマイクロプロセッサから受信したデータパケットを、クラウドサーバに配信するために統合ルータへ転送するようにプログラムされかつ構成される。無線通信モジュールはさらに、クラウドサーバから送信されたデータパケットを統合ルータから受信するとともに、受信したデータパケットを、クラウドサーバがデータパケットに割り当てている優先度に基づいて選択的にマイクロプロセッサに転送するようにプログラムされかつ構成される。一実施形態について、受信データパケットには標準優先度とキープアライブ優先度を含む2つの優先度のうちの1つが割り当てられている。標準優先度パケットはマイクロプロセッサに転送される。キープアライブ優先度パケットは廃棄される。マイクロプロセッサがスリープモードであれば、無線通信チップからマイクロプロセッサへの標準優先度パケットの転送が、マイクロプロセッサをウェイクモードに移行させる。ウェイクモードの間、マイクロプロセッサは必要に応じてコネクションをオープンおよびクローズしながら、クラウドサーバからの標準優先度を有する関連パケットを用い、必要に応じて無線通信モジュールを通じてクラウドサーバと通信することができる。これらの通信には、サーモスタッフからクラウドサーバへの、サーモスタッフの現電池レベルの継続的な通知(ongoing notifications)が含まれている。クラウドサーバはサーモスタッフから受信した最新の電池レベルを記録する。他の通信目的で確立されたオープンコネクションがない場合、マイクロプロセッサは無線通信モジュールにコネクションオープンニングロングポーリングパケットをクラウドサーバに送信させ、30～60分と言った比較的長いロングポーリング間隔についてコネクションをオープン状態に保つ。必要なアクティビティがない場合、サーモスタッフマイクロプロセッサはその後ロングポーリング間隔の間スリープモードに移行してもよい。（マイクロプロセッサスリープ期間に対応しうる）サーモスタッフからの音信がない期間、クラウドサーバは、例えばブラウザまたはスマートフォンユーザインターフェースからのリモートユーザコマンド、外部通知または公共事業会社からのデマンドレスポンス要求、スケジュールされたソフトウェア更新など

10

20

30

40

50

、サーモスタッフに対して通信を潜在的に要求する1つ以上のイベントを処理してもよい。好適な一実施形態によれば、クラウドサーバは、潜在的に通信を開始させうるイベントの各々を、複数の温度調節重要度クラスの1つに分類し、対応する標準優先度の（従ってマイクロプロセッサをウェイクモードとする）通信をサーモスタッフと行う(instantiate)かどうかを(i)サーモスタッフの最新電池レベルおよび(ii)温度調節重要度クラスに基づいて判定するように構成されかつプログラムされる。最新電池レベルが高いか問題のないレベルであれば、標準優先度の通信が全てのイベントについて実施され、最新電池レベルが低いか問題のあるレベルであれば、標準優先度の通信は高い温度調節重要度クラスのイベントだけについて実施される。最後に、クラウドサーバは、送信すべき標準優先度パケットがない場合には、1～5分ごとのような予め定められたキープアライブ間隔でキープアライブパケットを無線通信モジュールに送信するように構成されかつプログラムされる。ある簡単な例では、無線通信モジュールが廃棄するようにプログラムされている単なる「ACK」パケットがクラウドサーバからキープアライブ優先度パケットとして送信され、一方でクラウドサーバからの他の全てのパケットは標準優先度パケットと見なされて無線通信モジュールからサーモスタッフマイクロプロセッサに転送される。しかしながら、「キープアライブ優先度パケット」がTCP「ACK」パケットに限定されるものと解されるべきではなく、ルータを通過し、Wi-Fiチップに到達し、Wi-Fiチップにマイクロプロセッサを目覚めさせないメッセージと解釈されるいかなるタイプのメッセージをも含みうることを理解すべきである。簡単な例において、セットポイント温度変更コマンドがユーザのスマートフォンリモコンを通じてユーザから受信されたイベントは、クラウドサーバによって「高い」温度調節重要性を有するものとして分類され、その結果クラウドサーバは、マイクロプロセッサを目覚めさせる標準優先度メッセージをロングポーリング間隔中に、電池レベルとは無関係に送信させるであろう。そして、そのメッセージはマイクロプロセッサを目覚めさせ、マイクロプロセッサにセットポイント温度を変更するように命令するであろう。対照的に、スケジュールされた周期的なソフトウェア更新イベントはクラウドサーバに「低い」温度調節重要性として分類されるであろう。その結果、最新電池レベルが低いか問題のあるレベルであれば、クラウドサーバはサーモスタッフへの対応する標準優先度データ通信を送信せず、スリープしているマイクロプロセッサをスリープしたままとして、電池が再度許容レベルまで充電されるチャンスを広げるであろう。都合の良いことに、全てのコネクションは上述したロングポーリングの機能を利用してプライベートネットワーク内から実施されるため、少なくとも上述したロングポーリング態様のおかげで、上述した電池コンシャスな節電手法はプライベートネットワークの統合ルータに内蔵されたセキュリティファイアウォール機能と互換性を有する。同時に、上述したキープアライブパケット少なくとも用いることにより、上述した電池コンシャスな節電手法は、ロングポーリング間隔が満了する前に関連するトラフィックがない場合にNATテーブルエントリをシャットダウンすることが多い、多くの共通ルータのネットワークアドレス変換(NAT)テーブル感度と互換性を有する。同時に、説明した手法は、電池コンシャスかつ、電池容量が少ない場合には、処理が必要な温度調節重要イベントが無い限り、スリープ状態のサーモスタッフマイクロプロセッサがクラウドサーバに目覚めさせられないようにして電池を保持するものである。ここでさらに説明する別の好ましい実施形態によれば、2つより多くの温度調節重要度クラスがクラウドサーバによって割り当てられ、通信パケットを送信するとのクラウドサーバの決定において2つより多くの異なる電池レベルが考慮され、また2つより多くのパケット優先度がクラウドサーバによって割り当てられる。さらなる好ましい実施形態によれば、異なる重要度を表すために、送信されるパケット上の異なるポート番号を用いるなどすることにより、より多くの異なるレベルのイベント又はパケット重要性が無線通信モジュールからマイクロプロセッサに通信されてよい。

【0010】

本発明のいくつかの見地は、一部が充電池のような電池で駆動されるサーモスタッフのネットワークと通信するためのネットワークシステムおよび関連するアーキテクチャである。本発明の一見地において、サーモスタッフ通信サーバは電池駆動のサーモスタッフと

10

20

30

40

50

ネットワークを通じて通信する。インターネットのようなパブリックネットワークを用い、サーモスタッフはサーモスタッフ通信サーバと確立した通信チャネルを通じて電池レベルを提供する。サーモスタッフ通信サーバは、サーモスタッフに何のデータを送信すべきかを決定するため、サーバの記憶エリアに電池レベルを保存する。さらに、サーモスタッフ通信サーバは、低優先度データタイプから高優先度データタイプまでのデータ優先度に従い、通信チャネルを通じてサーモスタッフに送信すべき1つ以上のデータタイプを分類する。低優先度データタイプはサーモスタッフ通信サーバおよびサーモスタッフの動作に余り重要でないデータを含み、高優先度データタイプはずっと重要なデータを含む。サーモスタッフが用いる電池に関する電池レベルが低電池レベルであれば、サーモスタッフ通信サーバは高優先度データタイプに分類されたデータだけを通信チャネルを通じてサーモスタッフに送信してよい。これによってサーモスタッフが消費する電力を節約し、サーモスタッフ上の電池に充電や他の機能の実行するための時間を与えることができる。しかし、サーモスタッフの電池レベルが高レベルであると判定されれば、サーモスタッフ通信サーバは低優先度タイプから高優先度データタイプに分類されたデータを通信チャネルを通じてサーモスタッフに送信してよい。10

【0011】

本発明の別の見地において、通信チャネルはサーモスタッフ通信サーバについてインターネットに登録されたパブリックネットワークアドレスとプライベートネットワーク上のサーモスタッフについてルータのネットワークアドレス変換(NAT)テーブルを通じて提供されるパブリックネットワークアドレスとを用いて確立される。通信チャネルを利用可能に保つため、サーモスタッフ通信サーバは、サーモスタッフ通信サーバから通信チャネルを通じてサーモスタッフへ、ルータのNATタイムアウト期間を超えない最大の時間間隔でキープアライブパケットを送信する、TCPオーバIPのようなネットワーク通信プロトコルを用いてロングポーリング間隔を設定する。20

【0012】

本発明のさらに別の見地において、サーモスタッフ通信サーバは、異なるデータ優先度タイプをサーモスタッフに送信するために複数の通信チャネルを用いる。一実施形態において、サーモスタッフ通信サーバは、サーモスタッフ通信サーバとサーモスタッフとの間に複数の通信チャネルを確立するための要求をサーモスタッフから受信する。さらに、サーモスタッフ通信サーバは、低優先度データタイプから高優先度データタイプまでのデータ優先度に従い、サーモスタッフに送信すべき1つ以上のデータタイプを分類する。サーモスタッフ通信サーバは低優先度データタイプに分類されたデータを低優先度データタイプに関連付けられた第1ネットワーク通信チャネルを通じて送信し、高優先度データタイプに分類されたデータを高優先度データタイプに関連付けられた第2ネットワーク通信チャネルを通じて送信する。30

【0013】

本発明の別の見地において、サーモスタッフは、低優先度データタイプに分類された受信データ用にサーモスタッフ上の第1通信チャネルを予約するとともに、高優先度データタイプに分類された受信データ用にサーモスタッフ上の第2通信チャネルを予約する。サーモスタッフは第1通信チャネルおよび第2通信チャネルを通じてサーモスタッフ通信サーバから受信したデータを処理し、サーモスタッフに付随する電池の電池レベルが低電池レベル以下かどうかを判定する。電池レベルが低電池レベル以下の場合、サーモスタッフは、第2通信チャネルを通じてその後受信する、高優先度データタイプに分類されたデータの処理を有効としつつ、第1通信チャネルを通じてその後受信する、低優先度データタイプに分類されたデータを廃棄するように自身を設定する。電池レベルが低電池レベルより高い場合、サーモスタッフは、第1通信チャネルを通じてその後受信する、低優先度データタイプに分類されたデータの処理と、第2通信チャネルを通じてその後受信する、高優先度データタイプに分類されたデータの処理をいずれも有効とするように自身を設定する。40

【0014】

50

本発明の別の見地は、ネットワーク上の複数のサーモスタッフからサーモスタッフイベントを収集し、中央サーバに保存するための代理報告サーモスタッフの利用を含む。代理報告サーモスタッフは電池駆動される複数のサーモスタッフから構成されるサーモスタッフ報告グループの一部である。いくつかの実施形態では、サーモスタッフ報告グループから最高電池レベルチャージを有するサーモスタッフが代理報告サーモスタッフに選択される。グループ内の各サーモスタッフは自身のイベントを、各サーモスタッフでの動作および発生するイベントに対応するログに記録する。各サーモスタッフによって記録されたこれらイベントはネットワークを通じて送信され、収集され、代理報告サーモスタッフに関連付けられた記憶エリアに保存される。各イベントに含まれるサーモスタッフ識別子は、各イベントがどのサーモスタッフで発生したかを示す。所定時間後、もしくは記憶エリアが一杯になると、代理報告サーモスタッフはイベントをサーモスタッフ報告グループから中央サーバにアップロードする。コネクションが未確立であれば、代理報告サーモスタッフは一般的にインターネット上に存在する中央サーバとの通信チャネルを確立する。代理報告サーモスタッフに関連付けられた記憶エリアに収集されたイベントがアップロードされると、グループからの新たなイベントを保存できるよう、代理報告サーモスタッフ上の記憶エリアを消去することができる。10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】1以上の環境条件の制御に、本発明の実施形態に従って実施されたサーモスタッフを用いる例示的な筐体を示す図である。20

【図2】本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタッフを用いて制御されるHVACシステムの模式図である。

【図3A】本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタッフの前向きの面および表示を示す図である。

【図3B】本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタッフの前向きの面および表示を示す図である。

【図4A】本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタッフを操作するユーザの手を示す図である。

【図4B】本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタッフを操作するユーザの手を示す図である。30

【図5】本発明の実施形態に従って実施されたサーモスタッフ管理システムに接続されたプライベートネットワーク上のサーモスタッフおよびコンピュータを示す図である。

【図6A】本発明の実施形態に従って、データに割り当てられたデータ優先度およびサーモスタッフ上の電池レベルを用いて通信を制御するサーモスタッフ通信サーバを示す図である。

【図6B】本発明の実施形態に従って、データに割り当てられたデータ優先度およびサーモスタッフ上の電池レベルを用いて通信を制御するサーモスタッフ通信サーバを示す図である。

【図7】本発明の実施形態に従って、エネルギーの節約とサーモスタッフの高性能動作の促進とを両立させる、サーモスタッフ管理システムのサーモスタッフ通信サーバ部分を示す図である。

【図8A】本発明の実施形態に従って、電池エネルギーの節約およびサーモスタッフの性能進展を両立させながら電池駆動型サーモスタッフと通信するために、サーモスタッフ通信サーバが行う動作のフローチャートである。

【図8B】本発明の実施形態に従って、サーモスタッフの電池レベルおよびデータに関連付けられたデータ優先度タイプに基づいてサーモスタッフ通信サーバがデータを送信する際のデータの流れおよびイベントを示す、データの流れ図である。

【図9A】本発明の実施形態に係る、異なるデータ優先度タイプに分類されたデータを受信するために複数の通信チャネルを用いる模式的な電池駆動型サーモスタッフと通信システムとを示す図である。50

【図9B】本発明の実施形態に係る、異なるデータ優先度タイプに分類されたデータを受信するために複数の通信チャネルを用いる模式的な電池駆動型サーモスタッフと通信システムとを示す図である。

【図9C】本発明の実施形態に従って、複数の通信チャネルを通じて通信するためにサーモスタッフ通信サーバが行う動作のフローチャートである。

【図9D】本発明の実施形態に従って、複数の通信チャネルを通じて通信するためにサーモスタッフが行う動作のフローチャートである。

【図9E】本発明の実施形態に従って異なるデータ優先度タイプを送信する複数の通信チャネルを用いる、データおよびイベントの流れを示す例示的なデータの流れ図である。

【図10A】本発明の実施形態に係る、共通イベントログにイベントを収集する複数のサーモスタッフを有する報告グループについての模式的なブロック図およびフローチャートである。

【図10B】本発明の実施形態に係る、共通イベントログにイベントを収集する複数のサーモスタッフを有する報告グループについての模式的なブロック図およびフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下の詳細な説明においては、説明を目的として、本発明の様々な実施形態の完全な理解を提供するために多くの具体的な詳細が説明される。本技術分野に属する当業者は、本発明のこれら様々な実施形態が、例示のみを目的としたものであって、多少なりとも限定する意図が存在しないことを理解するであろう。ここでの開示の利益を享受する当業者は、本発明の他の実施形態に容易に到達するであろう。

【0017】

さらに、明瞭さを目的として、ここで説明される実施形態の所定の機能については必ずしも全てが図示または説明されてはいない。本技術分野に属する当業者は、本当の実施時には、特定の設計目標を達成するために実施固有の多数の決定が必要となりうることを容易に理解するであろう。これら設計目標は実施形態ごとに、また開発者ごとに異なりうる。さらに、そういう開発努力は複雑かつ時間を要しうるものであるが、本開示の利益を享受する当業者にとってはありふれた作業であることが理解されよう。

【0018】

1つ以上の実施形態は、例えば一戸建て住宅のような住居で使用される典型的なHVACシステムについて説明されるが、本教示の範囲はそのように限定されるものではないことを理解されたい。より一般的には、1つ以上の好適な実施形態に係るサーモスタッフは、1つ以上のHVACシステムを有する広範な筐体(enclosure)に適用可能であり、そのような筐体の非限定的な例には、2世帯住宅(duplexes)、タウンハウス(townhomes)、集合住宅、ホテル、小売店、オフィスビル、および工業用建物が含まれる。さらに、ここで説明する1つ以上のシナリオの文脈上、ユーザ、顧客、設置者(installer)、住宅所有者、占有者、ゲスト、テナント、家主、修理人などの単語が、サーモスタッフ、他の機器またはユーザインターフェースを対話的に操作する1人以上の人物を言及するために用いられるかもしれないが、それらの参照は、本教示の範囲が、そのような動作を実行している1人以上の人物に限定されるものとは決して解されてはならない。

【0019】

本特許明細書の主題は、本出願人による以下の出願の主題に関連するものであり、これら出願の各々は参照により本明細書に組み込まれる。米国特許出願第12/881,430号(2010年9月14日出願)；米国特許出願第12/881,463号(2010年9月14日出願)；米国特許仮出願61/415,771号(2010年11月19日出願)；米国特許仮出願61/429,093号(2010年12月31日出願)；米国特許出願第12/984,602号(2011年1月4日出願)；米国特許出願第12/987,257号(2011年1月10日出願)；米国特許出願第13/033,573号(2011年2月23日出願)；米国特許出願第29/386,021号(2011年2月23日出願)；米国特許出願第13/034,666号(2011年2月24日出願)；米国特許出願第13/034,674号(2011年2月24日出願)；米国特許出願第13/034,678号

10

20

30

40

50

(2011年2月24日出願) ; 米国特許出願第13/038,191号 (2011年3月1日出願) ; 米国特許出願第13/038,206号 (2011年3月1日出願) ; 米国特許出願第29/399,609号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,614号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,617号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,618号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,621号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,623号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,625号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,627号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,630号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,632号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,633号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,636号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第29/399,637号 (2011年8月16日出願) ; 米国特許出願第13/199,108号 (2011年8月17日出願) ; 米国特許出願第13/267,871号 (2011年10月6日出願) ; 米国特許出願第13/267,877号 (2011年10月6日出願) ; 米国特許出願第13/269,501号 (2011年10月7日出願) ; 米国特許出願第29/404,096号 (2011年10月14日出願) ; 米国特許出願第29/404,098号 (2011年10月14日出願) ; 米国特許出願第29/404,097号 (2011年10月14日出願) ; 米国特許出願第29/404,103号 (2011年10月14日出願) ; 米国特許出願第29/404,104号 (2011年10月14日出願) ; 米国特許出願第29/404,105号 (2011年10月14日出願) ; 米国特許出願第13/275,307号 (2011年10月17日出願) ; 米国特許出願第13/275,311号 (2011年10月17日出願) ; 米国特許出願第13/317,423号 (2011年10月17日出願) ; 米国特許出願第13/279,151号 (2011年10月21日出願) ; 米国特許出願第13/317,557号 (2011年10月21日出願) ; および米国特許仮出願61/27,996号 (2011年10月21日出願)。
10

【0020】

図1は、1以上の環境条件の制御に、本発明の実施形態に従って実施されたサーモスタッフ110を用いる例示的な筐体を示す図である。例えば、筐体100は、HVACシステム120が提供する暖房および冷房の制御に学習型サーモスタッフ110(便宜上「サーモスタッフ110」とも呼ぶ)を用いている一戸建て住宅タイプの筐体を示している。本発明の代替実施形態は、2世帯住宅、集合住宅内の1区画、オフィスや小売店といった小規模商業建築物、またはこれらと他のタイプの筐体との組み合わせからなる建築物または筐体を含む、他のタイプの筐体にも適用されてよい。

【0021】

図1におけるサーモスタッフ110の一部の実施形態は、筐体100に関する環境からデータを収集するための1つまたは複数のセンサを内蔵している。サーモスタッフ110に内蔵されるセンサは、占有状態(occupancy)、温度、明るさおよび他の環境条件を検出し、HVACシステム120の制御および動作に影響を与えてよい。サーモスタッフ110に内蔵されるセンサはサーモスタッフ110から突き出ることはなく、それによって住宅又は他の筐体内の占有者に気付かれることのない、スタイリッシュかつ洗練されたデザインを提供する。そのため、サーモスタッフ110はインテリアデザインの全体的な見栄えを向上させつつ、ほとんどの装飾と容易にフィットする。

【0022】

本明細書において「学習型」サーモスタッフとは、少なくとも1つの自動的に検知されるイベントおよび/または少なくとも1つの過去又は現在のユーザ入力に基づいて、暖房および/または冷房スケジュールにおける1つ以上の将来の設定値を自動的に確立および/または変更する能力を有する、1つのサーモスタッフまたはマルチサーモスタッフネットワーク内の複数の通信サーモスタッフの1つを意味する。本明細書において「主」サーモスタッフとは、HVACシステムに通じるHVAC制御線(例えばW, G, Yなど)への電気接続などにより、HVACシステムの全部または一部を作動させるために電気的に接続されているサーモスタッフを意味する。本明細書において「補助」サーモスタッフとは、HVACシステムに電気的に接続されてはいないが、少なくとも1つのセンサを有し、主サーモスタッフとのデータ通信により、主サーモスタッフによるHVACシステムの制御に影響を与えたリ制御を助けたりするサーモスタッフを意味する。ある特定の有用なシナリオにおいて、サ
40
50

一モスタッフ 110 は主学習型サーモスタッフであり、壁に取り付けられるとともにHVAC制御線の全てに接続されている。一方、リモートサーモスタッフ 112 は補助学習型サーモスタッフであり、寝室用照明またはドレッサーに配置されている。補助学習型サーモスタッフの外観およびユーザインタフェースの機能は主学習型サーモスタッフと同様であり、補助学習型サーモスタッフはさらに、主学習型サーモスタッフと同様の検知能力（例えば温度、湿度、動き、周辺光、近接）を有するが、HVAC制御線のどれにも接続されていない。HVAC制御線には接続されていないが、補助学習型サーモスタッフは、筐体内の設置位置で追加温度データを提供したり、占有者情報を提供したり、ユーザに追加のユーザインタフェースを提供したりといったように、HVACシステムの制御を向上させるために主学習型サーモスタッフと無線通信したり強力したりする。

10

【0023】

サーモスタッフ 110 が主学習型サーモスタッフでありリモートサーモスタッフ 112 が補助学習型サーモスタッフである所定の実施形態は特に有利ではあるが、本教示の範囲はそのような形態に限定されないことを理解すべきである。従って、例えば、ネットワーク接続サーモスタッフとオンラインユーザアカウントとを自動的に組にするか関連付ける、ある初期プロビジョニング方法は、サーモスタッフが主学習型サーモスタッフである場合に特に有利であるが、主非学習型サーモスタッフ、補助学習型サーモスタッフ、補助非学習型サーモスタッフ、または他のタイプのネットワーク接続サーモスタッフおよび／またはネットワーク接続センサを用いるシナリオに対してより広範に適用可能である。さらなる例として、サーモスタッフを遠隔制御するための所定のグラフィカルユーザインタフェースは、サーモスタッフが主学習型サーモスタッフである場合に特に有利であるかもしれないが、主非学習型サーモスタッフ、補助学習型サーモスタッフ、補助非学習型サーモスタッフ、または他のタイプのネットワーク接続サーモスタッフおよび／またはネットワーク接続センサを用いるシナリオに対してより広範に適用可能である。さらに別の例として、クラウドベースのリモート管理サーバによる、協調的な電池を節約する情報ポーリングのための所定の方法は、サーモスタッフが主学習型サーモスタッフである場合に特に有利かもしれないが、主非学習型サーモスタッフ、補助学習型サーモスタッフ、補助非学習型サーモスタッフ、または他のタイプのネットワーク接続サーモスタッフおよび／またはネットワーク接続センサを用いるシナリオに対してより広範に適用可能である。

20

【0024】

筐体 100 はさらに、無線によっても有線接続によってアクセス可能なプライベートネットワーク（ローカルエリアネットワークまたはLANと呼ばれてもよい）を含んでいる。プライベートネットワーク上のネットワーク機器は、コンピュータ 124 と、本発明の一部の実施形態に係るサーモスタッフ 110、およびリモートサーモスタッフ 112 を含んでいる。一実施形態において、プライベートネットワークは、ルーティング、無線アクセスポイント機能、ファイアウォールおよびコンピュータ 124 のような様々な有線ネットワーク機器を接続するための複数の有線コネクションポートを提供する統合ルータ 122 を用いて実装されている。各機器は統合ルータ 122 から、DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)のようなサービスを通じて動的に、またはネットワーク管理者の作業を通じて静的に、プライベートネットワークアドレスが割り当てられる。これらプライベートネットワークアドレスは、機器がLANを通じて互いに直接通信できるようにするために用いることができる。他の実施形態では代わりに、統合ルータ 122 が提供する機能に加え、さらに別のネットワーク機能を実行するため、複数の独立したスイッチ、ルータおよび他の機器（不図示）を用いてよい。

40

【0025】

統合ルータ 122 はさらに、筐体 100 が一般的にはケーブルモデム、DSLモデムおよびインターネットサービスプロバイダまたは他のパブリックネットワークサービスのプロバイダを通じた、インターネットのようなパブリックネットワークへのコネクションを有していれば、ネットワーク機器に対してパブリックネットワークへのアクセスを提供する。インターネットのようなパブリックネットワークは、ワイドエリアネットワークまたは

50

WANと呼ばれることがある。インターネットの場合、インターネット上の他の機器によって直接アドレス指定されることが許された特定の機器に対してパブリックアドレスが割り当てられる。これらインターネット上のパブリックアドレスは量が限られているため、プライベートネットワーク上の機器およびコンピュータは、ネットワークアドレス変換(NAT)テーブル内の複数のエントリを通じて1つのパブリックアドレスを共有するために統合ルータ122のようなルータ機器を用いることが多い。ルータは、プライベートネットワーク上の機器と、インターネット上の機器、サーバ、またはサービスとの間でオープンされた通信チャネルの各々に対し、NATテーブル内にエントリを作る。プライベートネットワーク上の機器から送信されたパケットは最初、送信機器のプライベートネットワークアドレスを含んだ「ソース」アドレスと、インターネット上のサーバ又はサービスのパブリックネットワークアドレスに対応する「デスティネーション」アドレスとを有している。パケットがプライベートネットワークの内部からルータを通過する際、ルータは「ソース」アドレスを、ルータのパブリックネットワークアドレスとNATテーブル内のエントリを参照する「ソースポート」に置き換える。このパケットを受信するインターネット上のサーバは、プライベートネットワーク上のルータにパケットを送り返すために「ソース」アドレスおよび「ソースポート」を用い、ルータは対応する参照をNATテーブル内のエントリで行い、プライベートネットワーク上の適切な機器にパケットを転送する。

【0026】

NATテーブル内のエントリにより、コンピュータ機器124およびサーモスタッフ110の両方が、インターネットのようなパブリックネットワーク上に配置されたサーモスタッフ管理システム(不図示)と個別の通信チャネルを確立することを可能にする。いくつかの実施形態によれば、サーモスタッフ管理システム上のサーモスタッフ管理アカウントが、筐体100内のコンピュータ機器124がサーモスタッフ110にリモートアクセスすることを可能にする。サーモスタッフ管理システムはサーモスタッフ管理アカウントがサーモスタッフ110に関連付けられているか、サーモスタッフ110と組にされていれば、コンピュータ機器124からの情報をインターネットを通じてサーモスタッフ110へ渡す。従って、サーモスタッフ110で収集されたデータもまた、筐体100に関連付けられたプライベートネットワークから統合ルータ122を通り、パブリックネットワークを通じてサーモスタッフ管理システムに到達する。スマートフォン、ラップトップコンピュータおよびタブレットコンピュータのような、筐体100内に存在しない他のコンピュータ機器(図1に不図示)もまた、サーモスタッフ管理システムにアクセス可能であり、サーモスタッフ管理アカウントへアクセスされてよいなら、サーモスタッフ110を制御することができる。本発明の実施形態に係る、インターネットのようなパブリックネットワークのアクセスおよびサーモスタッフ110のようなサーモスタッフへのリモートアクセスのさらなる詳細については、以下でより詳細に説明する。

【0027】

いくつかの実施形態において、サーモスタッフ110はリモートサーモスタッフ112とプライベートネットワークまたはリモートサーモスタッフ112が直接形成するアドホックネットワークを通じて無線通信することができる。リモートサーモスタッフ112との通信中、サーモスタッフ110はユーザからおよびリモートサーモスタッフ112によって検出された環境から遠隔的に情報を収集することができる。例えば、リモートサーモスタッフ112は、リモートサーモスタッフ112から離れた位置からのユーザ入力を提供するサーモスタッフ110と無線通信したり、ユーザに情報を表示するために用いられたり、その両方のために用いられたりしてよい。サーモスタッフ110と同様に、リモートサーモスタッフ112の実施形態も、占有者、温度、明るさおよび他の環境条件に関するデータを収集するためのセンサを含むことができる。代替実施形態において、リモートサーモスタッフ112は筐体100の外に配置されてもよい。

【0028】

図2は、本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタッフを用いて制御されるHVACシステムの模式図である。HVACシステム120は、図1に示すような一戸建て住宅のよう

10

20

30

40

50

な筐体 100 に、暖房、冷房、換気、および / または空気処理を提供する。他の実施形態では放射熱ベースのシステム、ヒートポンプベースのシステムなど、他のタイプのHVACシステムを用いてもよいが、システム 120 は強制空気タイプの暖房および冷房システムを示している。

【0029】

暖房時、エアハンドラ 240 内部の加熱コイルまたは素子 242 はライン 236 からの電気又はガスを用いる熱源を提供する。ファン 238 を用いてリターンエアダクト 246 およびフィルタ 270 を通じて筐体から引き込まれた冷気は、加熱コイル又は素子 242 を通じて加熱される。加熱された空気流は、供給エアダクトシステム 252 およびレジスター 250 のような供給エアレジスターを通じて 1つ又は複数の場所で筐体内に戻る。冷房時、戸外コンプレッサー 230 がフレオンのようなガスを冷却するため、熱交換器コイル群 244 を通過させる。ガスはライン 232 を通じてエアハンドラ 240 内の冷却コイル 234 に達し、そこで膨張して冷たくなり、ファン 238 によって循環させられている空気を冷却する。様々な実施形態において、空気がダクトシステム 252 を通過する前に空気 10 に水分を戻す加湿器 254 が、必要に応じて用いられてよい。図 2 には示していないが、HVACシステム 120 の代替実施形態は、戸外との間で換気する機能や、ダクトシステム 252 内部の気流を制御するための 1つ又は複数のダンパー、緊急加熱ユニットのような他の機能を有してもよい。HVACシステム 120 の全体動作は、制御線 248 を通じてサーモスタッフ 110 と通信する制御電気回路 212 によって選択的に作動させられる。

【0030】

図 3A ~ 3B は、本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタッフを示している。サーモスタッフ 110 の内部には、サーモスタッフ 110 を図 1 および図 2 に示すHVACシステム 120 のようなHVACシステムに電気的に接続する制御回路がある。サーモスタッフ 110 内部の 1つまたは複数のマイクロプロセッサ(不図示)は、HVACシステム 120 の動作および制御に関連する情報を処理するための、バックプレート 314 内のバックプレートプロセッサを含み、様々な計算を実行するために利用可能である。サーモスタッフ 110 のヘッドユニット 312 部分のディスプレイおよびユーザインタフェース部分とネットワークプロトコルとを制御するために、別の、ヘッドユニットプロセッサ(不図示)を用いてもよい。LAN およびパブリックネットワークまたは、インターネットのようなワイドエリアネットワーク(WAN)を通じた無線通信を可能とするために、サーモスタッフ 110 の内部にはネットワークインターフェースコントローラまたはNIC(不図示)が設けられている。

【0031】

図示した実施形態において、サーモスタッフ 110 は、カバー 304 およびグリル部材 308 を含む、前に向いた面を有する筐体 316 に内蔵されている。グリル部材 308 は、サーモスタッフの筐体 316 内に配置されたセンサの統合および動作を容易にしつつ、サーモスタッフ 110 のスタイリッシュで、シンプルで、整頓されかつ洗練されたデザインに合うようにデザインされている。特に、いくつかの好ましい実施形態に係るサーモスタッフには、グリル部材 308 の裏にパッシブ赤外線(PIR)方式の占有状態センサおよび温度センサが設けられる。追加センサはさらに、環境光センサ(不図示)および、カバー 304 のすぐ裏の、サーモスタッフの最上部付近に配置されるアクティブ近接センサ(不図示)を含んでもよい。筐体 316 のいくつかの実施形態は、バックプレート 314 およびヘッドユニット 312 を含む。筐体 316 は、サーモスタッフ 110 に用いられ、かつ含まれる 1つまたは複数の内蔵センサに、魅力的かつ耐久性のある構造を提供する。

【0032】

カバー 304 の周辺領域 310 が塗装または曇った仕上げにより不透明されてよいのに対し、カバー 304 の中央表示領域 306 にはサーモスタッフの動作に関する情報の表示が可能である。例えば、中央表示領域 306 は図 3A に 75 度を示す数字「75」によって示されるように、現在の温度を表示するために用いられてよい。中央表示領域 306 はまた、筐体 100 内で利用可能な無線ネットワークを表示したり、無線ネットワークの 1

10

20

30

40

50

つを選択、アクセス、および利用するためにサーモスタッフ110を設定するためのユーザインターフェースを提示したりするために用いられてもよい。

【0033】

サーモスタッフ110のいくつかの実施形態は円形で、ユーザ入力を受け付けるための周縁リング302を有している。サーモスタッフ110の側面図である図3Bでは、周縁リング302の対応する表面部分とマッチする、湾曲した球状のカバー304および、外側に向かって緩やかに弧を描くグリル部材308をさらに強調している。いくつかの実施形態において、カバー304の曲率は中央表示領域306に表示されている情報を拡大するようにされてよく、それによってユーザが情報を読みやすくなる。サーモスタッフ110の形状は壁に設置された際に視覚的に魅力的なアクセントを与えるだけでなく、ユーザが手で触れて調整するのに自然な形状を提供する。従って、サーモスタッフ110の直径は、約80mmか、手に馴染む他の直径とすることができます。様々な実施形態において、回転する外縁リング302は、新たな目標温度の選択などの調整をユーザが行うことを可能にする。例えば、目標温度が、外縁リング302を時計回りに回転させると上がり、外縁リング302を反時計回りに回転させると下がるようにしてもよい。

【0034】

マイクロプロセッサ、無線NICおよび他の電気回路の動作は、サーモスタッフ110内部に配置された充電池（不図示）によって電力が供給される。いくつかの実施形態において電池は、HVACシステムから引かれた「C」線からの24VAC電力もしくはサーモスタッフ110に直接接続されたAC-DC変換器を用いて直接充電される。あるいは、これらの直接的な方法が利用できなければ、例えば上述した米国特許出願第13/034,678号および同13/267,871号に記載されるような1つまたは複数のタイプのエネルギー・ハーベスティングも内蔵電池の充電に用いてよい。本発明のいくつかの実施形態は、HVACシステムを高いレベルの性能および応答性で制御するサーモスタッフの動作を維持しながら、電池の効率的な使用を促進する方法で、サーモスタッフ110と通信し、動作させる。いくつかの実施形態は、インターネットのようなパブリックネットワーク上に位置するサーモスタッフ管理システムがサーモスタッフ110といつ通信することができるかを決定するために、電池レベル充電(battery-level charge)および通信の優先度や相対的な重要性を用いることができる。

【0035】

図4A～4Bは、本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタッフを操作するユーザの手を示している。図示の通り、サーモスタッフ110は円形で、壁に設置されており、ユーザ入力を受け付けるための回転可能な外縁リング302を有している。サーモスタッフ110上のカバー304は、サーモスタッフ110の動作前、動作中および動作後に、情報およびフィードバックをユーザに提供するための中央表示領域306を含んでいる。いくつかの実施形態において、カバー304の周辺部310はユーザがサーモスタッフ110を押下したり他の操作をしたりするための領域を明確に示し、そのために塗装や曇り仕上げを用いて不透明とされる。

【0036】

サーモスタッフ110のヘッドユニット312は、バックプレート（不図示）上に配置され、ヘッドユニット前部402とヘッドユニットフレーム404を含んでいる。ヘッドユニット前部402は、本発明の実施形態に従って設計された外縁リング302、カバー304の中央表示領域306および周辺部310、ならびにグリル部材308を含んでいる。

【0037】

いくつかの実施形態によれば、ユーザに自身を持たせるとともに視覚的かつ機能的な洗練さを進展させるという複合的な目的で、サーモスタッフ110は、図4Aに示すような、外縁リング302を回転させる第1のユーザ入力（「リング回転」とも呼ぶ）と、図4Bに示すような、ヘッドユニット前部402を可聴的および/または触感的な「クリック」が生じるまで内側に押し込む第2のユーザ入力という2つのタイプのユーザ入力だけ

制御される。いくつかの実施形態によれば、図4Bに示す内側への押下は外縁リング302のみを前方へ移動させ、別のいくつかの実施形態によれば、ヘッドユニット前部402全体が押下とともに内側へ移動する。いくつかの実施形態においてカバー304およびグリル部材308は外縁リング302と一体には回転しない。

【0038】

いくつかの実施形態によれば、ヘッドユニット前部402の内側への押下を生じさせる方法に応じて複数のユーザ入力が生成されてもよい。いくつかの実施形態において、ヘッドユニット前部402を可聴的および/または触感的なクリックが生じるまでの1回の短い押下後の開放（シングルクリック）を、ユーザ入力の1つのタイプとして認識することができる（「内側クリック」とも呼ぶ）。いくつかの実施形態において、ヘッドユニット前部402を押下し、そのまま1～3秒程度の時間内側に押し下し続ける操作を、ユーザ入力の別のタイプとして認識することができる（「プレスアンドホールド」とも呼ぶ）。別のいくつかの実施形態によれば、ダブルおよび/または複数回のクリックおよび、より長いおよび/またはより短い時間のプレスアンドホールドのようなユーザ入力の他のタイプが、ユーザによってもたらされてもよい。別のいくつかの実施形態によれば、ユーザ入力のさらに他のタイプを生成するために、速度や加速度を考慮した回転入力を実装してもよい（例えば、非常に大きく早い左方向への回転が、「不在(away)」占有状態を指定する一方、非常に大きく早い右方向への回転が「人がいる(occupied)」占有状態を指定する）。

【0039】

図5は、本発明の見地に従って設計されたクラウドベースのサーモスタッフ管理サーバ516に接続された、プライベートネットワーク502上のサーモスタッフおよびコンピュータを示す図である。一実施形態において、プライベートネットワーク502は、スマートフォン508、タブレット510、コンピュータ512、サーモスタッフ110およびリモートサーモスタッフ112のような様々な機器をまとめて接続しながら、主に、図1における筐体100のような筐体の内部もしくは近くでネットワーク接続性を提供するように設計される。図1の統合ルータ122のようなプライベートネットワーク502内のルータ（不図示）は、これら機器間の有線および無線接続性をTCP/IPのようなネットワークプロトコルを用いて提供する。サーモスタッフの近隣で有線接続が使用できないかもしれないこと、および/または有線接続ソケットをサーモスタッフ110やリモートサーモスタッフ112に含めることが望ましくないことから、サーモスタッフ110およびリモートサーモスタッフ112は無線でプライベートネットワーク502に接続されることが好ましい。

【0040】

サーモスタッフアクセスクライアント514は、パブリックネットワーク504を通じてクラウドベースの管理サーバ516にアクセスするために本発明の見地に従って設計されたクライアントアプリケーションである。本明細書において「サーモスタッフ管理システム」という用語は、サーモスタッフに関しては「クラウドベースの管理サーバ」とも呼んだり、あるいはさらに簡単に「クラウドサーバ」とも呼んだりする。サーモスタッフアクセスクライアント514は、異なる機器上で実行するために設計され、マルチクライアントアプリケーションはデバイスプラットフォームまたはOSの要求に基づく様々な技術を用いて開発することができる。いくつかの実施形態について、サーモスタッフアクセスクライアント514は、エンドユーザが、クラウドベースの管理サーバ516にアクセスしたり、管理サーバ516とやりとりしたりすることが可能な、自身のインターネットアクセス可能な機器（例えばデスクトップコンピュータ、ノート型コンピュータ、インターネット利用可能なモバイル機器、レンダリングエンジンを有する携帯電話機、など）を操作するように実装される。エンドユーザマシンまたは機器は、ウェブブラウザ（例えばInternet Explorer, Firefox, Chrome, Safari）や、一般にはAJAX技術（例えばXHTML, XML, CSS, DOM, JSONなど）と互換性を有する他のレンダリングエンジンを有する。AJAX技術はマークアップや情報にスタイルを付与するためのXHTML（拡張可能HTML）およびCSS（カスケーディングスタイルシート）、クライアント側のスクリプト言語を用いてアクセス

10

20

30

40

50

されるDOM（ドキュメントオブジェクトモデル）の利用、XMLおよび他のテキストデータをHTMLを用いるサーバとの間で非同期に送受信するためのXMLHttpRequestオブジェクト（スクリプト言語が用いるAPI）の利用、およびサーバ＝クライアント間でデータ転送するための様式としてのXMLまたはJSON（Javaスクリプトオブジェクトノーテーション、軽量データ交換フォーマット）の利用を含む。ウェブ環境においてエンドユーザは、通常の方法、すなわちサービスプロバイダドメインに関連付けられたURLをブラウザで開くことにより、サイトにアクセスする。ユーザはユーザ名およびパスワードの入力により、サイト（又はその一部）に認証される。エンドユーザエンティティマシンとシステムとの間のコネクションは、プライベート（例えばSSLを用いる）であってよい。システムのサーバ側は、IPスイッチ、ウェブサーバ、アプリケーションサーバ、管理サーバ、データベースなど、従前のホスティング要素を有してよい。クライアント側でAJAXが用いられる場合、クライアント側のコード（AJAX shim）はエンドユーザのウェブブラウザまたは他のレンダリングエンジンでネイティブに実行される。このコードはクライアントマシンに持続的に常駐してもよいが、典型的にはエンドユーザがサイトにアクセスした際にクライアントマシンに供給される。最後に、インターネットプロトコル（IP）上のウェブベースアプリケーションを説明したが、これは限定ではなく、固定回線でもモバイル回線であっても、任意のランタイムアプリケーションにおいてスタンダードアロンアプリケーションによって提供される技術およびユーザインターフェーステクノロジーとしてである。クラウドベースの管理サーバ516、サーモスタッフアクセスクライアント514、および他の機器間における通信に用いられるネットワークプロトコルとして、いくつかの実施形態ではTCP/IPプロトコルを説明したが、それは限定ではなく例として説明されたものであって、特にUDPオーバIPのような他のいかなる好適なプロトコルも、本教示の範囲内で用いることができる。さらに別の実施形態において、サーモスタッフアクセスクライアント514は、スタンダードアロンアプリケーションまたは、アップル社のiOSオペレーティングシステム、グーグル社のAndroidオペレーティングシステムなどが稼動するスマートフォン508やタブレット510のような特定の機器にダウンロードされ稼動するように設計された「app」であつてよい。
10
20

【0041】

本明細書で説明した実施形態は、サーモスタッフ110/112とクラウドベースの管理サーバ516との間の温度調節に関するデータの信頼できる通信のための、電池を意識した方法を有利に提供するが、家庭および企業の大集団をサービスする多種多様な従来の統合ルータと互換性を有するようにも有利に構成される。従って、限定ではなく例として、プライベートネットワーク502をサービスするルータ（不図示）は、例えばD-Link社製DIR-655 Extreme N無線ルータ、Netgear社製のWNDR3700 RangeMaxデュアルバンド無線USBギガビットルータ、バッファロー・テクノロジー社製Nfiniti WZR-HP-G300NH無線Nルータ、Asus社製RT-N16無線ルータ、シスコ社製Linksys E4200デュアルバンド無線ルータ、又はシスコ社製Linksys E4200デュアルバンド無線ルータであつてよい。
30

【0042】

一実施形態において、図5に示すクラウドベースの管理サーバ516は、サーモスタッフアクセスクライアント514が稼動するプライベートネットワーク502上のコンピュータ機器により、パブリックネットワーク504を通じてアクセスされてよい。サーモスタッフアクセスクライアント514はまた、パブリックネットワーク504に直接接続されたタブレット506のようなコンピュータ機器で実行されまたは稼動してもよい。サーモスタッフアクセスクライアント514が様々な異なる方法でサーモスタッフ110またはリモートサーモスタッフ112とやりとりできるように、各サーモスタッフアクセスクライアント514がクラウドベースの管理サーバ516上のサーモスタッフ管理アカウントにアクセス可能であることが好ましい。いくつかの実施形態において、サーモスタッフアクセスクライアント514はサーモスタッフ110およびリモートサーモスタッフ112から過去に収集され、クラウドベースの管理サーバ516に保存されたセンサデータにアクセスするために用いられてよい。別のいくつかの実施形態において、例えば、サーモ
40
50

スマートアクセスクライアント514は、サーモスマート110の遠隔制御や遠隔的な設定のために用いられてよい。サーモスマートアクセスクライアント514はまた、電池レベル測定値、ファームウェア更新レベル、診断データ、またはサーモスマートによってサーモスマートアクセスクライアント514に明らかにされる他の任意のデータを含む、サーモスマート110またはリモートサーモスマート112上の他の情報を収集してもよい。

【0043】

サーモスマート110およびリモートサーモスマート112の各々は、パブリックネットワーク504を通じて確立された1つ又はいくつかの通信チャネルを通じてクラウドベースの管理サーバ516とも通信する。プライベートネットワーク502上の他の機器と同様、サーモスマート110およびリモートサーモスマート112はパブリックネットワークアドレスを有さないので、ルータおよびNATテーブル518の対応するエントリの助けを受けずに、インターネットや他のパブリックネットワーク上で直接通信することはできない。図5における例では、サーモスマート110はプライベートネットワークアドレス192.168.1.108とプライベートポート番号60720を有し、リモートサーモスマート112にはプライベートネットワークアドレス192.168.1.110と3つの異なるプライベートポート番号60744、60743および60722が設定されている。この例において、サーモスマート110は、パブリックネットワークアドレス107.20.224.12およびパブリックポート番号443を有するクラウドベースの管理サーバ516との通信チャネルの確立を開始する。従って、プライベートネットワーク502上のルータ(不図示)は、サーモスマート110のソースアドレス192.168.1.108およびソースポート60720と、クラウドベースの管理サーバ516のデスティネーションアドレス107.20.224.12およびデスティネーションポート443との間の通信のため、NATポート1022で識別されるエントリをNATテーブル518に作成する。

【0044】

別の構成において、サーモスマート110および112は、サーモスマート110とともに図示されているような1つのコネクションではなく、クラウドベースの管理サーバ516への複数の通信チャネルを設定されてよい。一例として、サーモスマート112が3つのポート60744、60743、および60722を通じて複数の通信チャネルの確立を開始する、ルータは、NATポート1044、1921、および1758で識別される3つのエントリをさらにNATテーブル518に作成する。NATポート1044、1921、および1758で識別されるNATテーブル518内の追加対応エントリはソースアドレス192.168.1.110およびソースポート60744、60743、および60722を含み、それぞれ、クラウドベースの管理サーバ516のデスティネーションアドレス107.20.224.12およびデスティネーションポート443に関連付けられる。本発明の様々な実施形態において、クラウドベースの管理サーバ516と他のサーモスマートとの間の通信はサーモスマート110に設定されるように1つの通信チャネル上で発生してよく、他の実施形態はリモートサーモスマート112に提供されるような複数の通信チャネルを用いてよい。

【0045】

TCP/IPのようなプロトコルを用いてデータが伝送される場合、プライベートネットワーク502内のルータは、プライベートネットワークと、クラウドベースの管理サーバ516のようなパブリックネットワーク上のサーバ又は機器との間で通信チャネル上を通過するデータのパケット内のアドレスを変更する。一例において、ルータはリモートサーモスマート110から、クラウドベースの管理サーバ516のデスティネーションアドレス107.20.224.12およびデスティネーションポート443とともにソースアドレスフィールド192.168.1.108とソースポート60720を有するパケットを受信するであろう。ルータはこのパケットをインターネットに出す前に、NATテーブル518を参照し、ソースアドレスフィールドおよびソースポートフィールドの値をルータに割り当てられているパブリックアドレス76.21.3.203と対応するNATポート1022にそれぞれ置き換える。パブリックネットワーク上に送信される、図5の変更後のパケットヘッダ520は、デスティネーションアドレス

10

20

30

40

50

およびデスティネーションポートは元のままだが、ソースアドレスおよびソースポートがルータのパブリックネットワークアドレスとNATテーブル518からのポート番号に変更されている。NATテーブル518内のエントリが存在する限り、サーモスタッフ110および112はクラウドベースの管理サーバ516へのパブリックネットワーク504上の個別の通信チャネルを通じて通信することができる。

【0046】

これら通信の間、本発明のいくつかの実施形態は、サーモスタッフの電池レベルおよびサーモスタッフの性能への影響を考慮する。サーモスタッフの電池レベルが低い場合、サーモスタッフとのさらなる通信は、HVACシステムの制御やネットワーク上での通信といった不可欠な機能を実施するためのサーモスタッフの能力に影響を与える。図5に示すように、サーモスタッフ110に隣接する電池拡大イメージ110Aはサーモスタッフ110内の電池の電池レベルを模式的に示している。本例における電池イメージ110Aは、約80%充電された状態を示しており、サーモスタッフ110の内蔵電池レベルがほぼ満充電であることを表している。同様に、サーモスタッフ112に隣接する電池拡大イメージ112Aは約20%の充電状態を示しており、サーモスタッフ112の内蔵電池の電池レベルが低いことを示している。このような異なる、かつばらばらな電池レベルに対応するため、本発明のいくつかの実施形態は、サーモスタッフの通信および動作に1つ又は複数の異なる戦略を導入することができる。

【0047】

図6Aに示す実施形態において、クラウドベースの管理サーバ516はサーモスタッフの電池レベルを監視し、データに割り当てられた優先度に従って通信を賢く制御する。いくつかの実施形態において、クラウドベースの管理サーバ516が本発明の複数の見地を実施するが、別の実施形態ではクラウドベースの管理サーバ516の機能をシステム内の1つまたは複数のサーバに分散してもよい。この例では、サーモスタッフ110およびサーモスタッフ112がクラウドベースの管理サーバ516とのそれぞれの通信チャネルを開始並びに確立済みであり、プライベートネットワーク502上のルータが図5に示したようなNATテーブル518を作成済みである。電池を節約するため、サーモスタッフ110/112は、(i)特定の温度閾値が温度センサで検出された場合のような、目覚めるに値するローカルイベントまたは(ii)目覚めるに値する次のイベントまたはクラウドベースの管理サーバ516からの要求、を待機する間、低電力状態に移行してよい。

【0048】

低電力状態への以降に先立って、各サーモスタッフ110/112はコネクションオープニングロングポーリングパケットをサーモスタッフ通信サーバ620に送信する。通常の動作目的については応答が不要である場合(すなわち、クラウドベースの管理サーバ516が提供する命令または要求を有さない場合)、クラウドベースの管理サーバ516はサーモスタッフ110/112とのロングポーリング通信を維持することで、実際のデータ交換の頻度が非常に低い場合や、大きな遅延を受けている場合であっても通信チャネルをオープンした状態に保つことができる。これはサーモスタッフの電池を効率的に使用するだけでなく、各データ送信のための通信チャネルの再確立に関するオーバヘッドおよび遅延を削減する。一実施形態において、クラウドベースの管理サーバ516は、キープアライブ優先パケットを規則的なキープアライブ間隔で送信することにより、NATテーブル518内のエントリを維持する方法により、ロングポーリング通信を維持する。一実施形態において、キープアライブ優先パケットはTCP/IPプロトコルスタックに組み込まれたキープアライブ機能と一致する。ロングポーリング時間間隔内にサーモスタッフ110/112に送信すべきメッセージがなければ、プロトコルスタックは1つ以上の「キープアライブ」パケットを、ロングポーリング時間間隔より短いキープアライブ間隔ごとにプライベートネットワーク502上のルータに送信することで、NATテーブル518を維持する。好ましくは、キープアライブ間隔は、多くの一般的なルータがその特定のコネクションに関するNATテーブルを消去するであろう間隔よりずっと短い。

【0049】

10

20

30

40

50

所定の時間間隔またはイベント発生に応じて、サーモスタッフ110および112は自身の電池レベルをチェックし、他の管理機能を実行するために低電力状態から目覚める。いくつかの実施形態によれば、電池レベルは各サーモスタッフ110および112から無線接続によって送信され、プライベートネットワーク上のアクセスポイント606を通して、サーモスタッフサーバ620に将来の参照のために保存される。例えば、約80%充電を示す電池イメージ110Aは、サーモスタッフ110内の電池レベルがほぼ満充電であることを表し、約20%充電を示す電池イメージ112Aは、サーモスタッフ112内の電池が低レベルであることを表している。クラウドベースの管理サーバ516の一実施形態は、機器アドレス、電池レベル、および対応する通信チャネルで用いるためのキープアライブ間隔を含む機器電池充電率テーブル616内の、そのデータを更新する。例えば、機器電池充電率テーブル616は(NATテーブル518によってサーモスタッフ110に対応付けられている)機器アドレス76.21.3.203:1022に、「高い」電池レベルと5000単位時間に設定されたキープアライブ間隔を与える。対照的に、機器電池充電率テーブル616における(NATテーブル518によってサーモスタッフ112に対応する)機器アドレス76.21.3.203:1044、76.21.3.203:1921、および76.21.3.203:1758はいずれも、「低い」電池レベルと10000にセットされたより長いキープアライブ間隔を有している。クラウドベースの管理サーバ516のいくつかの実施形態は、NATテーブル518内のエントリがルータに消去される可能性を削減するため、電池レベルが高い場合にはより短いキープアライブ間隔を設定してもよい。電池レベルが「低い」場合、キープアライブ間隔は、ほとんどのルータ機器のNATタイムアウト期間を超えないであろう最大の時間間隔を表す最大ロングポーリング間隔に設定されてよい。10 20

【0050】

クラウドベースの管理サーバ516のいくつかの実施形態は、クラウドベースの管理サーバ516から1つまたは複数のサーモスタッフへいつデータを通信すべきかの決定の補助に、機器電池充電率テーブル616をさらに用いてよい。実施するため、一実施形態はさらに、各サーモスタッフから報告される低および高電池レベルを高温度調節重要度データまたは低温度調節重要度データに関連付ける電力優先度テーブル618をさらに生成してもよい。これら実施形態において、電力優先度テーブル618は、通信されているデータに割り当てられた重要度と、サーモスタッフに関連付けられた現在の電池充電率の消費とのトレードオフを規定する。例えば、高温度調節重要度データに分類されたデータを用いたデータ通信は、そのデータが、クラウドベースの管理サーバ516およびサーモスタッフの全体動作にとって高い重要性を有するものと見なされるため、バッテリレベルが低い場合でも抽出されて送信されるであろう。一実施形態において、低電池レベルは0から39%の充電率であってよい。30

【0051】

低温度調節重要度に分類されたデータ通信は、電力優先度テーブル618に示されるように、電池レベルが低い場合には送信されないであろう。電池が十分には充電されていないため、サーモスタッフの電池のエネルギーを節約するため、低温度調節重要度データは電力優先度テーブル618に従って送信されないであろう。従って、いくつかの実施形態によれば、電池レベルが高いか、充電率が80~100%の範囲であると検出された場合、低および高温度調節重要度データタイプが送信される。40

【0052】

図6Bに示す代替実施形態において、電力優先度テーブル618は、3つの電池レベルと3レベルの温度調節重要度を有する。低電池レベルの場合、高温度調節重要度と見なされるデータは送信され、中温度調節重要度データおよび低温度調節重要度データは送信されない。電池レベルが中レベルの場合、高および中温度調節重要度と見なされるデータが送信される。電池レベルが少なくとも高レベルであれば、低、中、および高温度調節重要度と見なされるデータが送信される。さらに別の実施形態は、特定の設計および実施要件に応じて、3つより多い電池レベルおよび3つより多いデータ優先度レベルタイプを用いてよい。さらに、低、中、および高電池レベルに対する充電率は、上述したような0~50

39%が低電池レベル、40~79%が中電池レベル、80~100%が高電池レベルである必要はなく、他の範囲を含んでもよい

【0053】

いくつかの実施形態において、データ通信は複数の異なる方法で分類されてよく、クラウドベースの管理サーバ516の特定の実施要件およびサーモスタッフに対する要求性能に基づいて決定されることが多い。一実施形態において、高優先度データタイプはサーモスタッフに何かの機能を能動的に要求するデータ通信を含んでよい。これはクラウドベースの管理サーバ516がサーモスタッフ110または112に温度設定値の変更を要求するデータ通信を含んでよい。別の高優先度データタイプは、サーモスタッフ110または112に冷房機能のオンまたはオフを要求するデータ通信を含んでもよい。対照的に、低優先度データタイプはサーモスタッフにとってすぐに実行することがさほど重要でない所定の動作や機能を含んでよい。ソフトウェアアップデートをクラウドベースの管理サーバ516からサーモスタッフにダウンロードする動作は、低優先度通信の一例である。ソフトウェアアップデートはサーモスタッフの当座の動作にはとって不要で、かつ影響を与える可能性が低いためである。さらに、アップデートが途中までしか完了しなかった場合にはサーモスタッフが動作不能になる可能性があるため、サーモスタッフの電池レベルが低い場合にはソフトウェアアップデートをダウンロードしない方が好ましい。

10

【0054】

図7は、本発明の実施形態に従って設計された、エネルギーを節約しつつ、サーモスタッフの高性能動作を促進する、クラウドベースの管理サーバ516を示す図である。本実施形態において、クラウドベースの管理サーバ516は、1つまたは複数の命令を実行するように構成されたプロセッサ704と、プロセッサで実行可能な命令を保持するメモリ702と、インターネットのようなネットワーク上で通信可能なネットワークインターフェースコントローラ706と、記憶装置710と、サーバからの情報をモニタ上に表示するためのディスプレイヤダプタおよびモニタ712と、キーボード、マウス、およびサーバを制御するための他のインターフェースを含んだ周辺ドライバおよび機器714とを含んでいる。例えば、CD-ROM/DVD機器716および媒体は、コンピュータプログラム製品の形式で有体的に実施された本発明の様々な実施形態を保持し、周辺ドライバおよび機器714に取り付けられてよい。

20

【0055】

30

一実施形態において、メモリ702内の処理は、サーモスタッフに電力を供給するために用いられている電池に関する電池レベルを保存する電池レベル収集処理718を含んでよい。先に説明したように、いくつかの実施形態における電池レベルは、サーモスタッフ管理システムとサーモスタッフとの間で確立された通信チャネルを通じてサーモスタッフから提供され、そのサーモスタッフに付随する電池の残エネルギーの指標を提供する。電池レベル収集処理はサーモスタッフとクラウドベースの管理サーバ516との間の通信チャネルをオープンさせ続けるロングポーリング処理を含み、サーモスタッフとクラウドベースの管理サーバ516との間で継続中の通信の結果として、これら電池レベルを長期間にわたって収集することができる。いくつかの実施形態において電池レベルデータは、図6に示すような機器電池充電率テーブル616に保存され、クラウドベースの管理サーバ516上のローカル記憶領域に存在するか、またはデータベースや他の遠隔記憶領域で遠隔的にアクセスされてよい。

40

【0056】

いくつかの実施形態はさらに、通信チャネルを通じてサーモスタッフに送信すべき1つまたは複数のタイプのデータを分類するとともに優先度を付加するデータ優先度処理720をメモリ702内に含んでもよい。実装に応じてデータ優先度処理720は、低温度調節重要度データタイプから高温度調節重要度データタイプまでのデータ優先度範囲に従い、データ送信を分類する。いくつかの実施形態において、低温度調節重要度データは、サーモスタッフ管理システムおよびサーモスタッフの動作に対して重要度が低い。ソフトウェアアップデートはサーモスタッフが動作するために必須ではないであろうから、例えば

50

、低温度調節重要度データタイプはソフトウェアアップデートを含んでよい。一方、高温度調節重要度データタイプは、サーモスタッフにおける設定値の変更要求やHVACシステムの暖房または冷房オンの要求など、サーモスタッフ管理システムの動作にとってより高い重要性を有するデータを含むことができる。

【0057】

さらに別の実施形態は、データの分類とサーモスタッフに関する電池レベルとに応じてサーモスタッフにデータを送信する電力分類送信処理722をさらに含んでもよい。上述の通り、低温度調節重要度データタイプから高温度調節重要度データタイプまでの範囲を有するデータ優先度分類は、クラウドベースの管理サーバ516およびサーモスタッフの全体動作に対するデータの重要性に依存する。従って、低温度調節重要度データはサーモスタッフの電池残量を節約するため、電池レベルが低い場合には送信されなくてもよい。しかし、電力分類送信処理722は、サーモスタッフに関する電池レベルが満充電または「高い」場合には、全てのデータ分類を送信してよい。

10

【0058】

本発明の複数の実施形態はまた、サーモスタッフとの通信チャネルをオープン状態に維持することを容易にするロングポーリング処理724をメモリ702に含んでもよい。このロングポーリング処理724はまず、サーモスタッフからネットワークを通じて、パブリックネットワーク上に位置するクラウドベースの管理サーバ516とプライベートネットワーク上に位置するサーモスタッフとの間の通信チャネルの確立要求を受信する。いくつかの実施形態において、クラウドベースの管理サーバ516はインターネットに登録されたパブリックネットワークアドレスを有する一方、プライベートネットワーク上のルータから図5のNATテーブル518のようなNATテーブル内のエントリを通じて提供される共有パブリックネットワークアドレスを有する。ロングポーリング処理724はさらに、通信チャネルを通じてサーモスタッフ管理システムからネットワークに接続されたサーモスタッフへキープアライブパケットを時折送信するようTCP/IPのようなネットワーク通信プロトコルを設定する。いくつかの実施形態において、サーモスタッフに送信されるキープアライブパケットは、通信チャネルの確立を肯定応答するが、処理を必要とするペイロードやデータを含まなくてよい。ロングポーリング処理724は、ルータ機器のNATタイムアウト期間を超えない最大の時間間隔でこれらキープアライブパケットを送信するための時間間隔を設定してよい。NATタイムアウト期間前のキープアライブパケットの受信は、NATテーブルにその時点におけるエントリを維持し、通信チャネルが切断されないようにする。

20

【0059】

図8Aは、電池駆動型サーモスタッフとの通信を調整するためにサーモスタッフ通信サーバが用いる動作のフローチャートであり、この動作は、電池エネルギーを節約するとともにサーモスタッフの性能を進展させる。図6に示すクラウドベースの管理サーバ516のようなサーモスタッフ通信サーバは、電池駆動されるサーモスタッフから、サーモスタッフとサーモスタッフ通信サーバとの間でネットワークを通じた通信チャネルの確立の要求を受信する(802)。サーモスタッフが通信チャネルを開始する際、ルータは図5におけるNATテーブル518のようなNATテーブルにエントリを作成し、ルータの背後に存在するプライベートネットワーク上のサーモスタッフがパブリックネットワークであるインターネット上のサーモスタッフ通信サーバとその後通信できるようにする。NATテーブル内のエントリは、サーモスタッフ通信サーバおよびサーモスタッフからの通信の間隔がルータに関連付けられたNATタイムアウト値を超えない限り削除されず、通信チャネルは維持される。

30

【0060】

次に、サーモスタッフ通信サーバは、通信チャネルを通じてサーモスタッフに送信すべきデータを低温度調節重要度から高温度調節重要度区分までの温度調節重要度に従って1つ以上のタイプに分類する(804)。一つの実装では、低温度調節重要度データタイプはサーモスタッフ管理システムおよびサーモスタッフの全体の動作にとってさほど重要で

40

50

ないデータを含む。これらはソフトウェアアップデートや他のメンテナンスのような、サーモスタッフで実行されるオプション機能を含んでよい。反対に、高温度調節重要度データタイプは、サーモスタッフ管理システムおよびサーモスタッフの動作にとってより重要性が高いデータを含み、一般には設定値の変更、暖房または冷房のオン／オフ、またはサーモスタッフが配置された住居または商業施設内の場所の周辺温度のチェックといった、サーモスタッフ上の動作を能動的に実行することの要求を含む。

【0061】

次に、サーモスタッフ通信サーバはサーモスタッフに関する電池レベルを、サーモスタッフ通信サーバがアクセス可能な記憶領域に保存する(806)。いくつかの実施形態において、各サーモスタッフは周期的に自身の電池レベルをチェックし、ネットワークを通じて確立された通信チャネルを通じて電池レベルをサーモスタッフ通信サーバに提供する。各サーモスタッフに関する電池レベル情報は、図6に示した機器電池充電率テーブル616のような機器電池充電率テーブルに保存されてよい。

【0062】

通信チャネルをオープンした状態に保つため、サーモスタッフ通信サーバは通信チャネルを通じてサーモスタッフにキープアライブパケットを送信するためのロングポーリング間隔を設定してよい(808)。いくつかの実施形態においてサーモスタッフ通信サーバは、ほとんどのルータが用いるNATタイムアウト期間(約100分であることが多い)を超えない最大値をロングポーリング間隔に設定する。

【0063】

サーモスタッフ通信サーバとサーモスタッフとの間を通過するデータが無ければ(810, No)、元々ロングポーリング間隔に設定されたタイム値を通信プロトコルスタック内の時間に対して削減し、処理を継続する。結局、ロングポーリング間隔が経過し、サーモスタッフ通信サーバ上の(TCP/IPのような)通信プロトコルスタックがロングポーリング間隔内で通信アクティビティを検出しなければ、ルータ上のNATエントリを保持するとともに通信チャネルをオープンした状態に保つために内蔵キープアライブ機能がパケットを送信する(812)。いくつかの実施形態において、サーモスタッフ通信サーバはロングポーリング間隔が満了すると通信チャネルを切断するよう要求し、サーモスタッフによって新たな通信チャネルが確立されるのを待ってもよい。

【0064】

あるいは、送信すべきデータがあれば、サーモスタッフ通信サーバは送信前にサーモスタッフの最新電池レベルをチェックする(810, Yes)。一実施形態では、そのサーモスタッフに関連付けられた低電池レベルがあれば(814, Yes)、高温度調節重要度データタイプに分類されたデータのみが送信されるべきである(816)。低温度調節重要度データを送信しないことで、サーモスタッフ内の電池容量のいくらかが節約される。いくつかの実施形態においてサーモスタッフ通信サーバは、特定の設定要求に従った予め定められた分類設定を事前に有している。サーモスタッフ管理システムの動作に対する重要度が高いデータであれば、そのデータは高温度調節重要度データタイプと分類され、低い電池レベルであっても送信されるべきである。例えば、高温度調節重要度データはサーモスタッフに温度設定値または他の設定を変更するように積極的に要求する、サーモスタッフに送信される命令を含んでよい。

【0065】

サーモスタッフに関連付けられた電池レベルが低レベルでなければ(814, No)、サーモスタッフ上の電池は満充電されていると見なされ、温度調整重要度が低から高までに分類された全てのデータは送信されるであろう(818)。

【0066】

図8Bのデータ流れ図の例は、サーモスタッフの電池レベルおよびデータに関連付けられた優先度に基づいてサーモスタッフ通信サーバがデータを送信する際のデータの流れおよびイベントを示している。この例では、サーモスタッフ通信サーバとの通信チャネルの確立を開始するサーモスタッフが、ルータにNATテーブルを生成させる(826)。エネ

10

20

30

40

50

ルギーを節約するため、サーモスタッフは低電力モードに移行し、次のイベントを待つ(828)。ある時間経過後、管理サーバはNATテーブルエントリが削除される前にキープアライプパケットを送信する(830)。一実施形態において、サーモスタッフは低電力モードから目覚めて低電池レベルをサーモスタッフ通信サーバに送信し、サーモスタッフの電池レベルが放電間近であることを知らせる(832)。そして、サーモスタッフは電池を節約するために再び低電力モードに戻る(834)。サーモスタッフ通信サーバはそのサーモスタッフに低電池レベルを関連付け、その結果を記憶領域に保存する(836)。この時点で、図5においてサーモスタッフアクセスクライアント514を実行しているタブレット506のようなクライアント機器は、サーモスタッフ通信サーバにサーモスタッフ設定の変更を要求する(838)。サーモスタッフ通信サーバはこの要求を、サーモスタッフ上の電池がローレベルであっても送信されるべき高温度調節重要度データタイプに分類する(840, 842)。その結果、サーモスタッフはデータ送信を受信し、サーモスタッフ設定の変更要求を実行する(844)。別の実施形態は、3つ以上の電池レベルと、低、中、高温度調節重要度区分データタイプを用いる3つの分類システムのように、データに関して3つ以上の対応する温度重要度分類を用いてもよい。

【0067】

別の実施形態において、図9A～9Bに示す電池駆動型サーモスタッフおよびシステムは、本発明の実施形態に従って、異なる優先度を有するデータを交換するために複数の通信チャネルを用いる。したがって、この実施形態においてサーモスタッフ112は異なる優先度のデータを対応する異なる通信チャネルを通じてクラウドベースの管理サーバ516から受信し、電池レベルに応じて受信データを処理または破棄してよい。有利なことに、本実施形態に関する処理は、クラウドベースの管理サーバ516とサーモスタッフ112とに分散されている。1つの目立った利点として、サーモスタッフ112がポーリングを行ったり間接的にデータを収集することなく電池レベルを判定可能であるため、サーモスタッフ通信サーバ620から受信したデータパケットをより正確に処理することができる。

【0068】

例えば、図9Aにおけるサーモスタッフ112はプライベートネットワークアドレスとポートの組み合わせを2つ(192.168.1.110:60744と192.168.1.110:60743)用いて2つの無線通信チャネルを確立している。サーモスタッフ112上のこれらのプライベートネットワークアドレスは、図5のNATテーブル518内に、NATポート1044および1921で識別される対応エントリを有している。図9Aにおけるクラウドベースの管理サーバ516は、サーモスタッフ112について対応するパブリックアドレスおよびポート番号76.21.3.203:1044と76.21.3.203:1921を優先度送信テーブル902に保存するとともに、図示のように各アドレスに対して高優先度データタイプおよび低優先度データタイプを関連付けている。いくつかの実施形態によれば、クラウドベースの管理サーバ516は、優先度送信テーブル902に示すように、サーモスタッフに送信すべきデータを低または高優先度データタイプに分類するとともに、適切な通信チャネルまたはパブリックアドレス上に送信する。データは、パブリックネットワーク504、プライベートネットワーク502を通り、図9Aに示すように無線によってアクセスポイント606からサーモスタッフ112へと到達する。

【0069】

サーモスタッフ112のWiFiモジュール(不図示)内の設定が、どの通信チャネルを通じてデータを受信したかに応じてデータを処理すべきか破棄すべきかを決定する。WiFiモジュール内の設定に基づいて、電力優先度テーブル904は、サーモスタッフ112の最近の電池レベルが電池イメージ112Aに示されるように低レベルであることおよび、ポート60744および60743がそれぞれ高および低データタイプの処理に用いられることが識別する。直近の電池レベルが低であるため、本例の電力優先度テーブル904はWiFiモジュールがポート60743上に到来した低優先度データは無視または破棄し、ポート60744上で受信した高優先度データのみを処理するように設定されていることを示している。その後サ

10

20

30

40

50

一モスタッフ112は、サーモスタッフ112が検出した電池レベルに応じて、パケットを受け入れるか破棄するようにWiFiモジュールの設定を更新してもよい。後になって電池レベルが高であるとサーモスタッフ112が判定した場合、サーモスタッフ112は両方のポートに到達する低優先度データパケットおよび高優先度データパケットのいずれも処理するようにWiFiモジュールを再設定する。別の実施形態において、WiFiモジュールはさらに、より多くの、あるいはより少ないデータ優先度タイプについて、より多くの、あるいはより少ないポートおよびプロセスを用いるように設定されてもよい。例えば、単に高優先度および低優先度データタイプだけでなく、高優先度、中優先度、または低優先度データタイプのいずれかを処理するために3つの通信チャネルが用いられてよい。

【0070】

10

本発明の実施形態に係るサーモスタッフの内部部品の一部の概要を示す模式的なブロック図である図9Bを参照する。サーモスタッフ908は図9Aのサーモスタッフ112と類似しているが、WiFiモジュール912およびアンテナ、付随メモリ915を有するヘッドユニットプロセッサ914、付随メモリを有するバックプレートプロセッサ916、およびセンサ922（例えば温度、湿度、動き、周辺光、近接）を含む、選ばれた内部部品を図示および強調している点で異なる。一実施形態において、ヘッドユニットプロセッサ914はテキサスインスツルメンツ社製のAM3703 Sitara ARMマイクロプロセッサであってよく、より具体的に「マイクロコントローラ」と呼んでもよいバックプレートプロセッサ916はテキサスインスツルメンツ社製のMSP430Fマイクロコントローラであってよい。サーモスタッフヘッドユニット、バックプレート、および他の物理要素の物理的な配置および構成の詳細については、上述した米国特許出願第13/199,108に記載されている。

【0071】

20

いくつかの実施形態について、バックプレートプロセッサ916はいくらかの計算能力を有するものの、ヘッドユニットプロセッサ914より大幅に性能が劣る超低電力デバイスである。バックプレートプロセッサ916は温湿度センサ、動きセンサ、周辺光センサ、および近接センサを含むセンサ922のほとんどまたは全てに接続されるとともに、定期的にポーリングを行う。バックプレートハードウェア自身に配置されなくともよく、むしろヘッドユニット内に配置されるセンサ922については、ヘッドユニットとバックプレートとの間にリボンケーブルや他の電気的な接続手段が設けられる。特に、ヘッドユニットプロセッサ914が受け持つ他のセンサ（不図示）があってもよく、一例としては外縁リング302（前述の図4A～4Bを参照）のユーザによる回転を検知するリング回転センサがある。ヘッドユニットプロセッサ914およびバックプレートプロセッサ916はそれぞれ、「スリープ」状態に移行し、その後様々なタスクを実行するために「目覚める(wake up)」することができる。

【0072】

30

いくつかの実施形態において単に低いクロックスピードに対応する低電力スリープ状態を有するバックプレートプロセッサ916は、通常、より能力の高いヘッドユニットプロセッサ914よりもかなり頻繁にスリープモードとの行き来を繰り返す。バックプレートプロセッサ916はヘッドユニットプロセッサ914をスリープ状態から目覚めさせることができる。最適な電池節約を目的とした1つの好適な実施形態について、ヘッドユニットプロセッサ914は自身の動作が要求されていない際にスリープすることが許される一方、バックプレートプロセッサ916はセンサ922のポーリングを継続的に実施し、メモリ917内のセンサ測定結果を維持する。バックプレートプロセッサ916は(i)現在有効な暖房設定値を現在温度が下回った場合のように、HVAC動作が要求されうることをセンサデータが示している場合や、(ii)メモリ917が満杯になり、メモリ915に保存するためにセンサデータをヘッドユニットプロセッサ914に転送する必要が生じた場合に、ヘッドユニットプロセッサ914を目覚めさせるであろう。そして、センサデータはクラウドサーバとヘッドユニットプロセッサ914との間のその後の有効な通信セッション中にクラウドサーバ（サーモスタッフ管理サーバ）に送信されてよい。

【0073】

40

50

WiFiモジュール912について、一実施形態では802.11b/g/n WLAN規格をサポートするテキサスインスツルメンツ社製WL1270チップセットに基づく村田無線ソリューションズ社製のLBWA19XSLZモジュールを用いて実施することができる。本発明のいくつかの実施形態は、エネルギーを節約するため、1つまたはいくつかのイベントが発生するまでサーモスタッフ908が低電力または「スリープ」モードに移行することができるようWiFiモジュール912を構成並びにプログラミングする。例えば、いくつかの実施形態においてWiFiモジュール912は、図4Aおよび4Bに示したようにユーザがサーモスタッフ908を物理的に操作した際にこの低電力モードから離れ、それによって、図3Bに示すサーモスタッフ110のヘッドユニット312およびバックプレート314部分における機能を制御するためにヘッドユニットプロセッサ914およびバックプレートプロセッサ916の両方が起動されてもよい。

【0074】

WiFiモジュール912を、無線アクセスポイント912からのビーコンに応答して一定周期で低電力モードから目覚めるようにしてもよい。エネルギーを節約するため、WiFiモジュール912は適切な無線規格によって決定されるようにビーコンの確認応答を行うために低電力モードを短期間離れ、図9Bにおけるサーモスタッフ908のプロセッサおよび他の部品を起動させることなく低電力モードに戻ってよい。別の実施形態において、WiFiモジュール912はまた、短期間目覚めた後にセンサ922を通じてデータを収集し、後で参照するために結果をタイムスタンプ、イベントタイプおよび対応するデータの一覧とともにデータログ926に保存するためにバックプレートプロセッサ916、ヘッドユニットプロセッサ914、またはサーモスタッフ908の他の部分を起動させることによってビーコンに応答してもよい。一実施形態によれば、バックプレートプロセッサ916はデータログ926にデータを収集し、ある期間またはログが最大所定サイズに達するまでメモリ920に保存してもよい。その時点でバックプレートプロセッサ916は、メモリ920に保存されているデータログ926を、インターネットのようなパブリックネットワークを通じてクラウドベースの管理サーバ516にアップロードする動作を連携して行うために、ヘッドユニットプロセッサ914を目覚めさせてよい。データログ926のアップロード頻度を少なくすることで、個々のレコードまたはログエントリのより頻繁な送信に関する時間およびエネルギーを節約することができる。

【0075】

さらに別の実施形態において、WiFiモジュール912は、ヘッダが単に確認応答パケット（すなわち、キープアライブパケット）であるか、さらなる処理が必要なペイロードを含んでいるかを判定するために、入来データパケットを選択的にフィルタリングしてもよい。パケットがヘッダのみを含み、ペイロードを含まない場合、WiFiモジュール912はそのパケットを無視するか、サーモスタッフ管理システムまたはその受信パケットの他のソースに返信確認応答を送信するように構成されてよい。

【0076】

別の実施形態においてWiFiモジュール912は、図9Aに説明および図示したようにサーモスタッフ112とクラウドベースの管理サーバ516との間で複数の通信チャネルを確立するために用いられてもよい。上述の通り、サーモスタッフ112は異なる優先度を用いて分類された異なるタイプのデータを受信するために複数の通信チャネルを用いる。一実施形態においてWiFiモジュール912は1つまたは複数のフィルタおよびウェイクオンLAN機能を用い、その後それらの通信チャネルの1つまたは複数に到来するデータを選択的に無視または破棄するようにプログラミングされてよい。例えば、WiFiモジュール912のポートに到来した低優先度のデータは、そのポートに関連付けられた対応するウェイクオンLAN機能を無効とすることにより破棄されてよい。低優先度のパケットを破棄または無視することで、さらに電池の電力を節約しつつ、通信チャネルが継続して動作できるようになる。

【0077】

図9C～9Dは図9Aおよび9Bに示したような本発明の実施形態に係るクラウドベー

10

20

30

40

50

スの管理サーバ516とサーモスタッフ112における動作に関するフローチャートである。一実施形態において、図9Cにおけるフローチャートはサーモスタッフ通信サーバが電池駆動型のサーモスタッフと複数の通信チャネルを通じて通信するために用いる動作を提供する。この実施形態において、図9Aに示すクラウドベースの管理サーバ516のようなサーモスタッフ通信サーバは、電池駆動されるサーモスタッフから、サーモスタッフとサーモスタッフ通信サーバとの間でネットワークを通じた複数の通信チャネルの確立の要求を受信する(928)。サーモスタッフが通信チャネルを開始する際、ルータは図5におけるNATテーブル518のようなNATテーブルに複数のエントリを作成し、サーモスタッフがパブリックネットワークであるインターネット上のサーモスタッフ通信サーバと通信するための複数の通信チャネルを提供する。上述したように、NATテーブル内のこれらのエントリは、サーモスタッフ通信サーバおよびサーモスタッフからの通信の間隔がルータに関連付けられたNATタイムアウト値を超えない限り削除されず、通信チャネルはオープンし続ける。

【0078】

次に、サーモスタッフ通信サーバは、低優先度データタイプから高優先度データタイプまでのデータ優先度に従い、通信チャネルを通じてサーモスタッフに送信すべき1つ以上のデータタイプを分類する(930)。一実施形態において、低優先度データタイプはサーモスタッフ管理システムおよびサーモスタッフ全体の動作に対してさほど重要でないデータを含む。これらはソフトウェアアップデートや他のメンテナンスのような、サーモスタッフで実行されるオプション機能を含んでよい。反対に、高温度調節重要度データタイプは、サーモスタッフ管理システムおよびサーモスタッフの動作にとってより重要性が高いデータを含み、一般には設定値の変更、暖房または冷房のオン/オフ、またはサーモスタッフが配置された住居または商業施設内の場所の周辺温度のチェックといった、サーモスタッフで動作を能動的に実行することの要求を含む。

【0079】

通信チャネルをオープンした状態に保つため、サーモスタッフ通信サーバは複数の通信チャネルを通じてサーモスタッフにキープアライブパケットを送信するためのロングポーリング間隔を設定してよい(932)。いくつかの実施形態においてサーモスタッフ通信サーバは、ほとんどのルータが用いるNATタイムアウト期間(約100分であることが多い)を超えない最大値をロングポーリング間隔に設定する。

【0080】

サーモスタッフ通信サーバとサーモスタッフとの間を通過するデータが無ければ(934, No)、当初ロングポーリング間隔に設定されたタイム値を通信プロトコルスタック内の時間に対して削減し、処理を継続する。結局、ロングポーリング間隔が経過し、サーモスタッフ通信サーバ上の(TCP/IPのような)通信プロトコルスタックがロングポーリング間隔内で通信アクティビティを検出しなければ、ルータ上のNATエントリを保持するとともに複数の通信チャネルをオープンさせ続けるために内蔵キープアライブ機能がパケットを送信する(938)。いくつかの実施形態において、サーモスタッフ通信サーバはロングポーリング間隔に関連付けられたタイマが満了すると、通信チャネルが利用可能かつ適切に動作することの確認を支援するため、通信チャネルを切断して再確立するよう要求してもよい。

【0081】

あるいは、送信すべきデータがあれば、サーモスタッフ通信サーバはそのデータの優先度をチェックし、適切な通信チャネルを通じて送信する。一実施形態によれば、データが低優先度に分類されている場合(940, Yes)、サーモスタッフ通信サーバは低優先度データ送信用に予約された通信チャネルを通じてデータを送信する(942)。あるいは、データが高優先度に分類された場合(940, No)、サーモスタッフ通信サーバは高優先度データ送信用に予約された通信チャネルを通じてデータを送信する(948)。本実施形態において、サーモスタッフ通信サーバは異なる通信チャネル上にデータを分離しているが、サーモスタッフはより簡単に電池レベルデータを取得可能であり、決定を行

10

20

30

40

50

うことができるため、データを処理するか破棄するかの決定をサーモスタッフが行えるようになっている。

【0082】

図9Dはデータを高レベルのパフォーマンスで処理しつつ電池エネルギーを節約するためにサーモスタッフで実施される相補的な動作のフローチャートである。本実施形態において、図9Aのサーモスタッフ112のようなサーモスタッフは、電池レベルまたは、1つまたはいくつかの通信チャネルを通じて受信する可能性のあるデータパケットをチェックするために低電力状態から目覚めることができる(950)。例えば、サーモスタッフは、アクセスポイント924からの無線ストローブに応答するため(電池レベルのチェックも行ってよい)、低電力状態から100msに1回目覚めてもよい。ウェイクオンLANイベントがサーモスタッフを低電力状態から遷移させ、1つまたは異なるデータ優先レベルに対して予約されたいいくつかの通信チャネルを通じて受信したデータパケットを処理させることにより、サーモスタッフを目覚めさせてよい。

10

【0083】

いくつかの実施形態において、サーモスタッフは、サーモスタッフ通信サーバ620のようなサーモスタッフ通信サーバとの通信チャネルが確立されていないことを判定してもよい(952, No)。従って、本発明の一実施形態は、サーモスタッフ通信サーバとサーモスタッフとの間に2つの通信チャネルを要求し、確立してもよい(954)。いくつかの実施形態によれば、サーモスタッフは低優先度データタイプおよび高優先度データタイプに分類されたデータを受信するためにサーモスタッフ上に第1および第2通信チャネルを予約する。サーモスタッフはまず、図9BのWiFiモジュール912のような自身のWiFiモジュールを、内蔵ウェイクオンLAN機能を用いていくつかの通信チャネルの各々から低および高優先度データパケットを受信するように設定する(956)。そして、サーモスタッフは、電力消費を削減するために低電力状態に戻り、次のイベントまたはデータの受信を待ってよい(958)。

20

【0084】

あるいは、通信チャネルが確立されたら(952, Yes)、サーモスタッフはデータパケットが受信されさらなる処理を要求しているかどうかを判定する(960)。いくつかの実施形態において、サーモスタッフ上のWiFiモジュールは、データパケットヘッダまたはペイロードを検査し、そのデータパケットがデータパケットがさらなる処理を必要とするか、破棄してもよいものかを判定してもよい(960, No)。例えば、データパケットがルータ内のNATテーブルエントリの維持を意図したキープアライブパケットである場合またはそのパケットが関連付けられたペイロードを有さない場合に、データパケットは破棄されてよい。パケットが破棄される場合、サーモスタッフのヘッドユニットプロセッサ914やバックプレートプロセッサ916といった他の部品は低電力状態を維持できるので、サーモスタッフは全体的な電力消費を節約できる(962)。

30

【0085】

パケットがさらなる処理を必要とする場合(960, Yes)、サーモスタッフは受信したデータパケットにサービスを提供するため、サーモスタッフの他の部分を起動したり、電源を投入したりしてよい(964)。いくつかの実施形態において、サーモスタッフはサーモスタッフの設定値の変更や他の機能を実行するためにヘッドユニットプロセッサ914を起動したり、サーモスタッフ通信サーバ620から要求されるようにセンサ情報を収集するためにバックプレートプロセッサ916を起動したりしてよい。一旦パケットが処理もしくは破棄されると、本発明の実施形態はサーモスタッフの現在の電池レベルをチェックし、その後のデータパケットを受け入れるか破棄するために通信チャネルを調整する。

40

【0086】

サーモスタッフが電池充電率を低電池レベル以下であると判定すると(968, Yes)、WiFiモジュールは低優先度データに予約された第1通信チャネルを通じて受信されるその後のデータを破棄するように設定される(972)。上述の通り、いくつかの実施形

50

態はWiFiモジュールのある通信チャネルおよびポート上のパケットを、そのチャネルのウェイクオン LAN 機能をオフにすることによって破棄する。これにより、そのチャネル上でその後受信される低優先度パケットは無視または破棄されることになる。いくつかの実施形態において、WiFiモジュールは第2通信チャネル上のパケットを適切なポート番号を見いだすためのフィルタを用いて処理するとともに、その選択されたフィルタに対するウェイクオン LAN 機能を効果的にするように設定される。最後に、電池充電率が低電池レベルより高い場合(968, No)、本発明の実施形態は第1および第2通信チャネルを通じてその後受信するパケットの処理を効果的にする(978)。例えば、電池レベル充電率が高い場合、本発明の実施形態はより多くのデータを処理するように調整され、サーモスタッフの能力と、命令および要求への応答能力とを向上させる。電池レベルのチェックおよびWiFiモジュールの調整後、エネルギー消費を節約するためサーモスタッフは低電力状態に戻り、次のイベントおよび/または処理すべきデータを待つ(958)。図9Eにおけるデータの流れの例は、データの流れと異なる優先度のデータを送信するために複数の通信チャネルを用いるイベントを示している。

【0087】

この例において、サーモスタッフはサーモスタッフ通信サーバと複数の通信チャネルの確立を開始し、それによってルータはNATテーブルに対応するエントリを作成することになる(960)。いくつかの実施形態において、第1通信チャネルは低優先度データタイプ用に予約され、第2通信チャネルは高優先度データ用に予約されている。エネルギーを節約するため、サーモスタッフは低電力モードに移行し、次のイベントを待つ(964)。ある時間経過後、ロングポーリングインターバルが満了すると、サーモスタッフ通信サーバはNATテーブルエントリが削除される前にキープアライブパケットを送信する(962)。一実施形態において、サーモスタッフは低電力モードから目覚め、低電池レベルを検知するとともに周辺状況を記録する。この例において、受信データパケットを処理するかどうかの判断はサーモスタッフにゆだねられているため、サーモスタッフはサーモスタッフ通信サーバに転送しない。代わりにサーモスタッフは高優先度データタイプを受信するポート以外の全てのポートに対するウェイクオン LAN (WOL) 機能をオフする(970)。例えば、第1通信チャネルは低優先度データ用に予約されているため、第1通信チャネルを通じてその後受信するパケットは破棄されるであろう。その後のある時点で、図5における、サーモスタッフアクセスクライアント514を実行するタブレット506のようなクライアント機器が、サーモスタッフへソフトウェアアップデートをダウンロードするようサーモスタッフ通信サーバに要求する(972)。サーモスタッフ通信サーバはその要求を低優先度データタイプに分類し、サーモスタッフの電池レベルとは無関係に第1通信チャネルを通じて送信する(974)。いくつかの実施形態において、サーモスタッフ通信サーバは異なる優先度データタイプを異なる通信チャネルに振り分け、受信パケットを破棄するか処理するかをサーモスタッフに決定させる。サーモスタッフはソフトウェアアップデート要求を受信するが、電池レベルが低く、また第1通信チャネルはそれが受信しうる低優先度データを無視するように設定されているため、結局はパケットを破棄する(976)。図10A～10Bは複数のサーモスタッフでサーモスタッフ報告グループを生成し、報告イベントを1つの共通イベントログにまとめるための模式的なブロック図およびフローチャートを提供する。

【0088】

図10Aにおいて、サーモスタッフ報告グループ1002は、サーモスタッフ1004, 1006, 1008, 1010を含む、ネットワーク内のいくつかのサーモスタッフから形成されており、各サーモスタッフの現在の電池レベルは電池イメージ1004A, 1006A, 1008A, 1010Aでそれぞれ表されている。エネルギーを節約するため、イベントログ情報を他のグループメンバから受信し、ネットワークを通じて中央サーバにアップロードするための代理報告サーモスタッフがサーモスタッフ報告グループから選択される。この例では、電池イメージ1004Aで表される電池レベルがサーモスタッフ報告グループ内で最高であることから、サーモスタッフ1004が代理報告サーモスタッ

10

20

30

40

50

トとして選択されている。選択されると、サーモスタッフ 1004 はネットワーク上で他のサーモスタッフ 1006, 1008, および 1010 からそれぞれローカルトランスマスター 1012, 1014, および 1016 を通じてログデータを収集する。

【0089】

これらローカルトランスマスターは、各エントリについてタイムスタンプ、イベントタイプ、機器IDおよびデータコンテンツを特定する1つの共通ログ 1016 にまとめられる、各サーモスタッフからのログデータを含んでいる。ある時間経過後、またはサーモスタッフ 1004 内のメモリ（不図示）が満たされると、共通ログ 1016 は通信チャネルを通じてクラウドベースの管理サーバ 516 のような中央サーバにアップロードされる。この手法は、各サーモスタッフが別個にアップロードしなければならない場合よりも少ない回数でイベントログ情報を収集することを可能にする。またこの手法は、低電池レベルを有するサーモスタッフが電池を節約することを可能にしながら、図 5 のクラウドベースの管理サーバ 516 のようなサーバでそのようなデータを収集ならびに解析することを可能にする。図 10B は、本発明の実施形態に従って、代理報告サーモスタッフおよび共通イベントログに報告イベントを収集する動作のフローチャートである。

10

【0090】

一実施形態において、サーモスタッフ報告グループはネットワーク上の複数の電池駆動型サーモスタッフから生成される（1016）。電池駆動型サーモスタッフはそれぞれ別個に、サーモスタッフで生じている1つ以上の動作およびイベントに対応する個々のイベントログに、イベントを記録する。場合によっては、イベントは、各サーモスタッフに内蔵されている湿度センサ、温度センサ、パッシブ赤外線センサ、周辺光センサ、アクティブ近接センサや他のセンサから提供されるセンサ情報を含んでもよい。イベントログはまた、サーモスタッフの現在または変更された設定を記述する情報および、それら設定が変更された時刻に関するタイムスタンプを含んでもよい。上述の通り、本発明の実施形態は他のサーモスタッフを代表する代理報告サーモスタッフを選択する

20

【0091】

（1018）。いくつかの実施形態において、代理報告サーモスタッフはサーモスタッフ報告グループ内の他の電池駆動型サーモスタッフと比較して最も高い電池レベルを有することに基づいて選択される。例えば、図 10A におけるサーモスタッフ 1004 はグループ内で最高に充電された電池を有するため、代理報告サーモスタッフとして選択される。時間とともに、代理報告サーモスタッフはサーモスタッフ報告グループ内の各サーモスタッフから記録されたイベントを収集する（1020）。

30

【0092】

代理報告サーモスタッフは、無線アドホック接続やネットワークアクセスポイントまたはルータを通じて利用可能な無線接続を用いてサーモスタッフ報告グループ内の各サーモスタッフからこれらのイベントを収集してよい。代理報告サーモスタッフは通常、自身の記憶装置が一杯になるか、それらログに対する最大割り当てに達するまで、他のサーモスタッフからデータを収集し続ける（1022）。例えば、サーモスタッフは、アップロード処理を起動する前に複数のサーモスタッフからのログ情報を保存するために500メガバイトを割り当ててよい。代理報告サーモスタッフ上の記憶装置が満たされると、代理報告サーモスタッフの一実施形態はサーモスタッフイベントを保存するためにサーモスタッフ管理システムへ複数の通信チャネルを確立する（1024）。

40

【0093】

例えば、これはプライベートネットワーク上のサーモスタッフとサーモスタッフ管理システムとの間の、インターネットを通じた接続であってよい。次に、一実施形態は、サーモスタッフ報告グループ内の複数のサーモスタッフを代理して、代理報告サーモスタッフに収集されたイベントをサーモスタッフ管理システムに、通信チャネルを通じてアップロードする（1026）。共通イベントログ内のデータのアップロードが成功すると、本発明の実施形態は代理報告サーモスタッフ内の、サーモスタッフ報告グループから収集されたイベントの記憶領域を消去する（1028）。これにより、代理報告サーモスタッフは

50

さらなるイベントをイベントログに含めることができる。複数の例および実施形態を説明してきたが、それらは本発明のいかなる見地も限定するものではない。

【0094】

従って、本発明の精神および範囲を離れること無しに様々な変更がなされうる。実際、サーモスタッフ、HVACおよび他の機器の通信および動作のための方法およびシステムが提供されてきたが、これらの方針およびシステムは単なる例示を目的としたものであって、全体的な発明の範囲を限定する意味はない。本明細書で用いられる「サーモスタッフ」という用語は、HVACシステムへの直接制御線を有するサーモスタッフを含むことができるが、HVACシステムへに直接的には接続されていないが、筐体内の1カ所で周辺温度を検知し、同じ筐体内の別のどこかに配置された（かつHVACシステムへの直接制御線を有する）別個のサーモスタッフユニットとの有線または無線データ接続を用いて協調的に通信するサーモスタッフも含むことができると解すべきである。従って、本発明は上述した実施形態に限定されず、等価物を踏まえた、添付した特許請求の範囲によって規定される。

10

【図1】

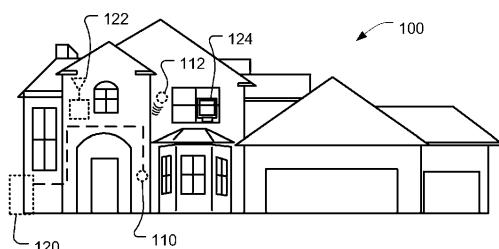


FIG. 1

【図2】

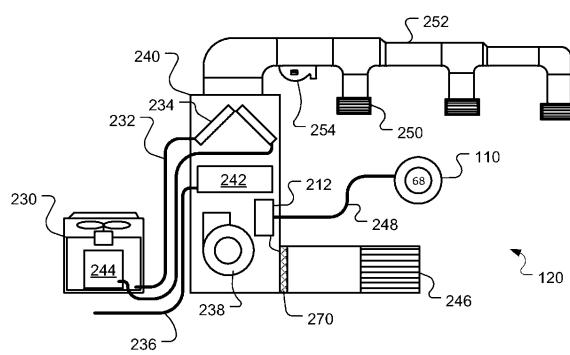


FIG. 2

【図3A】

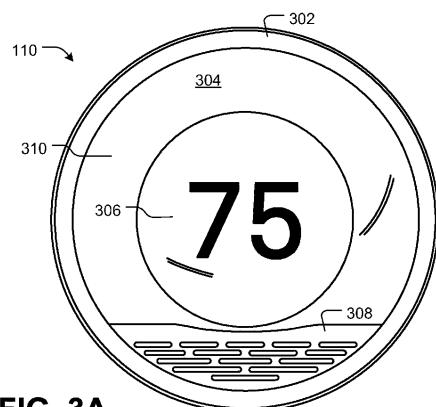


FIG. 3A

【図3B】

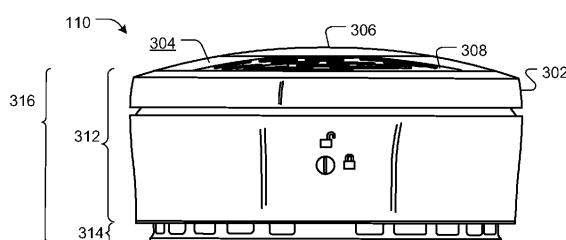
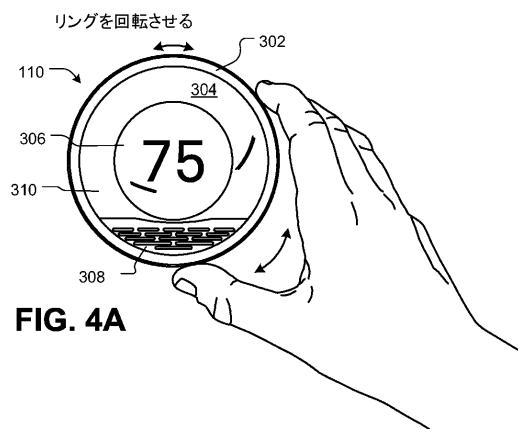


FIG. 3B

【図 4 A】



【図4B】

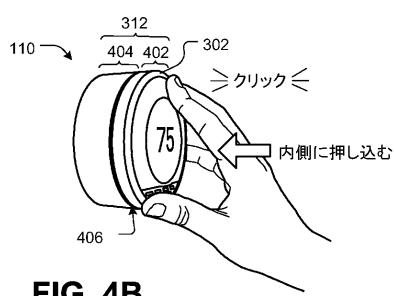
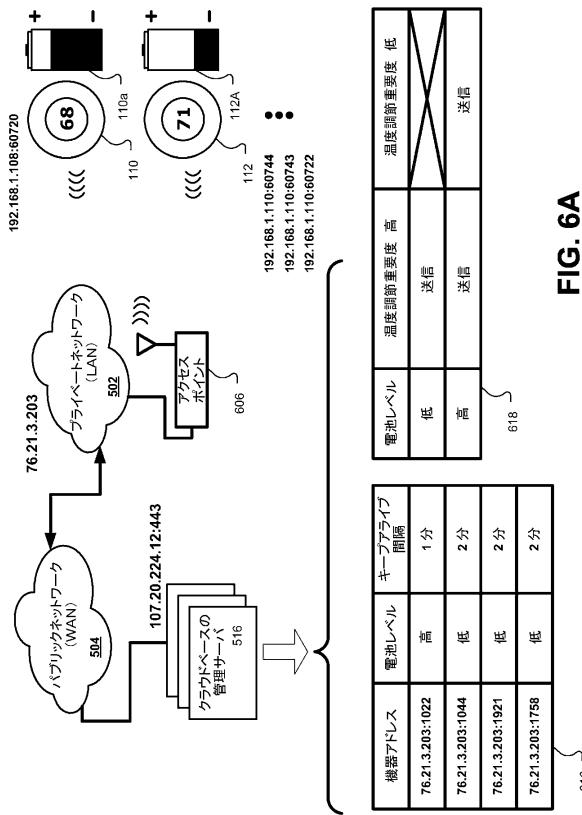


FIG. 4B

【図 6 A】



【 四 5 】

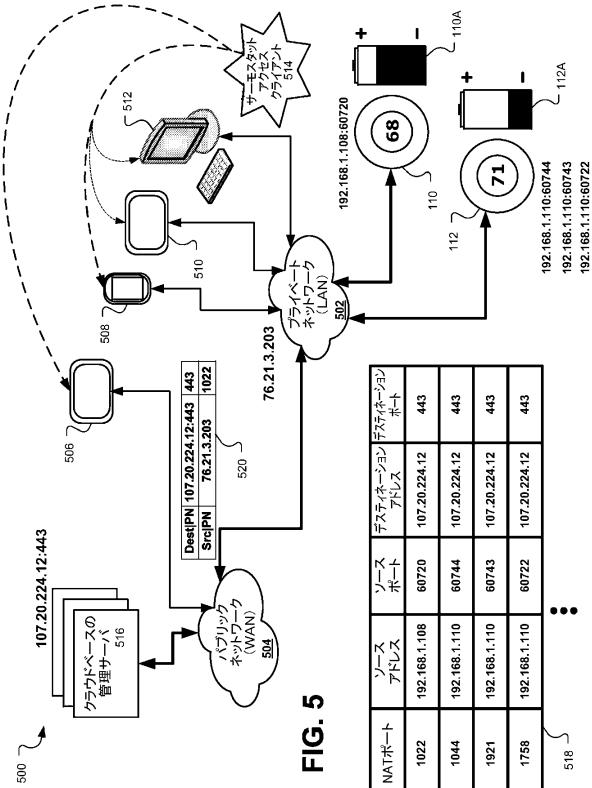
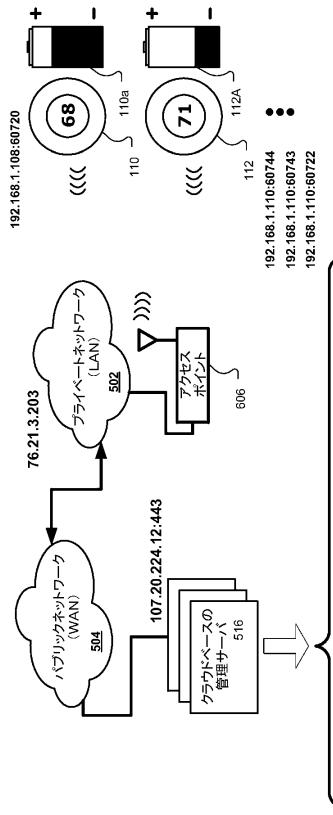


FIG. 5

【 図 6 B 】

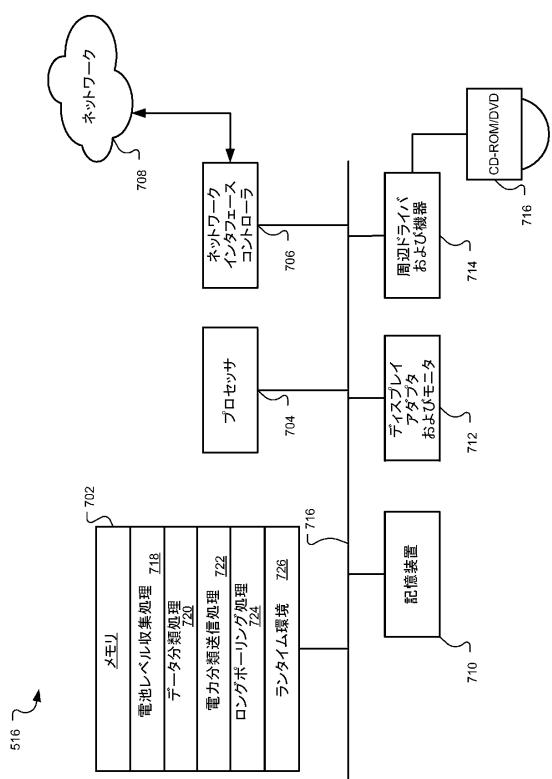


EIG 6B

機器アドレス	電池レベル	キープアライブ間隔	電池レベル	キープアライブ	温度調節重要度	温度調節重要度	温度調節重要度
76.21.3.203:1022	高	1 分	低	送信	高	中	低
76.21.3.203:1044	低	2 分	中	送信	送信	送信	送信
76.21.3.203:1921	低	2 分	高	送信	送信	送信	送信

1

【図7】



【図8A】

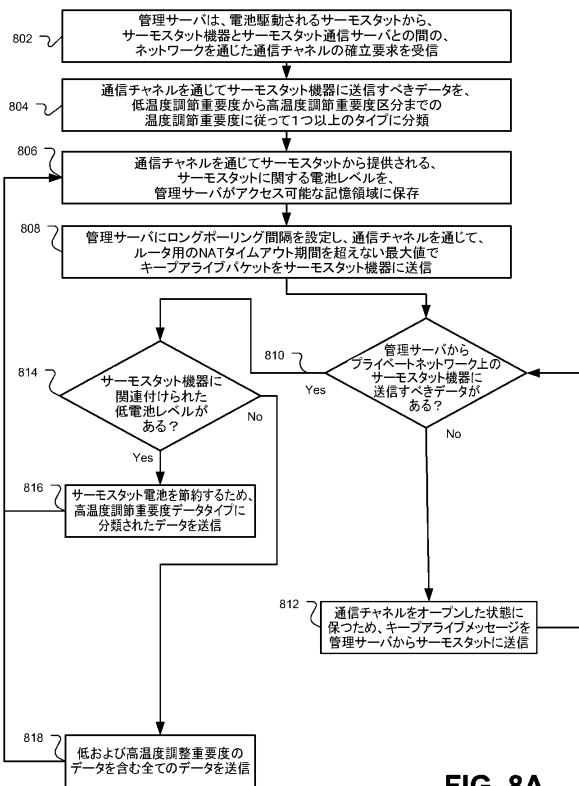


FIG. 8A

【図8B】

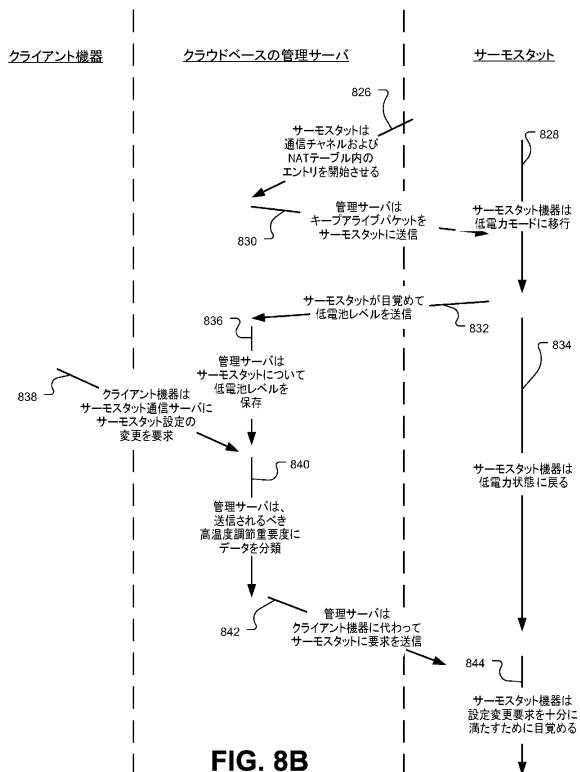


FIG. 8B

【図9A】

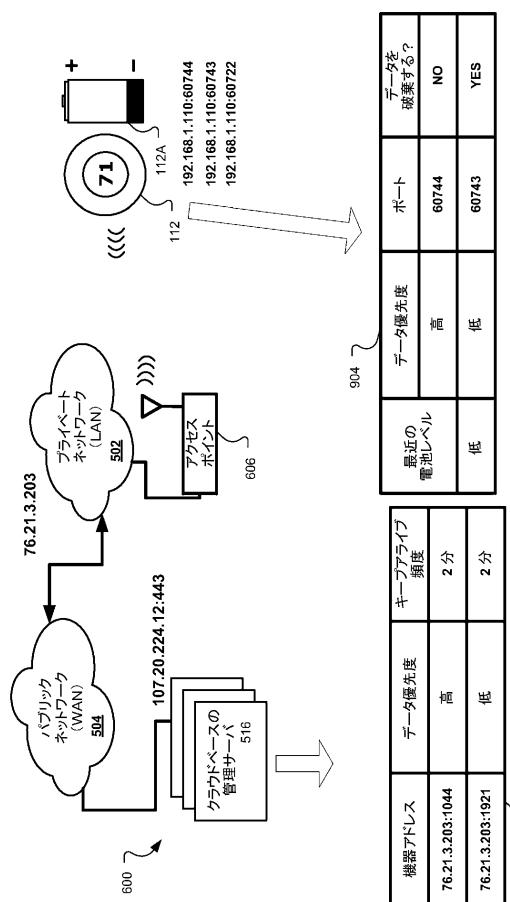


FIG. 9A

【図 9B】

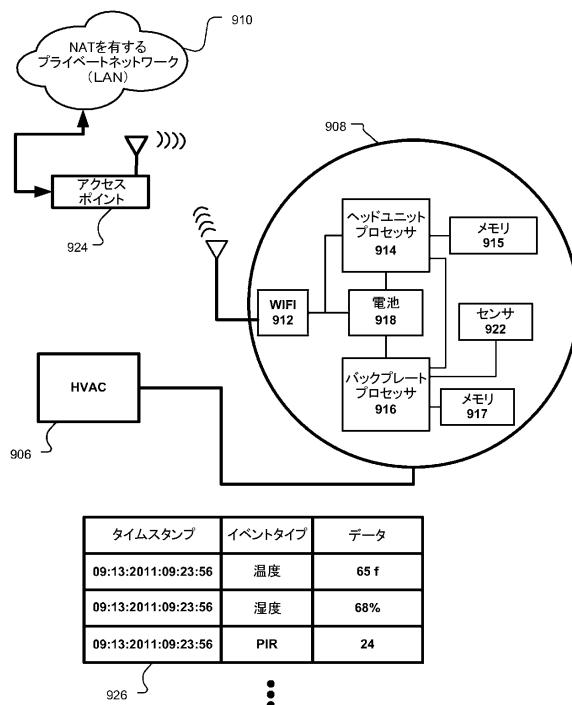


FIG. 9B

【図 9C】

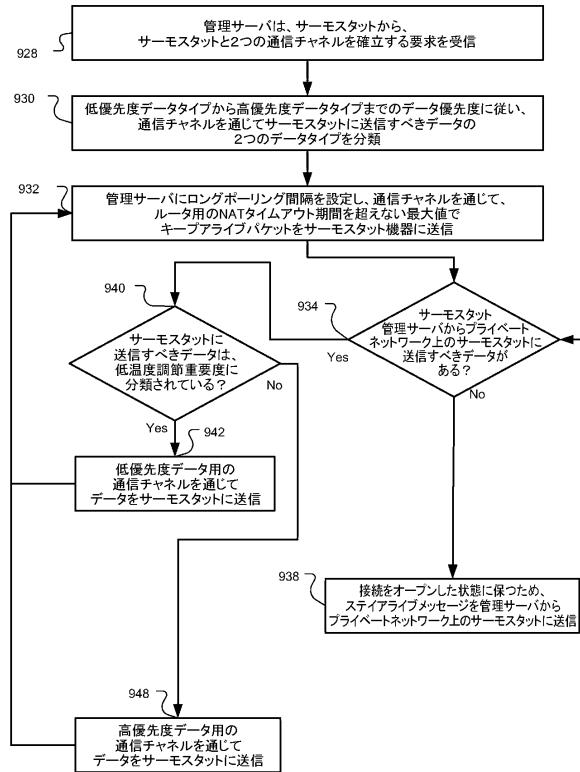


FIG. 9C

【図 9D】

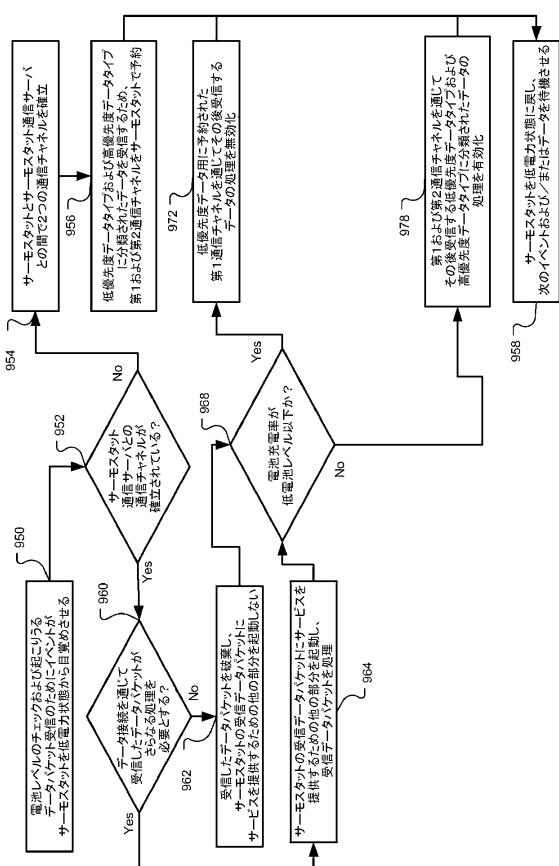


FIG. 9D

【図 9E】

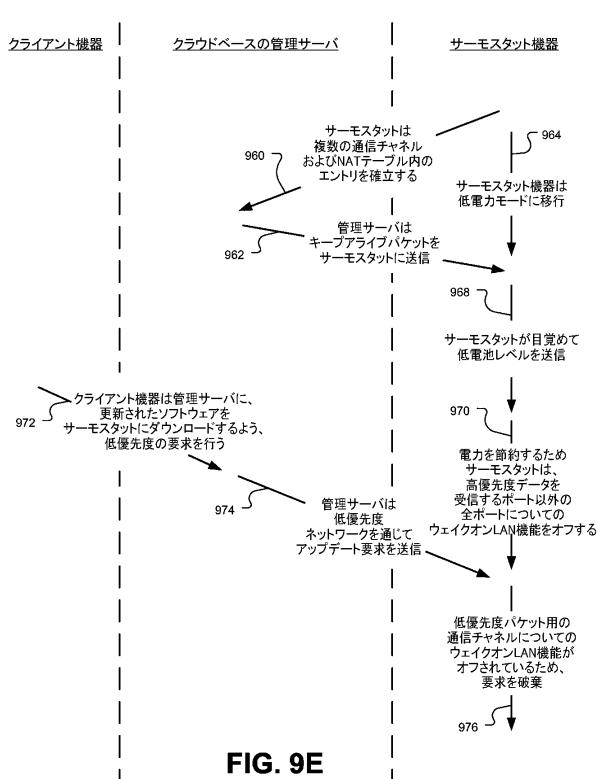


FIG. 9E

【図 10A】

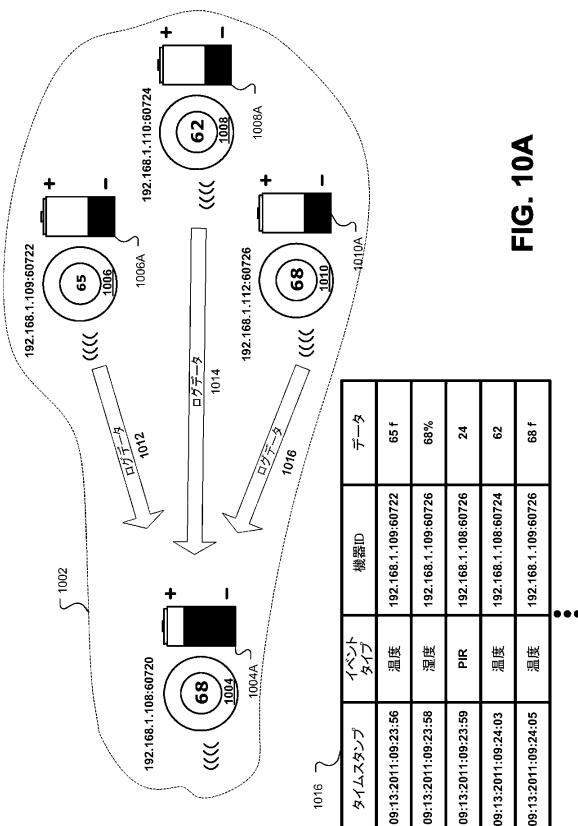


FIG. 10A

【図 10B】

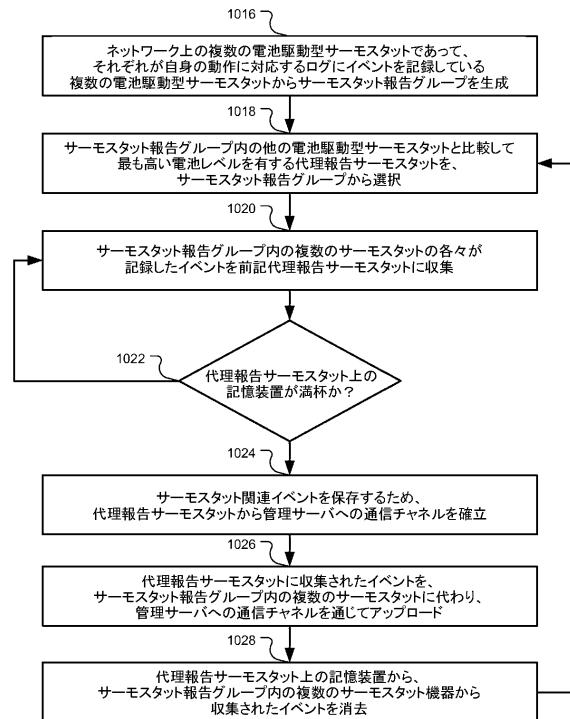


FIG. 10B

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 13/275,307

(32)優先日 平成23年10月17日(2011.10.17)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ハーディソン, オスボーン, ビー.

アメリカ合衆国 カルifornニア州 94306, パロ アルト, ハンセン ウェイ 900

(72)発明者 シュルツ, リチャード, ジェイ., サード

アメリカ合衆国 カルifornニア州 94306, パロ アルト, ハンセン ウェイ 900

(72)発明者 スティール, オリヴァー ダブリュー.

アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 01002, アマースト, フォーレステッジ ロード
23

審査官 坂東 博司

(56)参考文献 特開平09-190394 (JP, A)

特開平11-027316 (JP, A)

特開平08-265373 (JP, A)

特開2004-246811 (JP, A)

特開2007-235197 (JP, A)

特開2008-040680 (JP, A)

特開2008-147738 (JP, A)

特開2002-010341 (JP, A)

特表2003-502913 (JP, A)

国際公開第2009/008411 (WO, A1)

国際公開第2010/113320 (WO, A1)

特開2006-340223 (JP, A)

特表2004-511148 (JP, A)

米国特許第06260765 (US, B1)

特開2007-267335 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 F 13 / 00