

(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.

F I

G 0 6 F 13/00 (2006.01)

G 0 6 F 13/00 3 5 8 D

請求項の数 16 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2013-540079 (P2013-540079)	(73) 特許権者	502208397
(86) (22) 出願日	平成23年11月18日 (2011. 11. 18)		グーグル インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2014-501970 (P2014-501970A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
(43) 公表日	平成26年1月23日 (2014. 1. 23)		043 マウンテン ビュー アンフィシ
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/061503		アター パークウェイ 1600
(87) 国際公開番号	W02012/068526	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開日	平成24年5月24日 (2012. 5. 24)		特許業務法人深見特許事務所
審査請求日	平成26年4月18日 (2014. 4. 18)	(72) 発明者	ムシグナット, アンドレア
(31) 優先権主張番号	61/415, 771		アメリカ合衆国 カルフォルニア州 94
(32) 優先日	平成22年11月19日 (2010. 11. 19)		306, パロ アルト, ハンセン ウ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		エイ 900
(31) 優先権主張番号	61/429, 093	(72) 発明者	スプラマニウム, センシルバセン
(32) 優先日	平成22年12月31日 (2010. 12. 31)		アメリカ合衆国 カルフォルニア州 94
(33) 優先権主張国	米国 (US)		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ト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】

サーモスタットであって、
 前記サーモスタット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ト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、前記サーモスタットと前記サーモスタット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ト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、前記サーモスタットと前記サーモスタット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、前記サーモスタット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ト。

【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ト。

【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ト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ト。

【請求項 4】

サーモスタットとサーモスタット管理サーバとの間でデータを通信する方法であって、サーモスタットのプロセッサを、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ト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、前記サーモスタットと前記サーモスタット管理サーバとの間の通信チャネルの確立要求を、前記サーモスタットから、前記サーモスタット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ト管理サーバへ送信するステップと、

前記サーモスタットと前記サーモスタット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、前記サーモスタットにおいて、前記サーモスタット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、前記サーモスタット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、

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。

10

20

30

40

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ト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ト管理サーバへ、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、前記サーモスタット管理サーバから、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、

前記サーモスタットから前記アクセスポイントを通じて前記サーモスタット管理サーバへ、前記サーモスタットと前記サーモスタット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、前記サーモスタット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トのネットワークアドレスと、前記サーモスタット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ト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ト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】

サーモスタット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トと通信するように構成されたネットワークインタフェースコントローラと、

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

前記サーモスタット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、前記サーモスタットと前記サーモスタット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ト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フェースコントローラを通じて、前記サーモスタット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ト管理サーバが前記サーモスタット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、

前記サーモスタットへ送信すべきデータが存在するか否かを判定し、

前記サーモスタット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、

前記サーモスタットへ、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、

前記サーモスタット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、前記サーモスタットの電池レベルに関わ

10

20

30

40

50

らず前記高優先度データを通信することと、前記サーモスタットの前記電池レベルが低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ト管理サーバ。

【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ト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ト管理サーバ。

【請求項 11】

前記キープアライブ間隔の前記長さが、前記サーモスタット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ト管理サーバ。

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ト管理サーバ。

【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ト管理サーバ。

【請求項 14】

サーモスタット管理サーバとサーモスタットとの間でデータを通信する方法であって、
前記サーモスタット管理サーバにおいて、前記サーモスタットと前記サーモスタット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トから受信するステップと

20

、
前記サーモスタット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ト管理サーバから前記サーモスタット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、

前記サーモスタット管理サーバから前記サーモスタットへ、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ト管理サーバが前記サーモスタット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、

前記サーモスタット管理サーバにおいて、前記サーモスタット管理サーバから前記サーモスタット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

前記サーモスタット管理サーバから前記サーモスタットへ送信すべきデータが存在するとの判定にตอบสนอง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、

前記サーモスタット管理サーバから前記サーモスタットへ、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、

前記サーモスタット管理サーバにおいて、前記サーモスタット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、前記サーモスタット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、前記サーモスタットの前記電池レベルが低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】

前記サーモスタット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、

前記サーモスタット管理サーバから前記サーモスタットへ、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 Rechar 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。

10

【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トを用い、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。

20

【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。

30

【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」サーモスタットで既存の古いサーモスタット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ト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) が発す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、PC ベースのウェブブラウザ）を通じてサーモスタット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トが、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。

40

【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トを、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、必要なプロビジョニング、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

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トと、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ト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。

【 0 0 0 6 】

サーモスタット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ト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、電子サーモスタットはHVACシステム変圧器からサーモスタットに通じる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ト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、サーモスタットに提供される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トはHVACコイルリレーコイルに至るHVAC制御線から電力を取る「パワースティールリング」、「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。そういったサーモスタットは、コイ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イ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、サーモスタット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コイルリレーを誤って作動させたり作動させなかったりすることなくパワースティール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、パワースティールリングサーモスタット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。

【 0 0 0 7 】

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ト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ト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ト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ト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ト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ト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ィールリングによって電力供給を受けることができるようにす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ト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ト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ト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 】

【 0 0 0 8 】

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」サーモスタットの1つ以上を示している。このサーモスタットは処理能力、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トハードウェアがパワースティ어링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トはこれらの目標を、少なくとも、ハードウェアの消費電力がパワースティ어링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어링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）を利用を通じて達成する。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ト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、サーモスタット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、サーモスタットは、自身の充電電池の充電レベル（「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、サーモスタットが設置される家庭、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、サーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタットからクラウドサーバへの、サーモスタット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ト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、サーモスタット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）サーモスタット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

、サーモスタット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トと行う(instantiate)かどうかを(i)サーモスタット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ト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む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ト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ト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、一部が充電機のような電池で駆動されるサーモスタット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、サーモスタット通信サーバは電池駆動のサーモスタットと

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、サーモスタットはサーモスタット通信サーバと確立した通信チャンネルを通じて電池レベルを提供する。サーモスタット通信サーバは、サーモスタット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、サーモスタット通信サーバは、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、通信チャンネルを通じてサーモスタットに送信すべき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ト通信サーバおよびサーモスタット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。サーモスタット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、サーモスタット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ンネルを通じてサーモスタットに送信してよい。これによってサーモスタットが消費する電力を節約し、サーモスタット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、サーモスタットの電池レベルが高レベルであると判定されれば、サーモスタット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ンネルを通じてサーモスタットに送信してよい。

10

【0011】

本発明の別の見地において、通信チャンネルはサーモスタット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ト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。通信チャンネルを利用可能に保つため、サーモスタット通信サーバは、サーモスタット通信サーバから通信チャンネルを通じてサーモスタットへ、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オーバー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、サーモスタット通信サーバは、異なるデータ優先度タイプをサーモスタットに送信するために複数の通信チャンネルを用いる。一実施形態において、サーモスタット通信サーバは、サーモスタット通信サーバとサーモスタットとの間に複数の通信チャンネルを確立するための要求をサーモスタットから受信する。さらに、サーモスタット通信サーバは、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、サーモスタットに送信すべき1つ以上のデータタイプを分類する。サーモスタット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ン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ンネルを通じて送信する。

30

【0013】

本発明の別の見地において、サーモスタットは、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ト上の第1通信チャン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ト上の第2通信チャンネルを予約する。サーモスタットは第1通信チャンネルおよび第2通信チャンネルを通じてサーモスタット通信サーバから受信したデータを処理し、サーモスタット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、サーモスタットは、第2通信チャン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通信チャン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、サーモスタットは、第1通信チャン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通信チャン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トからサーモスタットイベントを収集し、中央サーバに保存するための代理報告サーモスタットの利用を含む。代理報告サーモスタットは電池駆動される複数のサーモスタットから構成されるサーモスタット報告グループの一部である。いくつかの実施形態では、サーモスタット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トが代理報告サーモスタットに選択される。グループ内の各サーモスタットは自身のイベントを、各サーモスタット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。各サーモスタット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ト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ト識別子は、各イベントがどのサーモスタット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トはイベントをサーモスタット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ト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ト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ト上の記憶エリアを消去することができる。

【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トを用いる例示的な筐体を示す図である。

【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ト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ト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ト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ト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トを操作するユーザの手を示す図である。

【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ト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ト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ト上の電池レベルを用いて通信を制御するサーモスタット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ト上の電池レベルを用いて通信を制御するサーモスタット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トの高性能動作の促進とを両立させる、サーモスタット管理システムのサーモスタット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トの性能進展を両立させながら電池駆動型サーモスタットと通信するために、サーモスタット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、サーモスタット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ト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トと通信システムとを示す図である。

【図 9 B】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トと通信システムとを示す図である。

【図 9 C】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ト通信サーバが行う動作のフローチャートである。

【図 9 D】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トが行う動作のフローチャートである。

【図 9 E】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 10 A】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ト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。

10

【図 10 B】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ト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。

20

【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、そういった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】

30

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する典型的なHVACシステムに関して説明されるが、本教示の範囲はそう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トは、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(duplexs)、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、サーモスタット、他の機器またはユーザインタ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。

40

【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

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29/404,097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29/404,099号(2011年10月14日出願) ; 米国特許出願第29/404,101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61/627,996号(2011年10月21日出願)。

【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ト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ト110(便宜上「サーモスタット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ト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。サーモスタット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もよい。サーモスタット110に内蔵されるセンサはサーモスタット110から突き出すことはなく、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、サーモスタット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」サーモスタットとは、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つのサーモスタットまたはマルチサーモスタットネットワーク内の複数の通信サーモスタットの1つを意味する。本明細書において「主」サーモスタットとは、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氣的に接続されているサーモスタットを意味する。本明細書において「補助」サーモスタットとは、HVACシステムに電氣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、主サーモスタットとのデータ通信により、主サーモスタットによるHVACシステムの制御に影響を与えたり制御を助けたりするサーモスタットを意味する。ある特定の有用なシナリオにおいて、サ

ーモスタット 1 1 0 は主学習型サーモスタットであり、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ト 1 1 2 は補助学習型サーモスタットであり、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ト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トと同様であり、補助学習型サーモスタットはさらに、主学習型サーモスタットと同様の検知能力（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トは、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トと無線通信したり強力したりする。

10

【 0 0 2 3 】

サーモスタット 1 1 0 が主学習型サーモスタットでありリモートサーモスタット 1 1 2 が補助学習型サーモスタット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ト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、サーモスタットが主学習型サーモスタット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ト、補助学習型サーモスタット、補助非学習型サーモスタット、または他のタイプのネットワーク接続サーモスタットおよび/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、サーモスタット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、サーモスタットが主学習型サーモスタット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ト、補助学習型サーモスタット、補助非学習型サーモスタット、または他のタイプのネットワーク接続サーモスタットおよび/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、サーモスタットが主学習型サーモスタット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ト、補助学習型サーモスタット、補助非学習型サーモスタット、または他のタイプのネットワーク接続サーモスタットおよび/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

【 0 0 2 4 】

筐体 1 0 0 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 1 2 4 と、本発明の一部の実施形態に係るサーモスタット 1 1 0、およびリモートサーモスタット 1 1 2 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 1 2 4 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 1 2 2 を用いて実装されている。各機器は統合ルータ 1 2 2 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 1 2 2 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。

30

40

【 0 0 2 5 】

統合ルータ 1 2 2 はさらに、筐体 1 0 0 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と呼ばれることもある。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ト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ト管理システム(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、サーモスタット管理システム上のサーモスタット管理アカウントが、筐体100内のコンピュータ機器124がサーモスタット110にリモートアクセスすることを可能にする。サーモスタット管理システムはサーモスタット管理アカウントがサーモスタット110に関連付けられているか、サーモスタット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ト110へ渡す。従って、サーモスタット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ト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、サーモスタット管理システムにアクセス可能であり、サーモスタット管理アカウントへアクセスされてよいなら、サーモスタット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ト110のようなサーモスタット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、サーモスタット110はリモートサーモスタット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ト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ト112との通信中、サーモスタット110はユーザからおよびリモートサーモスタット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ト112は、リモートサーモスタット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ト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したり、その両方のために用いられしたりしてよい。サーモスタット110と同様に、リモートサーモスタット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ト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ト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 250 のような供給エアレジスタを通じて 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 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や、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ト 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 3 A ~ 3 B は、本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタットを示している。サーモスタット 110 の内部には、サーモスタット 110 を図 1 および図 2 に示す HVAC システム 120 のような HVAC システムに電氣的に接続する制御回路がある。サーモスタット 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。サーモスタット 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、サーモスタット 110 の内部にはネットワークインタ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、サーモスタット 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、サーモスタットの筐体 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、サーモスタット 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トには、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、サーモスタット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、サーモスタット 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 にはサーモスタット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 3 A 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

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

【0033】

サーモスタット 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。サーモスタット 110 の側面図である図 3 B 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。サーモスタット 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、サーモスタット 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る。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、サーモスタット 110 内部に配置された充電電池（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ト 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ト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、サーモスタット 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ト管理システムがサーモスタット 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 4 A ~ 4 B は、本発明の実施形態に従って設計されたサーモスタットを操作するユーザの手を示している。図示の通り、サーモスタット 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。サーモスタット 110 上のカバー 304 は、サーモスタット 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ト 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】

サーモスタット 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、サーモスタット 110 は、図 4 A 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 4 B 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で

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じてもよい。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ト管理サーバ516に接続された、プライベートネットワーク502上のサーモスタット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、サーモスタット110およびリモートサーモスタット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。サーモスタット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ト110やリモートサーモスタット112に含めることが望ましくないことから、サーモスタット110およびリモートサーモスタット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】

サーモスタット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「サーモスタット管理システム」という用語は、サーモスタットに関しては「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。サーモスタット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、サーモスタット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

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、サーモスタット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オーバー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、サーモスタットアクセスクライアント514は、スタン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」であってよい。

【0041】

本明細書で説明した実施形態は、サーモスタット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ってよい。

【0042】

一実施形態において、図5に示すクラウドメスの管理サーバ516は、サーモスタット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。サーモスタット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。サーモスタット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ト110またはリモートサーモスタット112とやりとりできるように、各サーモスタット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上のサーモスタット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、サーモスタットアクセスクライアント514はサーモスタット110およびリモートサーモスタット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

スタットアクセスクライアント514は、サーモスタット110の遠隔制御や遠隔的な設定のために用いられてよい。サーモスタッ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、またはサーモスタットによってサーモスタッ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、サーモスタット110またはリモートサーモスタット112上の他の情報を収集してもよい。

【0043】

サーモスタット110およびリモートサーモスタット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、サーモスタット110およびリモートサーモスタット112はパブリックネットワークアドレスを有さないで、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、サーモスタット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、リモートサーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタット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の、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、サーモスタット110および112は、サーモスタット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、サーモスタット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と、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と他のサーモスタットとの間の通信はサーモスタット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タット112に提供されるような複数の通信チャネルを用いてもよい。

【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 packets 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タット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 packets を受信するであろう。ルータはこの packets 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 packets ヘッダ520は、デスティネーションアドレス

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、サーモスタット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、サーモスタットの電池レベルおよびサーモスタットの性能への影響を考慮する。サーモスタットの電池レベルが低い場合、サーモスタット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トの能力に影響を与えうる。図5に示すように、サーモスタット110に隣接する電池拡大イメージ110Aはサーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタット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に示す一実施形態において、クラウドベースの管理サーバ516はサーモスタット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、サーモスタット110およびサーモスタット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、サーモスタット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、各サーモスタット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ト通信サーバ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はサーモスタット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ト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ー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ト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】

所定の時間間隔またはイベント発生に応じて、サーモスタット 1 1 0 および 1 1 2 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ト 1 1 0 および 1 1 2 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 6 0 6 を通って、サーモスタットサーバ 6 2 0 に将来の参照のために保存される。例えば、約 8 0 % 充電を示す電池イメージ 1 1 0 A は、サーモスタット 1 1 0 内の電池レベルがほぼ満充電であることを表し、約 2 0 % 充電を示す電池イメージ 1 1 2 A は、サーモスタット 1 1 2 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 5 1 6 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ブアライブ間隔を含む機器電池充電率テーブル 6 1 6 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 6 1 6 は (NAT テーブル 5 1 8 によってサーモスタット 1 1 0 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ブ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 6 1 6 における (NAT テーブル 5 1 8 によってサーモスタット 1 1 2 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ブ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 5 1 6 のいくつかの実施形態は、NAT テーブル 5 1 8 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ブアライブ間隔を設定してもよい。電池レベルが「低い」場合、キーブアライブ間隔は、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。

【 0 0 5 0 】

クラウドベースの管理サーバ 5 1 6 のいくつかの実施形態は、クラウドベースの管理サーバ 5 1 6 から 1 つまたは複数のサーモスタット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 6 1 6 をさらに用いてよい。実施するため、一実施形態はさらに、各サーモスタット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 6 1 8 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 6 1 8 は、通信されているデータに割り当てられた重要度と、サーモスタット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 5 1 6 およびサーモスタット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、バッテリー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 3 9 % の充電率であってよい。

【 0 0 5 1 】

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 6 1 8 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、サーモスタット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 6 1 8 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 8 0 ~ 1 0 0 % 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。

【 0 0 5 2 】

図 6 B に示す代替実施形態において、電力優先度テーブル 6 1 8 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もよい。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 ~

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ト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ト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がサーモスタット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、サーモスタット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ト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からサーモスタット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ト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トが動作不能になる可能性があるため、サーモスタット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、サーモスタット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ア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】

一実施形態において、メモリ７０２内の処理は、サーモスタット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、サーモスタット管理システムとサーモスタット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トから提供され、そのサーモスタット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ト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、サーモスタット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。

30

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トに送信すべき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、サーモスタット管理システムおよびサーモスタット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ト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、サーモスタット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、サーモスタット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。

【 0 0 5 7 】

さらに別の実施形態は、データの分類とサーモスタットに関する電池レベルとに依拠してサーモスタットにデータを送信する電力分類送信処理 7 2 2 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 5 1 6 およびサーモスタット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ト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 7 2 2 は、サーモスタット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。

【 0 0 5 8 】

本発明の複数の実施形態はまた、サーモスタットとの通信チャン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 7 2 4 をメモリ 7 0 2 に含んでもよい。このロングポーリング処理 7 2 4 はまず、サーモスタット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 5 1 6 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トとの間の通信チャン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 5 1 6 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 5 1 8 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 7 2 4 はさらに、通信チャンネルを通じてサーモスタット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トへキープアライブパケットを時折送信するように 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、サーモスタットに送信されるキープアライブパケットは、通信チャン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 7 2 4 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、通信チャンネルが切断されないようにする。

【 0 0 5 9 】

図 8 A は、電池駆動型サーモスタットとの通信を調整するためにサーモスタット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ト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 5 1 6 のようなサーモスタット通信サーバは、電池駆動されるサーモスタットから、サーモスタットとサーモスタット通信サーバとの間でネットワークを通じた通信チャンネルの確立の要求を受信する (8 0 2)。サーモスタットが通信チャンネルを開始する際、ルータは図 5 における NAT テーブル 5 1 8 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ト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ト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、サーモスタット通信サーバおよびサーモスタット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、通信チャンネルは維持される。

【 0 0 6 0 】

次に、サーモスタット通信サーバは、通信チャンネルを通じてサーモスタット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 (8 0 4)。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ト管理システムおよびサーモスタットの全体の動作にとってさほど重要で

10

20

30

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、サーモスタット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、サーモスタット管理システムおよびサーモスタット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ト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、サーモスタット上の動作を能動的に実行することの要求を含む。

【 0 0 6 1 】

次に、サーモスタット通信サーバはサーモスタットに関する電池レベルを、サーモスタット通信サーバがアクセス可能な記憶領域に保存する(8 0 6)。いくつかの実施形態において、各サーモスタット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ンネルを通じて電池レベルをサーモスタット通信サーバに提供する。各サーモスタット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 6 1 6 のような機器電池充電率テーブルに保存されてよい。

【 0 0 6 2 】

通信チャンネルをオープンした状態に保つため、サーモスタット通信サーバは通信チャンネルを通じてサーモスタット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(8 0 8)。いくつかの実施形態においてサーモスタット通信サーバは、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。

【 0 0 6 3 】

サーモスタット通信サーバとサーモスタットとの間を通過するデータが無ければ(8 1 0 , N o)、元々ロングポーリング間隔に設定されたタイマ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、サーモスタット通信サーバ上の(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ン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(8 1 2)。いくつかの実施形態において、サーモスタット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ンネルを切断するよう要求し、サーモスタットによって新たな通信チャンネルが確立されるのを待ってもよい。

【 0 0 6 4 】

あるいは、送信すべきデータがあれば、サーモスタット通信サーバは送信前にサーモスタットの最新電池レベルをチェックする(8 1 0 , Y e s)。一実施形態では、そのサーモスタットに関連付けられた低電池レベルがあれば(8 1 4 , Y e s)、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(8 1 6)。低温度調節重要度データを送信しないことで、サーモスタット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ト通信サーバは、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。サーモスタット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ト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、サーモスタットに送信される命令を含んでよい。

【 0 0 6 5 】

サーモスタットに関連付けられた電池レベルが低レベルでなければ(8 1 4 , N o)、サーモスタット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(8 1 8)。

【 0 0 6 6 】

図 8 B のデータ流れ図の例は、サーモスタット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ト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、サーモスタット通信サーバとの通信チャンネルの確立を開始するサーモスタットが、ルータにNATテーブルを生成させる(8 2 6)。エネ

10

20

30

40

50

ルギーを節約するため、サーモスタット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ブパケットを送信する（８３０）。一実施形態において、サーモスタット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ト通信サーバに送信し、サーモスタット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、サーモスタットは電池を節約するために再び低電力モードに戻る（８３４）。サーモスタット通信サーバはそのサーモスタット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ト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、サーモスタット通信サーバにサーモスタット設定の変更を要求する（８３８）。サーモスタット通信サーバはこの要求を、サーモスタット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、サーモスタットはデータ送信を受信し、サーモスタット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トおよびシステムは、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ト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とサーモスタット１１２とに分散されている。１つの目立った利点として、サーモスタット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、サーモスタット通信サーバ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ことがある。

【００６８】

例えば、図９Ａにおけるサーモスタット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。サーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタット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からサーモスタット１１２へと到達する。

【００６９】

サーモスタット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、サーモスタット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を識別する。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

ーモスタット 112 は、サーモスタット 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ト 112 が判定した場合、サーモスタット 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】

本発明の実施形態に係るサーモスタット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。サーモスタット 908 は図 9A のサーモスタット 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。サーモスタットヘッドユニット、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】

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てもよく、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氣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】

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（サーモスタット管理サーバ）に送信されてよい。

【0073】

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ト908が低電力または「スリープ」モードに移行できるように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ト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ト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。

10

【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ト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ト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。

20

【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、サーモスタット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。

30

【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ト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、サーモスタット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。

40

【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

50

スの管理サーバ516とサーモスタット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ト通信サーバが電池駆動型のサーモスタット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ト通信サーバは、電池駆動されるサーモスタットから、サーモスタットとサーモスタット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)。サーモスタット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、サーモスタット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ト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、サーモスタット通信サーバおよびサーモスタット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、サーモスタット通信サーバは、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トに送信すべき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ト管理システムおよびサーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタット管理システムおよびサーモスタット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ト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、サーモスタット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、サーモスタット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ト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ト通信サーバは、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】

サーモスタット通信サーバとサーモスタット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マ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、サーモスタット通信サーバ上の(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、サーモスタット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で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、サーモスタット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)、サーモスタット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)、サーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタット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をサーモスタットが行えるようにしている。

【 0 0 8 2 】

図 9 D 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ト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 9 A のサーモスタット 1 1 2 のようなサーモスタットは、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 (9 5 0)。例えば、サーモスタットは、アクセスポイント 9 2 4 からの無線ストロープに応答するため (電池レベルのチェックも行ってもよい)、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ト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、サーモスタットを目覚めさせてもよい。

10

【 0 0 8 3 】

いくつかの実施形態において、サーモスタットは、サーモスタット通信サーバ 6 2 0 のようなサーモスタット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 (9 5 2 , N o)。従って、本発明の一実施形態は、サーモスタット通信サーバとサーモスタットとの間に 2 つの通信チャネルを要求し、確立してもよい (9 5 4)。いくつかの実施形態によれば、サーモスタット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ト上に第 1 および第 2 通信チャネルを予約する。サーモスタットはまず、図 9 B の WiFi モジュール 9 1 2 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 (9 5 6)。そして、サーモスタットは、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もよい (9 5 8)。

20

【 0 0 8 4 】

あるいは、通信チャネルが確立されたら (9 5 2 , Y e s)、サーモスタット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 (9 6 0)。いくつかの実施形態において、サーモスタット上の 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 (9 6 0 , N o)。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、サーモスタットのヘッドユニットプロセッサ 9 1 4 やバックプレートプロセッサ 9 1 6 といった他の部品は低電力状態を維持できるので、サーモスタットは全体的な電力消費を節約できる (9 6 2)。

30

【 0 0 8 5 】

パケットがさらなる処理を必要とする場合 (9 6 0 , Y e s)、サーモスタットは受信したデータパケットにサービスを提供するため、サーモスタットの他の部分を起動したり、電源を投入したりしてよい (9 6 4)。いくつかの実施形態において、サーモスタットはサーモスタット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 9 1 4 を起動したり、サーモスタット通信サーバ 6 2 0 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 9 1 6 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ト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

【 0 0 8 6 】

サーモスタットが電池充電率を低電池レベル以下であると判定すると (9 6 8 , Y e s)、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 (9 7 2)。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機能を有効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有効にする(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、サーモスタットの能力と、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ト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、サーモスタットはサーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタット通信サーバは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、サーモスタット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トにゆだねられているため、サーモスタットはサーモスタット通信サーバに転送しない。代わりにサーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタットへソフトウェアアップデートをダウンロードするようにサーモスタット通信サーバに要求する(972)。サーモスタット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、サーモスタット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、サーモスタット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トに決定させる。サーモスタット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トでサーモスタット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、サーモスタット報告グループ1002は、サーモスタット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トから形成されており、各サーモスタット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トがサーモスタット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ト報告グループ内で最高であることから、サーモスタット1004が代理報告サーモスタット

10

20

30

40

50

トとして選択されている。選択されると、サーモスタット1004はネットワーク上で他のサーモスタット1006, 1008, および1010からそれぞれローカルトランスファー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ファーは、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、各サーモスタット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ト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、各サーモスタット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ト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ト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。

【0090】

一実施形態において、サーモスタット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トから生成される（1016）。電池駆動型サーモスタットはそれぞれ別個に、サーモスタットで生じている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、各サーモスタット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、サーモスタット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トを代表する代理報告サーモスタットを選択する

【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トはサーモスタット報告グループ内の他の電池駆動型サーモスタット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ト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トとして選択される。時間とともに、代理報告サーモスタットはサーモスタット報告グループ内の各サーモスタットから記録されたイベントを収集する（1020）。

【0092】

代理報告サーモスタットは、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ト報告グループ内の各サーモスタット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トは通常、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、他のサーモスタットからデータを収集し続ける（1022）。例えば、サーモスタットは、アップロード処理を起動する前に複数のサーモスタット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ト上の記憶装置が満たされると、代理報告サーモスタットの一実施形態はサーモスタットイベントを保存するためにサーモスタット管理システムへ複数の通信チャネルを確立する（1024）。

【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トとサーモスタット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、サーモスタット報告グループ内の複数のサーモスタットを代理して、代理報告サーモスタットに収集されたイベントをサーモスタット管理システムに、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ト内の、サーモスタット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トは

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、サーモスタット、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、これらの方法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「サーモスタット」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ト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ト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ト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】

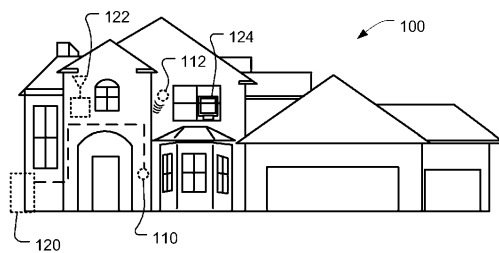


FIG. 1

【図2】

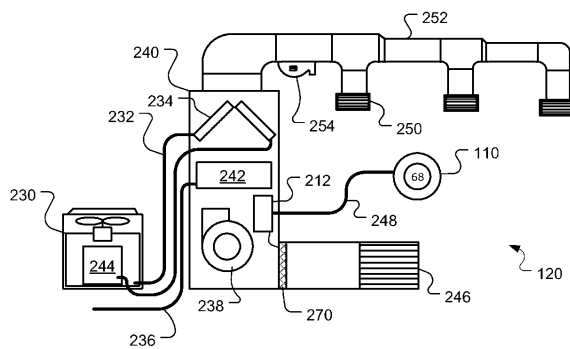


FIG. 2

【図3A】

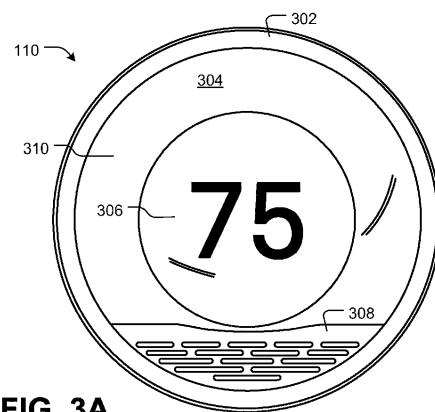


FIG. 3A

【図3B】

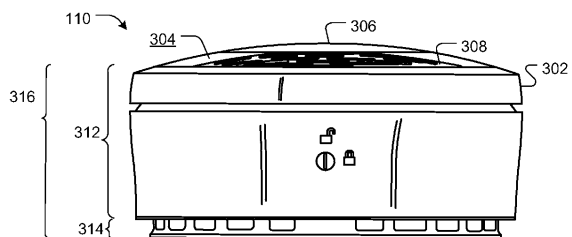


FIG. 3B

【図 4 A】

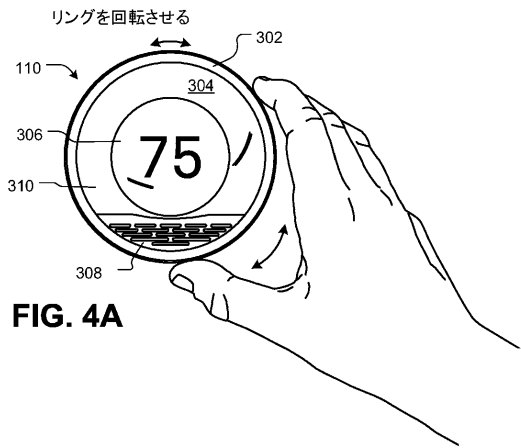


FIG. 4A

【図 4 B】

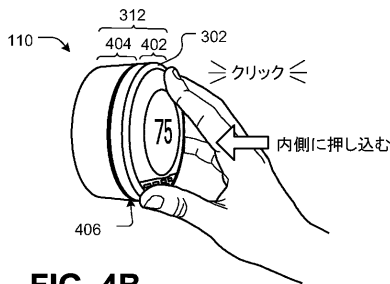


FIG. 4B

【図 5】

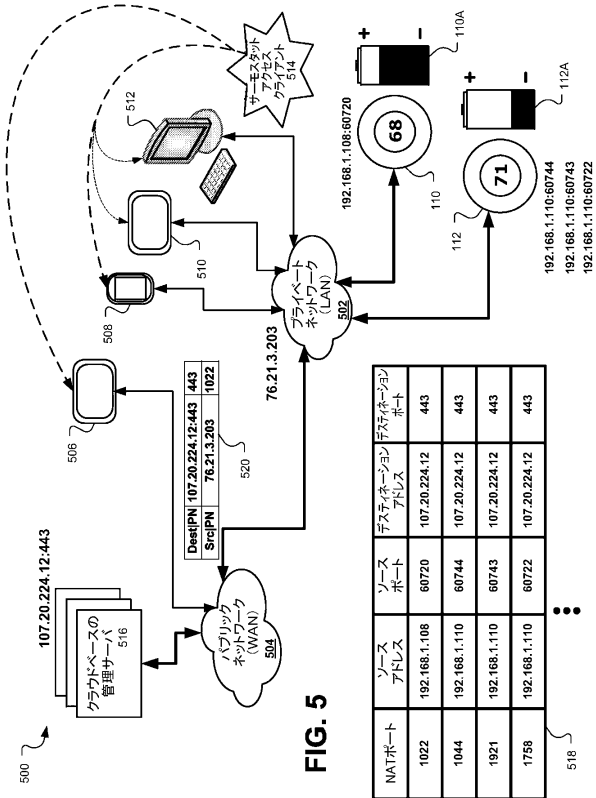


FIG. 5

【図 6 A】

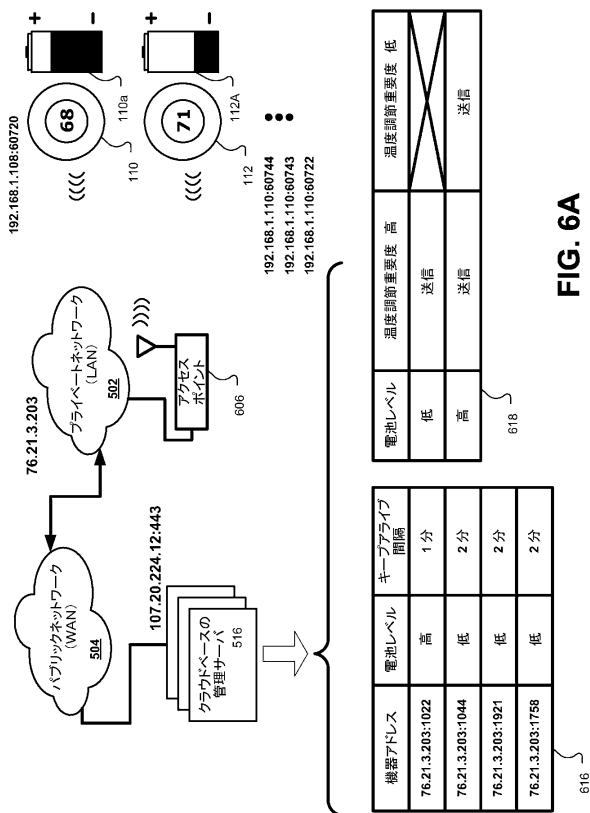


FIG. 6A

【図 6 B】

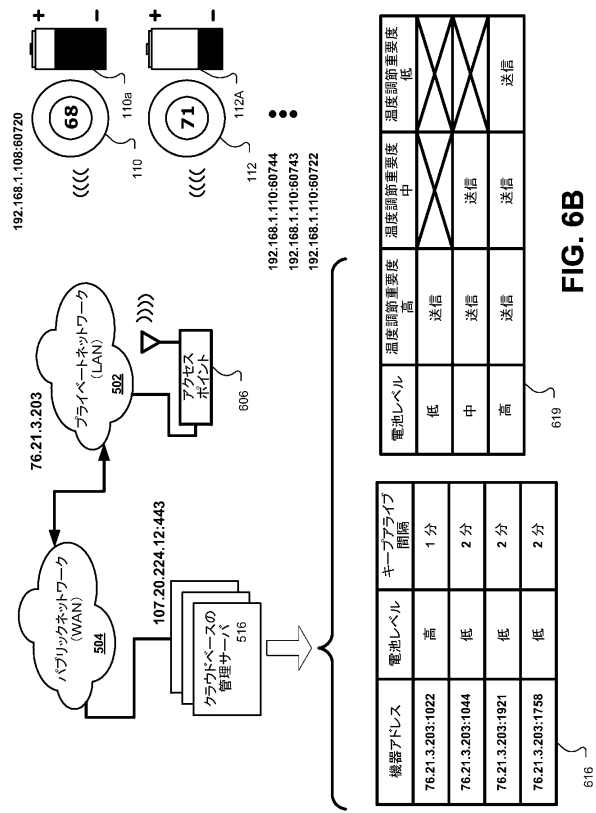


FIG. 6B

【図 7】

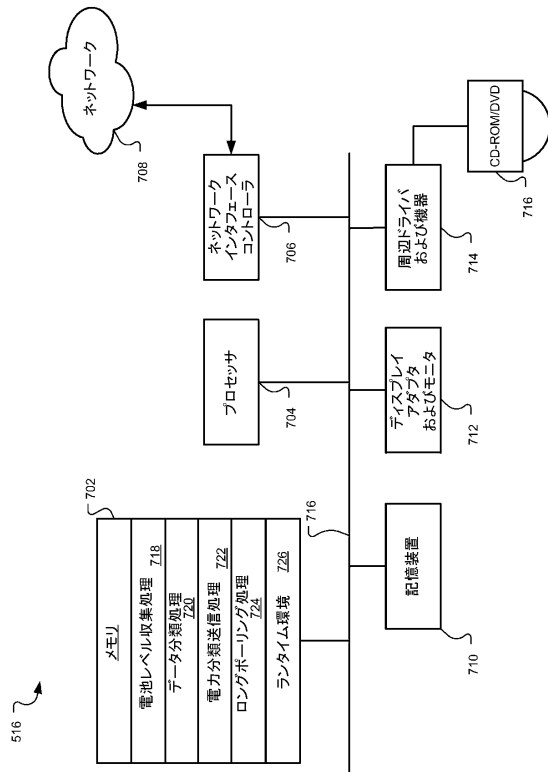


FIG. 7

【図 8 A】

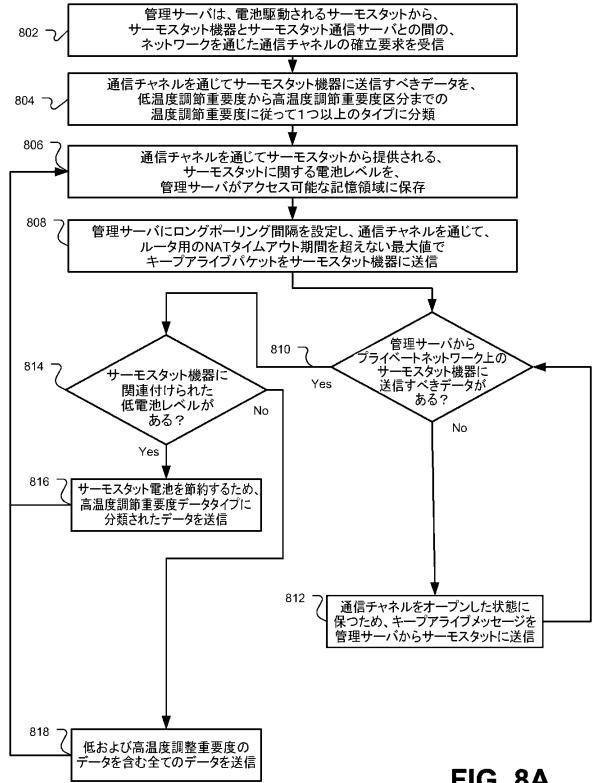


FIG. 8A

【図 8 B】

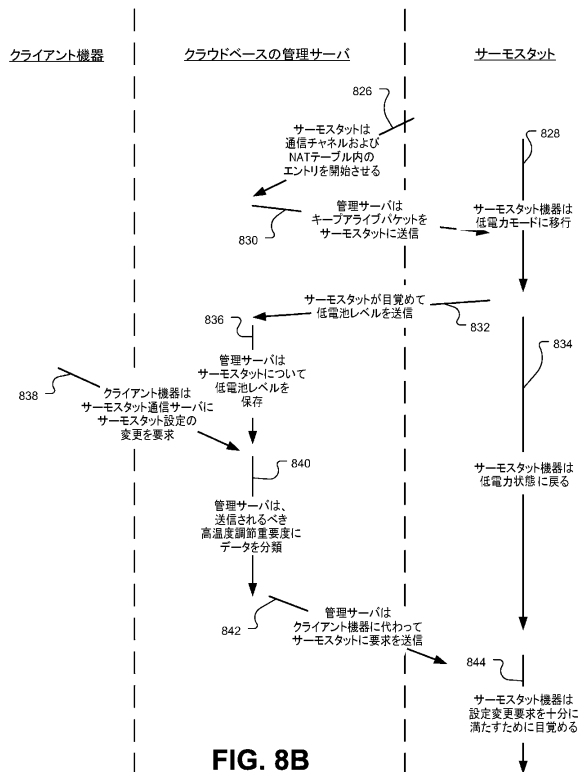


FIG. 8B

【図 9 A】

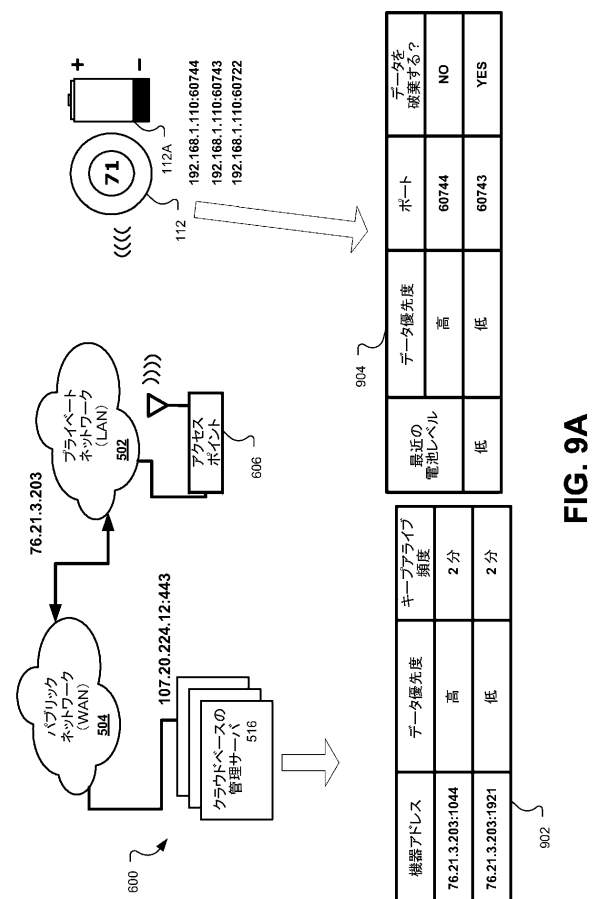


FIG. 9A

【図 9 B】

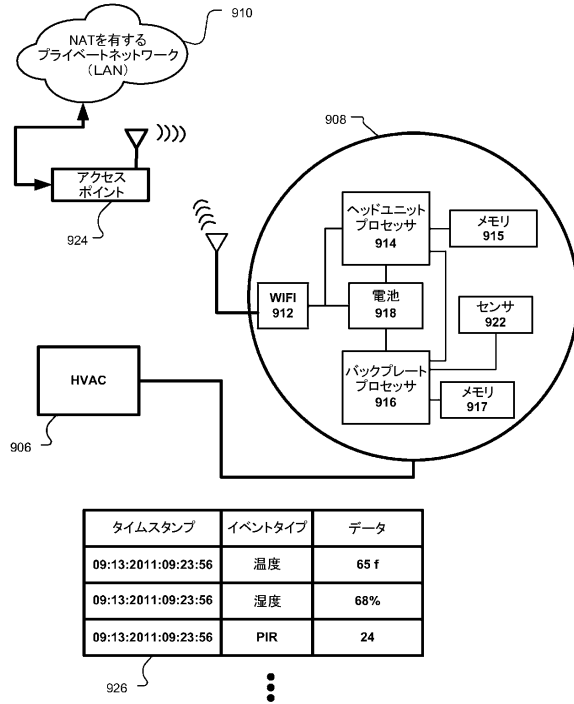


FIG. 9B

【図 9 C】

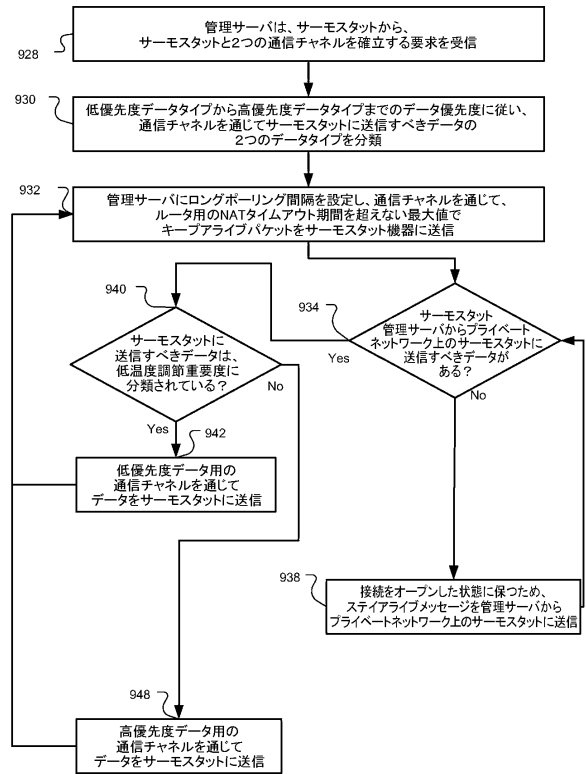


FIG. 9C

【図 9 D】

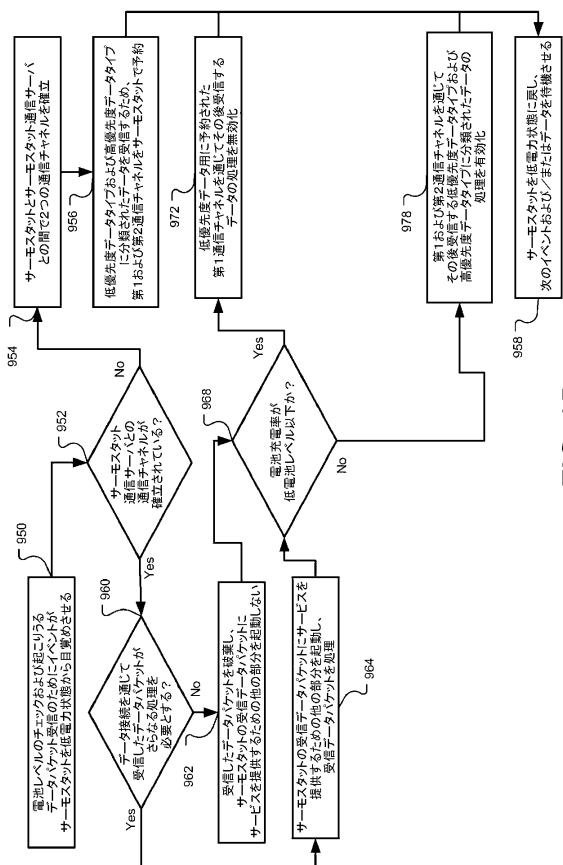


FIG. 9D

【図 9 E】

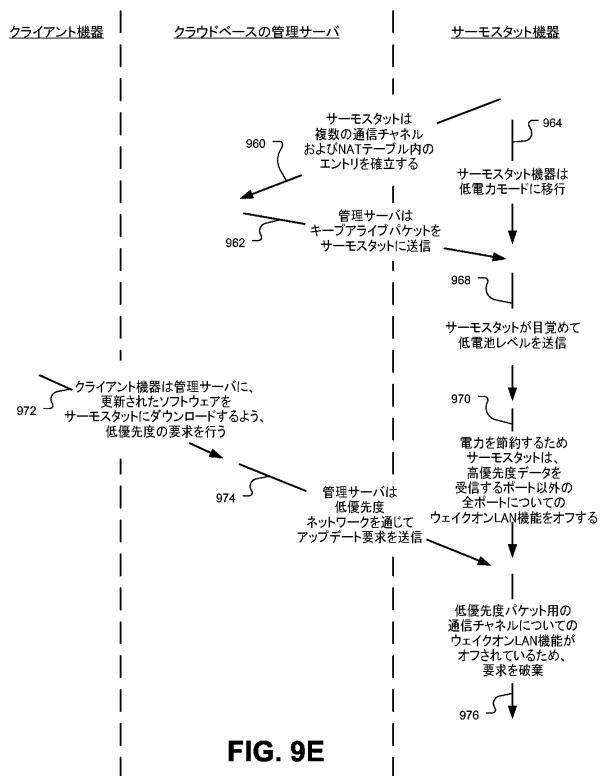
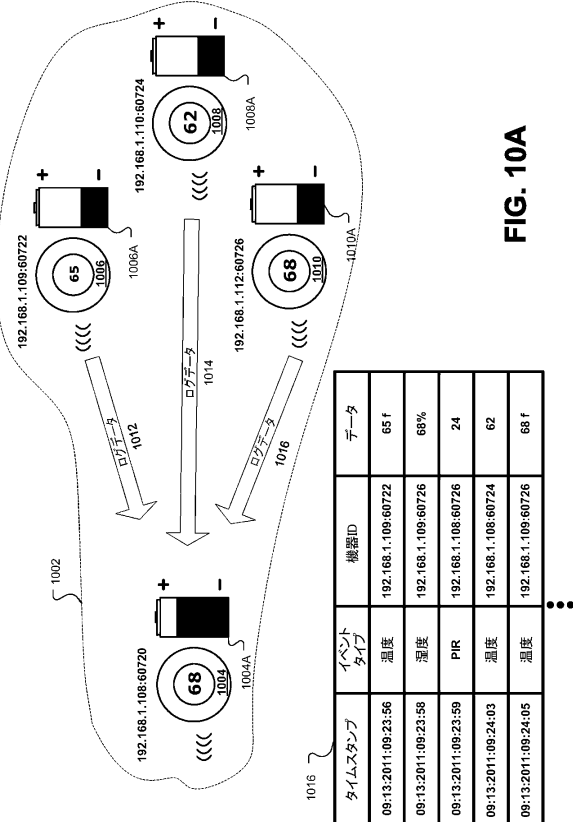


FIG. 9E

【図10A】



【図10B】

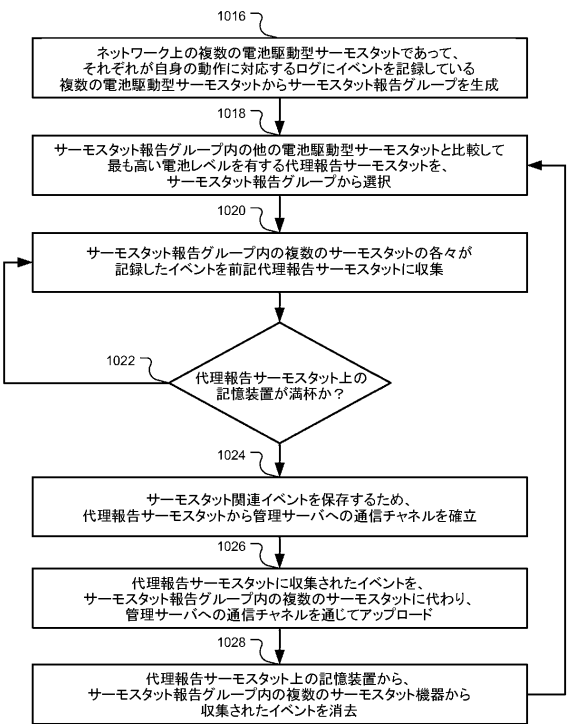


FIG. 10B

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 カルフォルニア州 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 カルフォルニア州 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)

G06F 13/00