

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7042801号

(P7042801)

(45)発行日 令和4年3月28日(2022.3.28)

(24)登録日 令和4年3月17日(2022.3.17)

(51)国際特許分類

F I

|         |                 |         |       |         |
|---------|-----------------|---------|-------|---------|
| H 0 2 J | 13/00 (2006.01) | H 0 2 J | 13/00 | 3 1 1 R |
| H 0 2 J | 3/32 (2006.01)  | H 0 2 J | 3/32  |         |
| H 0 2 J | 3/38 (2006.01)  | H 0 2 J | 3/38  | 1 1 0   |
| H 0 2 J | 3/46 (2006.01)  | H 0 2 J | 3/46  |         |
| H 0 2 J | 3/14 (2006.01)  | H 0 2 J | 3/14  |         |

請求項の数 13 (全17頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-508892(P2019-508892)

(86)(22)出願日 平成29年8月11日(2017.8.11)

(65)公表番号 特表2019-525712(P2019-525712 A)

(43)公表日 令和1年9月5日(2019.9.5)

(86)国際出願番号 PCT/GB2017/052376

(87)国際公開番号 WO2018/033710

(87)国際公開日 平成30年2月22日(2018.2.22)

審査請求日 令和2年7月22日(2020.7.22)

(31)優先権主張番号 1614029.5

(32)優先日 平成28年8月16日(2016.8.16)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
英国(GB)

(73)特許権者 517049389

オリガミ エナジー リミテッド  
イギリス国 ケンブリッジ, ミルトン ロ  
ード, ケンブリッジ サイエンス パーク  
, ビルディング 2 0 5

(74)代理人 110001427

特許業務法人前田特許事務所

(72)発明者 ルルーシュ ジェルズビ

イギリス国 サリー, ゴダルマイング,  
ウールサック ウェイ, アッシュコム コ  
ート(72)発明者 パーストール オリバー ウィリアム ジ  
ョンイギリス国 サリー, ゴダルマイング,  
ウールサック ウェイ, アッシュコム コ  
ート  
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 改良された応答性を持つ電力分配制御システム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電力グリッドに接続された複数の電力資源を制御する電力配送電制御システムであって、  
前記電力グリッドにおける潜在的な将来の変化に応答するための前記電力資源のそれぞれの個別応答能力に基づいて、ストリングを形成する電力源、負荷、及び蓄電装置から選択された電力資源のセットを特定し、前記電力グリッド中の変化に応答する命令を前記ストリングに提供するように構成されたサーバ、及び  
前記ストリング中の前記電力資源のそれぞれについて、前記サーバから前記命令を受け取り、それぞれの前記電力資源を制御するように動作可能であるルータ  
を備え、

前記ストリング中の前記電力資源は、異なる個別の応答を有するように前記サーバによって選択されるように構成され、それにより前記ストリング中の前記電力資源のうちのそれぞれは、対応する時間をかけて、要求される電力容量の所定のパーセンテージに到達するように構成され、前記ストリング中の前記電力資源のうちのそれぞれは、要求される電力容量の所定のパーセンテージより大きい電力容量を維持するように構成された、対応する持続時間を有し、

前記サーバからの前記命令は、前記ストリング中の前記ルータに対して、前記潜在的な将来の変化が前記電力グリッドにおいて起こったときには、起こった変化に応答して異なる時刻において前記電力資源をアクティベート又はディアクティベートさせるよう構成され、それにより前記電力資源の前記ストリングは、前記変化に対して集合的な応答を呈し、

前記集合的な応答は、理想的な包絡線を達成することを目標として、前記サーバによって定義される

電力配送電制御システム。

【請求項 2】

前記サーバによって選択された前記ストリング中の前記電力資源は、電力源、負荷、及び蓄電装置のうちの少なくとも 2 つを備える

請求項 1 に記載の電力配送電制御システム。

【請求項 3】

前記ストリング中の前記電力資源は、発電機及びバッテリーを備える

請求項 2 に記載の電力配送電制御システム。

10

【請求項 4】

前記ストリング中の前記電力資源は、熱的負荷を備える

請求項 2 に記載の電力配送電制御システム。

【請求項 5】

前記ストリング中の前記電力資源は、バッテリーを含む蓄電装置であり、前記集合的な応答は、前記蓄電装置を前記電力グリッドに放電することを含む

請求項 1 に記載の電力配送電制御システム。

【請求項 6】

前記サーバは、それぞれの資源に、それぞれの資源において測定された前記電力グリッド中の周波数の変化に応答させるための命令を前記ルータに提供するように構成された請求項 1 - 5 のいずれか 1 項に記載の電力配送電制御システム。

20

【請求項 7】

前記サーバは、それぞれの資源に、それぞれの資源において測定された前記電力グリッド中の電圧の変化に応答させるための命令を前記ルータに提供するように構成された請求項 1 - 5 のいずれか 1 項に記載の電力配送電制御システム。

【請求項 8】

前記ストリング中の前記電力資源は、前記サーバからのさらなる命令を受けることなく、前記変化に自律的に応答するよう動作可能である

請求項 1 - 7 のいずれか 1 項に記載の電力配送電制御システム。

【請求項 9】

前記ストリング中のそれぞれの資源は、前記変化に応答した後に、そのそれぞれのルータを介して前記サーバにレポートを送るよう構成された

請求項 1 - 8 のいずれか 1 項に記載の電力配送電制御システム。

30

【請求項 10】

前記サーバは、前記レポートに基づいて、さらなる命令を電力資源の前記ストリングに送るよう構成された

請求項 9 に記載の電力配送電制御システム。

【請求項 11】

前記サーバは、前記ストリング中の電力資源のサブセットに対して、前記ストリングの前記集合的な応答が所定のレベルよりも上であるか、又は 1 つ以上の所定の基準を満足するという、前記ストリングから送られたレポート又はレポート群に応答して、その応答を停止させるよう命令するよう構成された

40

請求項 1 - 10 のいずれか 1 項に記載の電力配送電制御システム。

【請求項 12】

前記サーバは、前記ストリング中の電力資源のサブセットに対して、前記ストリングの前記集合的な応答が所定のレベルよりも上であるか、又は 1 つ以上の所定の基準を満足するという、前記ストリングから送られたレポート又はレポート群に応答して、前記ストリングから撤退するよう命令するよう構成された請求項 1 - 11 のいずれか 1 項に記載の電力配送電制御システム。

【請求項 13】

50

複数の電力資源を有する電力配送電システムの運用の方法であって、  
前記電力資源のそれぞれを制御するローカルコントローラ、及び前記ローカルコントローラと通信するサーバを提供すること、  
電力グリッドにおける潜在的な将来の変化に応答するための前記電力資源のそれぞれの個別応答能力に基づいて、複数の電力資源から、ストリングを形成するための電力資源のセットを前記サーバによって選択すること、及び  
前記電力グリッド中の前記潜在的な将来の変化に対する応答のための命令を含むメッセージを、前記ストリング中のそれぞれのコントローラに前記サーバから送ること  
を含む方法であって、  
前記ストリング中の前記電力資源は、異なる個別の応答を有するように前記サーバによって選択され、それにより前記ストリング中の前記電力資源のうちのそれぞれは、対応する時間をかけて、要求される電力容量の所定のパーセンテージに到達し、前記ストリング中の前記電力資源のうちのそれぞれは、その電力容量の所定のパーセンテージより大きい電力容量を維持する、対応する持続時間を有し、  
前記サーバからの前記命令は、前記ストリング中の前記ローカルコントローラに対して、前記潜在的な将来の変化が前記電力グリッドにおいて起こったときには、起こった変化に  
応答して異なる時刻において前記電力資源をアクティベート又はディアクティベートさせ、それにより前記電力資源の前記ストリングは、前記変化に対して集合的な応答を呈し、前記集合的な応答は、理想的な包絡線を達成することを目標として、前記サーバによって定義される  
方法。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、大まかには電力制御システムの分野に関し、より具体的には、電力グリッドに接続された発電源、負荷又は蓄電装置のような電力資源を能動的に管理するシステム、方法、及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明は、大規模電力グリッドシステムに関する。そのようなグリッドシステムの例は、グレートブリテン島（GB）のNational Gridであり、所定の好ましい周波数である50 Hzにおいて動作する多数の発電機及び負荷をイングランド、スコットランド、及びウェールズにわたって接続する高電圧同期化交流（AC）送電ネットワークを備える。発電所及び発電機のような電力源による電力の供給、及び消費世帯及び大きな公的建物のような負荷による電力の需要は、均衡の状態に維持される。もし例えば供給の突然の減少によって引き起こされた、需要に対する電力の供給に突然の不足が生じるなら、動作周波数は、低下し得る。逆に、もし供給が突然に需要を超えるなら、周波数は上昇し得る。電力グリッドが適切に動作することを確保するために、周波数を好ましい周波数の小さい許容範囲内（例えば50 Hz + / - 0.1 Hz）に維持することが必要である。通常は、グリッドは、自然に均衡をとるように記述し得る。すなわち、もしある発電機がスピードダウンしてグリッド周波数の低下に寄与するなら、他の発電機はそれらのスピードを上昇させ、その低下を補償するよう構成されている。システムの慣性的な自己伝搬の性質は、安全制御及び自己調整の形で機能する。

30

40

【0003】

より一般的に言えば、グリッド運用周波数を許容可能で安全な範囲内に維持することは、グリッド中の電力の供給及び需要の間の均衡を制御すること、及びその均衡からの偏移に応答することを含む。応答性は、秒オーダーであるか、又は秒以下のレベルであることが必要となる。電力グリッドシステムのこの運用スキームは、「周波数応答」と呼ばれる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 4 】

突然の周波数低下又は周波数又は電圧の単なる小さな変動のような、起こり得る変化を予期して、又はシステムにおける実際の変化の場合において、グリッド運用条件を許容可能な範囲内に維持するために、それらの応答性、電力容量及び利用可能性を最大化及び／又は最適化する、配電システム又は電力グリッド、つまりシステム中の電力資源群のセットを運用する方法を提供することが望ましい。

## 【 0 0 0 5 】

電池管理の分野において、WO 2015/116408 A2 (Steffesら) は、複数のエネルギー貯蔵装置による電力消費の管理方法を議論している。それらの充電レベル又は残りの貯蔵容量に基づいて、エネルギー貯蔵装置は、個々の消費率において、電気エネルギーを個々に消費することを制御することによって、それらの個別の率の集合が、目標率であるようにしている。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 6 】

本発明によれば、電力グリッドに接続された複数の電力資源を制御する電力配送電制御システムが提供される。このシステムは、ストリングを形成する電力源、負荷、及び蓄電装置から選択された電力資源のセットを特定し、前記電力グリッド中の変化に応答する命令を前記ストリングに提供するサーバ、及び前記ストリング中の前記電力資源のそれぞれのための、前記サーバから命令を受け取り、前記それぞれの電力資源を制御するルータを備える。前記ストリング中の前記電力資源は、異なる応答時間及び／又は応答プロファイルを有するように前記サーバによって選択され、資源の前記ストリングは、前記変化に対して集合的な応答を呈し、前記集合的な応答は、前記サーバによって定義され、及び／又は、集合的な応答は、サーバによってリクエストされた複数のサービスを実現する（これには、電力グリッド中のローカルな変化又は他のローカルに測定された変化に依存して決まるサービス又はサービス（群）が含まれ得る）。

20

## 【 0 0 0 7 】

ある局面において、前記ストリング中の前記電力資源は、電力源、負荷、及び蓄電装置のうちの少なくとも2つを備えるように前記サーバによって選択される。ある局面において、前記ストリング中の前記電力資源は、発電機（ディーゼル発電機のような）及びバッテリーを備え得る。他の局面において、前記電力資源は、熱的負荷を備え得る。

30

## 【 0 0 0 8 】

他の局面において、前記ストリング中の前記電力資源は、バッテリーのような蓄電装置であり、前記集合的な応答は、前記蓄電装置を前記電力グリッドに放電することを含む。

## 【 0 0 0 9 】

前記ルータは、前記ストリング中の他の電力資源のルータとピアツーピアベースで通信し得る。前記ストリング中の他の電力資源の前記ルータのそれぞれに結合されることによって、これらルータ間のピアツーピアの通信を促進するルータサーバが設けられ得る。サーバは、ストリング中の電力資源のルータと通信し、ストリングの他の資源が何であるかをそれぞれのルータに示すことによって、資源のルータが互いに通信を開始できるようにする。前記ストリングの第1ルータは、対応する第1資源の応答を前記ストリングの第2ルータに報告し得て、前記第2ルータに対応する第2資源の応答は、前記第1ルータから受け取られた前記第1資源の前記応答に基づいて決定される。

40

## 【 0 0 1 0 】

好ましくは、前記サーバは、前記ルータに命令を提供することによって、前記それぞれの資源に、それぞれの資源において測定された前記電力グリッド中の周波数及び／又は電圧の変化に応答するようにさせる。前記ストリング中の前記電力資源は、少なくとも所定の持続期間にわたって、少なくとも所定のレベルの集合的な応答を提供するよう、前記サーバによって選択される（異なるイベントに対する予期された資源の応答についてのデータベースに記憶される情報に基づいて）。前記サーバは、前記変化に応答して異なる時刻でアクティベートする又はディアクティベートする命令を前記ストリング中の前記ルータに

50

送り得る。前記ストリング中の前記電力資源は、前記サーバからのさらなる命令を受けることなく、前記変化に自律的に応答し得る。前記ストリング中のそれぞれの資源は、前記変化に応答した後に、そのそれぞれのルータを介して前記サーバにレポートを好ましくは送る。サーバは、前記レポートに基づいて、さらなる命令を電力資源の前記ストリングに送り得る。

【 0 0 1 1 】

前記サーバは、前記ストリング中の電力資源のサブセットに対して、前記ストリングの前記集合的な応答が所定のレベルよりも上であるか、又は1つ以上の所定の基準を満足するというレポート又はレポート群に応答して、その応答を停止させるよう命令し得る。

【 0 0 1 2 】

前記サーバは、前記ストリング中の電力資源のサブセットに対して、前記ストリングの前記集合的な応答が所定のレベルよりも上であるか、又は1つ以上の所定の基準を満足するというレポート又はレポート群に応答して、前記ストリングから撤退するよう命令し得る。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の局面によれば、複数の電力資源を有する電力配送電システムの運用の方法が提供される。この方法は、前記電力資源のそれぞれを制御するローカルコントローラ、及び前記ローカルコントローラと通信するサーバを提供すること、ストリングを形成する電力資源のセットを前記サーバにおいて特定すること、及びパワーグリッド中の変化に対する応答のための命令を含むメッセージを、前記ストリング中のそれぞれのコントローラに前記サーバから送ることを含む。前記ストリング中の前記電力資源は、異なる応答時間及び/又は応答プロファイルを有するように前記サーバによって選択され、資源の前記ストリングは、前記変化に対して集合的な応答を呈し、前記集合的な応答は、前記サーバによって定義される。

【 0 0 1 4 】

ある局面において、小さな変動であるか又はある大きさの突然の周波数変化であるかに関わらず、グリッド中の任意の周波数変化に応答して、十分に大きい供給を電力源（例えば発電機）から展開することが可能であることが有利である。

【 0 0 1 5 】

他の局面において、例えばシステムからの電力源の予期しない損失又は需要の増加に起因する、起こり得る大きな周波数低下、又は、例えば大きな電力負荷がオフにされ、需要の突然の低下を招くことに起因して、大きな周波数上昇に対して準備をして、任意の時刻において又は特定の時刻において、十分に大きい電力（電力源又は負荷）の容量及び利用可能性を維持することは価値のあることである。

【 0 0 1 6 】

他の局面において、資源又は資源のストリング（サブセット）は、例えば10ミリ秒（ms）の何十倍のスケールのなるべく短い応答時間を有するのが有利である。

【 0 0 1 7 】

ある例示の場合においては、電力グリッドシステム中の電力資源（電力源、負荷又は蓄電装置のような）のセットが、関連する状況が起こったときに、なるべく大きい電力容量を単に供給することは理想的ではないかもしれない。電力グリッドシステム中の資源の前記セットの（商用）運用においては望まれる複数の条件及び誘因が存在し得る。これら条件は、オーバーライド、補助、オプションのような、経済的、運用効率的、又は安全的考慮に基づく、変化する優先度に関し得る。例えば、電力源の提供及び報酬は、メガワット（MW）の切りの良い単位で測定され得る。切りの良い整数のメガワットを超える電力のMWの端数を提供することは、無駄であり、過剰供給であると考えられ得る。換言すれば、所定の目的及び誘因を考慮して、電力資源の運用においては高いレベルの融通性を維持することが一般には有利である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図1】図1は、電力グリッドに接続された電力配送電制御システムの実施形態を示す。

10

20

30

40

50

【図 2】図 2 は、電力配送電制御システムの異なる要素の間の関係を示す状態図である。

【図 3】図 3 は、電力配送電制御システムの電力応答の異なる例を示す。

【図 4 A】図 4 A は、電力配送電制御システムの電力応答の異なる例を示す。

【図 4 B】図 4 B は、電力配送電制御システムの電力応答の異なる例を示す。

【図 5】図 5 は、電力配送電制御システムを運用する方法を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

グレートブリテン National Grid のような大規模電気グリッドシステム中には電力資源が何十万と存在し得る。商用事業者（例えばソーラーファーム又は冷蔵プラント又は熱電供給システムを持つ建物所有者）は、これら資源のサブセットを所有及び制御し得て、以下を含むさまざまなサービスを提供するよう契約し得る。すなわち(i)周波数低下のような機会が起こったときに応答性電力資源を展開すること、及び(ii)グリッドにおける起こり得る突然のニーズを予想して、応答性のある電力資源の利用可能性を提供し、これらのサービスのそれぞれについて適切に報酬を受けることである。

10

【0020】

例示的エネルギー流通システム（energy distribution system）は、図 1 に示され、この図は、複数の電力資源又はサイト 10、11、12 を示し、それぞれは、エネルギー ルータ 13、14、15 をそれぞれ有する。電力資源は、電力源、負荷、及び貯蔵器であり得る。例えば、資源 10 は、ソーラーファームのような電力源であり得て、資源 11 は、熱的負荷（加熱、空調、冷蔵負荷）のような応答性負荷であり得て、資源 12 は、貯蔵サイト又は電池であり得る。システムは、階層的な構成であり得る。すなわち電力資源 10、11、12 は、それらの電氣的接続に関して、システムエネルギーの「エンドポイント（end point）」に配置され得て、それらのそれぞれのルータ 13、14、15 は、互いに IP 接続 20 によって接続され得て、より高いレベルにある中央サーバ 25 に接続され得る。資源は、サーバ 25 の制御下にあり得る。エネルギー ルータは、資源及びサーバ間の通信、及び資源同士のためのピアツーピア通信を可能にする単なる簡単なルータ装置ではない。エネルギー ルータは、後述されるように、それらの対応する資源をローカルレベルでモニタリング及び制御する責務も負う。

20

【0021】

例示的エネルギー ルータは、プロセッサ、低電圧 DC 電源アダプタのような電力を受け取る手段、データ接続（公衆 IP ネットワーク及び / 又はローカルエリアネットワーク（LAN）へのものを含む）を提供する通信手段、及びそのサイトによって供給されている、消費されている、又は吸収されている電流及び電圧及び / 又は線間周波数の現在のレベルを測定するための、複数の測定入力を持つ計測回路のような測定手段 17、18、19 を備える。例示的エネルギー ルータは、パワーオーバースペット（PoE）コントローラのような電力を外部装置に供給する物、デュアルイーサネット物理レイヤ集積回路、トランシーバ、イーサネットポート（群）、USB ホストポート、RS 485 スタンダードポート（群）、ケーブル、及びローカル制御パラメータ及び優先パラメータ（例えばピーク及びオフピーク電力価格）を記憶するためのランダムアクセスメモリ及びフラッシュメモリも好ましくは有する。

30

40

【0022】

ルータは、公共 IP ネットワークの目的でそれに割り当てられた IP アドレスを有し得る。この IP アドレスは、サーバへと通信され、又はサーバによって提供され得る。ルータは、イーサネットポートを介して、対応するサイトのための LAN に接続され得る。この LAN 上で、プロセッサは、当該サイトによる電力の消費、発生、又は吸収を制御するためのローカルコマンドを送り得る。

【0023】

図 1 に示されるように、それぞれの電力資源つまりサイト 10、11、12 は、対応する測定手段 17、18、19 を有する。これにより周波数及び / 又は電流、入力 / 出力電力、電圧及び / 又は他の関連するパラメータのレベルが当該サイトでローカルに測定される

50

ことが可能になる。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示される例では、電力資源 1 0、1 1、1 2 及びそれらの対応するルータ 1 3、1 4、1 5 は、グループを形成する。このグループは、電力資源の応答性ストリング 1 6 であり得る。図 1 には示されていないさらなる電力資源がこのストリングに接続 2 2 を介して含まれ得る。

【 0 0 2 5 】

クラスタ 3 0 のような、さらなるグループ、つまり資源の応答性ストリングは、システム中のサーバ 2 5 に、公共 IP ネットワークであり得るネットワーク 2 6 を介して接続され得る。さらにサーバ 2 8、2 9 がシステム中に存在し得て、それぞれは、対応するクラス

10

【 0 0 2 6 】

クライアントインタフェース 6 0 は、ウェブサーバ 6 4 ( オプションとしてゲートウェイサーバ 6 5 と共に ) へのアクセスのために提供され得る。クライアントインタフェース 6 0 は、公共 IP ネットワーク 2 6 によってウェブサーバ 6 4 に接続された複数のクライアントユーザインタフェース 6 1、6 2、6 3 を含み得る。

【 0 0 2 7 】

例示的配電システムにおいて、グリッド 5 0 は、資源 1 0、1 1、1 2 及びそのグループ及びクラスタ 3 0、3 1、3 2 に電力を供給する。グリッド 5 0 は、なんらかの接続、変電所、又は開閉所の形をとるピンチポイント 5 1 を有し得て、これは、具体的な定格仕様又は制約を有する。そのような情報は、データベースクラスタ 4 3 に記憶され得る。

20

【 0 0 2 8 】

中央サーバ ( サーバ 2 5 のような ) の機能及び責務は、それらが責任を負う電力資源のそれぞれの利用可能性をモニタリングすることを含み得る。中央サーバは、それらの電力容量、送電能力 ( delivery capabilities )、エネルギー要件、当該容量、能力、及び要件がどの程度、融通性をもつかを示すパラメータ ( 例えば応答時間、デッドタイム )、地理的位置及び電力システム中での他の資源に対する位相幾何学的位置のような、これら資源の特性についての情報を記憶し得る。代替として、データベースクラスタ 4 3 は、この情報を記憶する責務を負い得て、サーバ 2 5 は、その情報をそれから取り出し得て、又はデータベースクラスタ 4 3 及びサーバ 2 5 の両方が電力資源についての当該情報の一部又は全てを記憶し得る。

30

【 0 0 2 9 】

サーバ 2 5 は、高レベルの目的を記憶すること、システムが接続されている電力グリッド 5 0 の状態についての情報及び電力要件及びシステムに対するリクエストをモニタリングすること又は受け取ること、及び上述のようにそれがアクセスできる情報 ( 資源特性及び利用可能性、高レベルの目標 ) に基づいて、どのように応答すべきかについての命令をシステム中の電力資源に送ることに対する責務も負い得る。具体的には、サーバ 2 5 は、その制御下にある資源のサブセットに、応答性ストリング 1 6 を形成するよう指示し得て、ここで応答性ストリング 1 6 の資源 1 0、1 1、1 2 は、応答性を持ったやり方でサーバレベルの目的を達成すべく互いに通信及び交渉するよう動作可能である。

40

【 0 0 3 0 】

このような構成の局面は、本願と同出願人による「Power Distribution Control System」と題された以前の英国特許出願第 1414724.3 号及び「Power Distribution Control System」と題された P C T 特許出願第 PCT/GB2014/0525423 号に記載されている。

【 0 0 3 1 】

あるシナリオでは、グリッド 5 0 中の周波数低下を考慮して、サーバ 2 5 は、その制御下にあるサブセットである資源 1 0、1 1、1 2 に応答性ストリング 1 6 を形成し、周波数

50

低下に回答し、グリッド 50 に追加の電力容量を適切に提供するように指示するよう動作可能であり得る。

【0032】

しかし、応答時間になるべく短くなければならないという、オーバーライドする要件が存在するときは、階層構成において、資源のシステム中の中央サーバが、グリッドステータスのリアルタイムのモニタリングに基づいて、資源に命令を送る（例えば資源の応答性ストリングを形成するために）ことは可能ではないかもしれない。例えば、GB National Grid に有用なやり方で電力容量を提供する資源の実効的なシステムにおいて、50 Hz からの突然の周波数低下の場合には、資源は、2 秒以内にその応答を応答又は始動してしまうか、又は 10 秒以内にそのフルの容量に達してしまうかもしれない。

10

【0033】

したがって、そのようなシステムは、グリッドステータスをモニタリングし、イベントによってトリガされ、秒以下のスケール内（例えば 200 ms）の応答の必要を特定する手段を好ましくは備える。これは、もし中央サーバが、判断を行う唯一の手段であり、資源に命令を送る（例えば周波数低下に回答して資源のストリングを構築する）必要を有するなら、特に現在利用可能な光ファイバ上でのデータ転送の最大速度（200 ms を超える遅延につながる）のような物理的制約のために、可能ではないであろう。

【0034】

よってサーバは、周波数（又は電圧）低下の現象に回答する代わりに、その管理下の資源のサブセットに、将来にグリッド 50 で起こる潜在的な周波数（又は電圧）低下に回答する用意ができている応答性ストリングを形成するように命令するよう動作可能であることが望ましい。

20

【0035】

図 2 は、配電制御システムの実施形態における異なる要素間の関係を示す概略状態図である。サーバ 25 は、応答性ストリング A 70 及び応答性ストリング B 71 のような応答性ストリングを形成し、それらからレポートを受け取るよう動作可能である。応答性ストリング A は、3 つの電力資源、つまりエンドポイントを含む。すなわち、電力源 81、電力源 82、及び電力源 / 蓄電装置 83 である。応答性ストリング B は、3 つの電力資源、つまりエンドポイントを含む。すなわち、電力負荷 84、電力負荷 85、及び電力負荷 / 蓄電装置 86 である。これらは、グリッド 50 に全て接続されている。グリッドにおけるイベント又は変化は、システム中の電力資源によって感知され、グリッドは、当該資源から電力応答を受け取る。この図において、1 個のサーバ、2 個のストリング、及び 6 個の電力資源だけが描かれているが、サーバ、ストリング、及び資源の任意の個数が含まれ得ることが理解されよう。

30

【0036】

この実施形態では、エンドポイント 81 - 86 それら自身、すなわちシステム中の電力源つまり発電機のような資源は、十分なインテリジェンス及び自律を付与され、その結果、意思決定は、中央サーバ 25 から階層システム中のより低いレベルへ委任され得る。サーバ 25 が資源についての情報を記憶し、又はそれに対する高いレベルのアクセスを有するとしても、即時の意思決定がローカルでなされることが必要である。そのような構成の実施形態は、エンドポイントが、任意の応答性アクションの前に、高レベルの達成すべき目的又は考慮すべき誘因についての受け取られた知識を有することを可能にする。サーバは、例えばストリングを形成する時に、資源に対して予めの命令も提供し得て、それにより資源は、特定された及び / 又は異なる時刻において、グリッド中の変化に回答してアクティベート又はディアクティベートする。

40

【0037】

そのような構成の下で、もしあるエンドポイント又は複数のエンドポイント群 81 - 86 が電力グリッド 50 中の周波数低下を感知するなら、エンドポイント群は、電力容量を提供（例えば発電機をオンにしたり、負荷をディアクティベートしたり、蓄電装置を放電させたり）することによって、それに応じて回答する意思決定をし得る。エンドポイントに

50

よってなされた決定は、完全に自律的かつ互いに独立であり得て、又は代替として、それらは、ピアツーピアの通信又はエンドポイント間の交渉に基づき得る。いずれの場合も、この意思決定は、この時点では、システム中の中央サーバ25の監視又は承認を必要としない。エンドポイント群は、特定のやり方で、互いと交渉及び/又は協調し得る。ある例では、応答性ストリング70の第1エンドポイント81は、その応答を、その対応するルータを介して、同じストリング中の第2エンドポイント82のルータにレポートし、第2エンドポイント82の応答は、第1エンドポイント81から受け取られた当該レポートに依存して条件付きである。この条件は、第1エンドポイントがその電力応答中のある点に達してから初めて、第2エンドポイントは、その応答を開始するというものであり得る。この種の協調的戦略を実現するために、サーバは、ストリングを形成する時点において、具体的な命令を含む予めの条件付きコマンドを資源に送り得る。

10

#### 【0038】

図2に示されるように、複数のエンドポイントつまり資源81-86は、より早い時刻において、サーバ25によって既に応答性ストリング70、71にグループ化されていてもよい。エンドポイントが、グリッド周波数の変化に対する応答を実行した後に、サーバは、応答が行われたことを通知され得る。グリッドの周波数は、例えばそれぞれのエンドポイントと関連付けられた測定手段17、18、19によって、ローカルに測定され得ることに注意されたい。

#### 【0039】

資源には、その時間的な特性について異なるタイプがある。例えば、異なる電力源、負荷、及び蓄電装置は、異なる応答時間、又は異なる動作持続時間を有し得る。少なくとも以下の議論では、電力資源の応答時間(ソース、負荷又は蓄電装置のいずれであっても)とは、資源が、アクティベート又はディアクティベートしろという命令を受け取った後に、必要とされるフルの電力容量(例えば1MW)のうちの、あるレベル又はパーセンテージ(例えば50%、95%又は100%)に到達するのにかかる時間を意味する。資源の持続時間とは、資源が、フルの容量のうちの所定のレベル又はパーセンテージより大きいその電力容量を維持し得る時間の長さを意味し、その後、その電力容量が急激に低下したり、徐々に減衰したりするかには関わらない。別に、全体としてのシステムの応答時間は、イベントを検出し、それが有効なイベントであるかをチェックし、可能な内部システム伝搬の遅延を許し、かつシステムの資源及び他の部分にコマンドを送るのにシステムが要する時間として記述され得る。

20

30

#### 【0040】

例えば、熱電併給(Combined Heat and Power、CHP)タイプの資源は、一般には、応答が非常に速い。周波数が50Hzより上に動く場合には、高速応答CHP負荷は、非常に速くスイッチがオフにされ得る。周波数が50Hzより下に落ちる場合には、それらは、素速くスイッチがオンにされ得る。同様に、電池は、それに従って充電又は放電され得て、ソースは、非常に速くアクティベート又はディアクティベートされ得る。一方で、他のタイプの電力資源は、応答がより遅いことがある。例えば、ディーゼル発電機は、応答するのに通常、何十秒かかる。一般に、機械ベースの資源は、アクティベート又はディアクティベートするのにより多くの時間がふつうかかる。

40

#### 【0041】

例として、1MWの電力を提供するためには、電力資源のシステムは、必要な電力容量を3分間、提供しよう動作し得るが、チャージ(charge)するのに10秒を必要とする、いくつかの資源、及びチャージ(charge)するのに10ミリ秒しかかからないが、30秒しか持続しない他の資源を含む。典型的には、周波数応答性は、秒未満のタイムスケールを実現し、分オーダーの期間、持続することが必要である。したがって、異なる長所及び短所の資源を選択的に結合する能力を有するためには、例えば、それらを、要求された電力プロファイルを提供するための遅延はなしで、なるべく最短の時間で、必要な持続時間(すなわち所定の最小持続時間より大きい)を持って、内部で通信し及び/又は自律的に応答しよう動作可能である、資源の応答性ストリングに組み立てることが有利である。

50

換言すれば、資源を操作するこの能力を持つシステムは、その操作が一般化されるか、又は個別のケースごとになされるかに関わらず、最適化された応答性と共に、より大きな融通性を享受する。上述のように、短い応答時間及びリアルタイム制御の要件は、ある実施形態では、不可避な時間遅延に起因して、中央サーバが非関与であることを必然的に伴う。その結果、資源の特性の知識に基づいて、資源の応答性ストリングは、潜在的な展開に先立って用意するためにサーバによって形成され得る。資源は、高レベルの目的及び目指すべき誘因が既に知らされている状態であってもよい。

【 0 0 4 2 】

電力資源は、図 2 において、ソース / 蓄電装置資源 8 3 を応答性ストリング A に結ぶ実線と、それを応答性ストリング B に結ぶ破線とで示されるように、同時に 2 つの応答性ストリングに所属し得ることに注意されたい。サーバ又はストリング自体は、それらのルータを介して、必要なときにはこの資源が利用される最適化されたやり方を自分たちの間で交渉し得る。もちろんあるストリングに属する電力資源は、あるストリングから他のストリングへとサーバ 2 5 によって再割り当てがなされ得る。

10

【 0 0 4 3 】

図 3 は、複数の電力資源を持つ応答性ストリングがどのように動作するかの例を示す時間図である。この応答性ストリングは、図 2 の応答性ストリング A 7 0 に対応し得る。3 つの曲線 1 0 1、1 0 2、1 0 3 は、電力資源 8 1、8 2、8 3 のそれぞれによってグリッド 5 0 に供給される電力出力をメガワット ( MW ) でそれぞれ示す。これら資源は、発電機のような電力源、又はバッテリーのような蓄電装置であり得る。

20

【 0 0 4 4 】

この例では、周波数低下は、グリッド 5 0 中で時刻  $T_{FD}$  に起こる。このような周波数低下に応答して、サーバ 2 5 は、包絡線 1 1 1 に従って追加の電力をグリッドに理想的には配送電したい。例えばサーバ 2 5 は、そのようなイベントの発生と同時にそのような応答を配送電するよう予め構成していてもよい。理想化された包絡線 1 1 1 は、配送電される電力について、立ち上がりエッジ、定常状態、及び立ち下がりエッジ ( 不図示 ) で示される。立ち上がりエッジは、急峻で、多くの利用可能な電力資源では達成が困難であり得る。立ち下がりエッジは、より緩やかであり得る。理想化された包絡線は、電圧又は周波数のような他の点でも定義され得る。この例では、サーバは、特定の周波数低下に応答して、可能であるならストリング 7 0 からは 3 MW の電力が必要であると判断している。特定の応答は、測定された特定のイベントに依存し得る。

30

【 0 0 4 5 】

図示されたシナリオにおいて、第 1 電力資源 8 1 は、非常に短い応答時間を有する。それは、要求された電力を配送電できるかもしれないし、できないかもしれない。図示では、そうできそうになさそうである。その容量は、3 MW 未満である。その応答は、図 3 で曲線 1 0 1 によって示される。第 2 電力資源 8 2 は、同様の性質であり、その応答曲線 1 0 2 は、非常に似ている。第 3 電力資源 8 3 は、利用可能である。曲線 1 0 3 によって示されるように、グリッドに電力を供給するのにより長い期間、持続することができる。

【 0 0 4 6 】

サーバ 2 5 は、これら 3 つの電力資源をストリングに割り当てている ( オプションとしては、他の電力資源と共に )。それは、2 つのやり方のうちの 1 つで行っている。第 1 実施形態では、それは、資源のそれぞれについて定義された開始時刻 (  $T_{FD}$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  ) を有する。代替の実施形態では、後述されるように資源は、これらの開始時刻をそれぞれの応答に基づいてそれらの間で決定する。これら選択肢の組合せは、サーバ 2 5 によって定義された開始時刻を有する資源 ( 例えば資源 8 1 ) と、ストリング中のイベントに応答し、ストリング中の他の資源のパフォーマンスに応答する他の資源 ( 例えば資源 8 2 及び 8 3 ) とで可能である。

40

【 0 0 4 7 】

図示されるように、資源 8 1 は、グリッドに応答し、余分の電力をグリッドに出力する第 1 資源である。第 2 電力資源 8 2 は、遅延の後に時刻  $T_1$  において応答し、曲線 1 0 2 で示

50

されるように、やはり 3 MW 未満である容量を供給する。全ての資源の結合された電力出力は、曲線 1 1 0 で示されるように、3 MW を超える。しかし第 1 及び第 2 電力資源 8 1, 8 2 は両方とも相対的に短い持続期間を有する。第 3 電力資源は、時刻  $T_2$  において起動する (activates)。この遅延は、より長い内在的応答時間によるものかもしれない、又は意識的なデッドタイムかもしれない。曲線 1 0 3 で示されるように、より長い期間、グリッドに電力を提供することができる。これは、曲線 1 1 0 で示されるように、応答性ストリング 7 0 によって、必要な期間、合計の電力提供が要求された 3 MW を上回るように維持する。

【 0 0 4 8 】

図 3 を参照して記載されたこの構成は、資源が応答性負荷であり、周波数及び / 又は電圧の上昇があり、かつ応答性負荷が周波数及び / 又は電圧の上昇に応答する例にも、必要に応じて変更すれば適用される。

10

【 0 0 4 9 】

前述のように、グリッド中の周波数低下又は変動のようなイベントにどのように応答するかを決定することには、複数の目的及び考慮事項が存在し得る。システムつまり資源のストリングは、複数の異なるサービス又は電力応答を提供し得る。選ばれ実行される戦略は、もし資源のシステムのサービスプロバイダ / 事業者の観点でより高い優先度である目的が存在するなら、完全な及び / 又は最速の電力応答を提供するものである必要はない。

【 0 0 5 0 】

したがって意思決定のアルゴリズムは、サーバ 2 5 及びルータ 1 3、1 4 及び 1 5 に含まれ、これらは資源のシステムが提供し得る異なるサービスに関連する異なる潜在的な戦略を考慮に入れる。

20

【 0 0 5 1 】

前述の誘因に基づく例示的状況において、グリッド中の周波数低下及び発電機のようなさらなる電力源のアクティベーションの必要に応答して、資源のストリングは、3 . 0 MW から 4 . 0 MW の、例えば 3 . 8 MW の合計電力出力を提供して応答する。この例示的シナリオは、図 4 A に示され、ここでは 4 つの電力源及び / 又は蓄電装置が、それぞれ時刻  $T_D$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  及び  $T_5$  で順次アクティベートし (曲線 2 0 1、2 0 2、2 0 3 及び 2 0 4 でそれぞれ表される)、曲線 2 1 0 で示されるように  $T_6$  において合計 3 . 8 MW が提供される。

30

【 0 0 5 2 】

ある所定の基準に関しては、誘因 (これらには限定されないが金銭的報酬スキーム又は効率の考慮事項のような) が存在し得る。例えば、1 つ以上の所定の電力出力スレッシュホールドを超えるべきではないことが望ましいかもしれない。例えば、提供される電力の量 (グリッド中の変化に応答して) は、特定の量子化値 (quantum) (メガワットの整数値のような) よりも大きい、なるべくその量子化値に近いようにすることが望ましいかもしれない。この場合、3 . 0 MW のスレッシュホールドを超えて 0 . 8 MW を提供することは、無駄の多い過剰提供と考えられる。追加の 0 . 8 MW は、予備として (利用可能な電力として、又は応答性負荷の場合は利用可能な応答性負荷として) 保持するのが好ましいだろう。

【 0 0 5 3 】

40

現在の構成では、4 つの資源を含むストリングに対して責任がある中央サーバは、ストリングの資源のうちのサブセット、この場合は曲線 2 0 4 に対応する資源に対して、離脱 (drop out) するよう (現在の応答性ストリングから去るか、又はディアクティベートされるかのいずれかで) 命令するように動作可能であり、ストリングの合計電力出力は低減されるが、3 . 0 MW より上に維持される。時刻  $T_6$  で実行されるこの命令の結果は、図 4 B に示される。

【 0 0 5 4 】

資源が離脱するようにしむける判断は、この特定の資源の離脱は、ストリングの電力出力が 0 . 8 MW 未満の量だけ低下する (又は応答性負荷の場合は電力消費が低下する) ことにつながるであろうという知識に基づき得る。ほぼ 0 . 8 MW の「節約された」不使用の

50

電力容量は、システムの「可用性」つまり予備の一部として考えられ得て、その結果、それはシステムの将来の応答性を使い切る代わりに増大させ得る。

【 0 0 5 5 】

応答性ストリングの資源（上の例では4つの資源）は、好ましくは、それぞれのサーバの監視下で、グリッド中の周波数低下の前に、既に応答性ストリングとして構成されている。周波数低下が起こる時、ストリングは、短い応答時間でそれに応答することができ、即時の応答性が非常に優先度の高い特性であるという事実を鑑みて、3.8 MWの電力を提供する。その後、システムをモニタリングするサーバは、接続に起因する時間遅延に関連付けられはするが、既知の誘因スキームと合わない過供給を検出し（この検出は、資源のストリングからサーバに送られる1つ以上のレポートに基づき得る）、その結果、介入し、合計電力供給が3.0 MWをわずかに上回る程度にまで低減させる、オーバーライドする命令を発行する。

10

【 0 0 5 6 】

他の例示的シナリオでは、資源のセットは、2 MWの電力を提供する能力を初期的には有するが、その後、発電機の故障又は運用コストの考慮のような、なんらかの予期できない理由に起因して1.5 MWしか提供できない。サーバは、この容量の変化に応答し得て、いくつかの資源に対しては離脱することによって、最大効率のために1 MWしか供給しないように命令する。より大きい量子化値を配送電するのに足りないよりは、所望の包絡線に従った応答性の量子化値（例えば1 MW）を配送電するのに成功している方が好ましいかもしれない。

20

【 0 0 5 7 】

上述され、図3、4 A及び4 Bで示された電力の量子化値に基づいて電力配送電制御システムを運用するスキーム又は方法は、「粒状応答性」と呼ばれ得る。発電機のような電力源及びバッテリーのような蓄電装置が、余分の電力出力を提供することによって、グリッド中の周波数低下に応答する上の例と同様に、粒状応答性は、周波数の上昇があり、電力負荷が応答してスイッチをオン又はオフされるシナリオにも必要に応じて変更することで等しく適用され得て、負荷容量の増分の量子化値を提供できる。これは有利には、使用されない負荷容量を節約し、システムの応答性を増大させる。

【 0 0 5 8 】

ここで開示されている電力配送電制御システム及びそのようなシステムを運用する方法は、高速応答を運用可能性と組み合わせることによって、ほぼ即時の応答の重要性又は必要性により、そうでなければ可能ではないさらなる意思決定のための余分の時間を効果的に提供する。

30

【 0 0 5 9 】

サーバによって提供される制御の局面は、ローカル資源又はルータに、周波数の低下又は上昇の場合に何をすべきかを伝えることであり得る。他の局面は、ストリング中で利用可能である資源のリストから資源を外す、つまり将来の時点で資源の応答性をディアクティブートすることを決定することであり得る。制御のこれらの局面は、記憶されたりリスト又は多数の資源のデータベースを処理する必要があるような、サーバの関与に関連する遅延のせいで時間がかかるが、それらは、グリッド中のイベントの前に行われ得るので、資源は、イベントに迅速に応答するために準備ができています。

40

【 0 0 6 0 】

図5は、ここで開示されている電力配送電制御システムを運用する例示的方法300を示すフロー図である。ステップ310において、サーバは、電力グリッドに接続された電力システム中の複数の電力資源から、電力資源のサブセットを選択することによって、（応答性の）ストリングを形成する。これは、グリッド中の周波数低下又は変動又は他のイベントの準備のための、電力資源についての既知の知識に基づき得る。サーバは、ルータを介して命令をストリングの資源に送り、ストリングの形成を実現する。これら命令は、それぞれのルータに対して、ストリングの他の資源は何であることを示し、ルータは、互いに通信を開始できる。

50

## 【 0 0 6 1 】

ステップ 3 2 0 において、ストリング中のそれぞれの資源は、グリッド中の変化を知る。この変化は、周波数又は電圧の突然の低下又は上昇であり得る。システム全体が電力グリッドに接続されているので、他のストリング及びクラスタ資源及び高レベルサーバ（群）は、同時にグリッド中の同じ変化について知り得る。

## 【 0 0 6 2 】

ステップ 3 3 0 において、ストリング中の資源は、グリッド中の変化に応答して、必要に応じて電力入力又は負荷を提供するように応答する。この応答は、電力源、負荷及び蓄電装置を含み得る、その電力資源のうちのいくつかのアクティベーション（activation）又はディアクティベーション（deactivation）を伴い得る。これら資源は、互いに独立して、又はそれぞれのルータを介して資源の間での通信及び交渉を介して、中央サーバの介在なしで、応答について判断し、応答を実行する自律性を有する。

10

## 【 0 0 6 3 】

ステップ 3 3 0 の後、ストリング中のそれぞれの資源は、その応答をサーバにレポートする（ステップ 3 4 0）。サーバは、それから、ストリングのストリング応答又はストリング中のある資源を変更する命令を発行し得る（ステップ 3 5 0）。ストリング中の資源は、それらの応答をその新しい命令に従って実行するように次に進む（この方法は、ステップ 3 3 0 に戻る）。

## 【 0 0 6 4 】

点 P において応答が完了し、又はより重大なサーバの介入が必要となるまで、ストリングは、このループ（ステップ 3 3 0、3 4 0 及び 3 5 0）を繰り返す。もし応答が完了し、新しいストリングの形成が要求されないなら（Q で no）、プロセスは、ステップ 3 2 0 に戻り、応答が必要とされる新しい変化を待つ。もし新しいストリングの形成が必要とされると判断されるなら（Q で yes）、プロセスは、ステップ 3 1 0 に戻る。この必要は、運用上の理由又は他のスケジューリングの理由に基づき得る。サーバはそれから、資源の新しいストリングを形成し得て、新しい構成が現在のものに取って代わる。資源は、ストリングに追加され、又はストリングから除去され得る。この方法は、ステップ 3 1 0 から再び継続する。

20

## 【 0 0 6 5 】

P 及び Q は、2 つのネストにされたループ中の出口ポイントに過ぎず、同じ結果を達成するために、異なるやり方で再構成され得る。

30

## 【 0 0 6 6 】

上述のように、サーバ 2 5 は、1 つ以上のルータ 1 3、1 4、1 5 に命令を送って、ルータにサーバの命令に従って動作するようにさせ得る。これは、サーバからの通信が途絶えた場合（又はルータ間の通信が途絶えた場合）でさえもあてはまる。ルータがリアルタイムでなされたアクションを確認できることは必須ではないが、結局は、全てのルータが配送電されたサービスの量を確認することが期待される（例えば料金請求の目的で）。全ての資源にわたって配送電されたサービスの量は、最終的な個々の配送電の失敗についての緊急対応（contingency）も含み得て、制御システムの他の部分によって定義され得る。ルータの側のこの自律性は、それらがグリッド中のイベントにすぐに対応することを可能にする。

40

## 【 0 0 6 7 】

代替として、サーバ 2 5 は、1 つ以上のルータ 1 3、1 4、1 5 に命令を送るが、サービスデリバリ（service delivery）のリアルタイムの確認を予期する。サーバは、配送電されたサービスの正しい量が届けられたことを検証するために、この確認を利用し得て、もしサービスデリバリを完了させるために新しい資源が起動されなければならないなら、修正アクションを行う。これは、特定の資源（群）からの確認信号が来なかった場合には、短期間のアンダーデリバリ（underdelivery）を発生し得る。そのような短期間の（典型的には数秒）アンダーデリバリと親和性のあるサービスがいくつか存在する。代替として、もし個々の失敗についての緊急対応が含まれ、提供されたレベルよりより失敗がより少

50

ないなら、オーバーデリバリ (overdelivery) が存在し得る。2, 3 秒のオーバーデリバリは、資源がそれらの配送電を止めることができ、かつ応答性がある (すなわち新たに応答するのに利用可能である) 位置に即時に戻れるとすれば、ささいなものであると考えられ得る。

【0068】

第3の可能なシナリオでは、サーバは、多くのエネルギールータ13、14、15等に命令し、ルータ群がそれらの間でピアツーピアベースで協調することを予期する。もしネットワークポロジがそれを許すなら、ルータは、それらの間で直接に通信し得る。もしネットワークポロジが直接のピアツーピア接触を許さないなら (ルータが異なるファイアウォールの後ろに配置されている場合には典型的である)、ルータは、高速なピアツーピアの情報交換を可能にするネットワークレイヤを作るルータの立場でサーバを利用し得る (例えば図1を参照すればクラスタ又はストリング32中のルータは、サーバ28を利用し得る)。そのようなネットワークレイヤを作ることは、ルータのそれぞれがルータとルーティングサーバ28との間でポイントツーポイント接続を有し (例えばVPN)、ルーティングサーバ28は、それから、クラスタ32内の異なるルータの間でのトラフィックをルーティングすることを意味する。このルーティングサーバ28は、サービスの配送電 (delivery) を最初に要求したサーバ (サーバ25) と同じである必要はない。ルーティングサーバ28は、そのストリング内の全てのルータのビジビリティを有し、それらの間でデータパケットをルーティングできるネットワークポイントであり得る。ルーティングサーバは、それがサブするルータに物理的により近い (サーバ25より) ために、及び/又はそれらルータの間のルーティングのタスク専用であるために、より低いレイテンシを有し得る。ルーティングサーバは、サーバ25と通信する必要がない (しかし好ましくはサーバ25とも通信する)。いずれにしても、ストリングは、短い時間スケールで集合的なエンティティとしてサーバのリクエストに回答でき、それぞれのルータは、サーバ25にその回答の結果を報告として返すことができる (それらの個別の回答をサーバ25に直接に又はルーティングサーバ28を通して報告する、又はそれらの集合的な回答をサーバ25にルーティングサーバ28を通して報告する)。

【0069】

これには限定されないが、冷蔵負荷 (refrigeration loads) (及びそれらの圧縮機) のような資源は、いわゆるデッドタイムを有し得ることに注意されたい。そのような資源は、オン又はオフするのに無視できないような期間がかかり得る。資源のセットが、それらのデッドタイムのいくつかが重なって、そのセットが完全には応答性がない状態になる、又はその結果、ある時刻において応答性が少なくなるように動作されるのは望ましくない。中央サーバは、そのような緊急事態をモニタし、個々の資源の運用を制御することによって、資源のセットが全体としては、グリッド中の起こり得る又は実際の変化及び電力要求に対して応答性を維持するようにし得る。そのような構成の局面は、「Refrigeration Load with Improved Responsiveness」と題された、以前の英国特許出願第1515911.4に記述されている。

【0070】

実施形態及び例の上記記載は、例示としてのみ与えられている。本発明のそれぞれの局面及び実施形態は、組み合わせられ得る。さまざまな局面及び実施形態は、他の局面及び実施形態に従って改変され得る。本発明の範囲は、実施形態の詳細によって限定されず、添付の特許請求の範囲によって定義される。

10

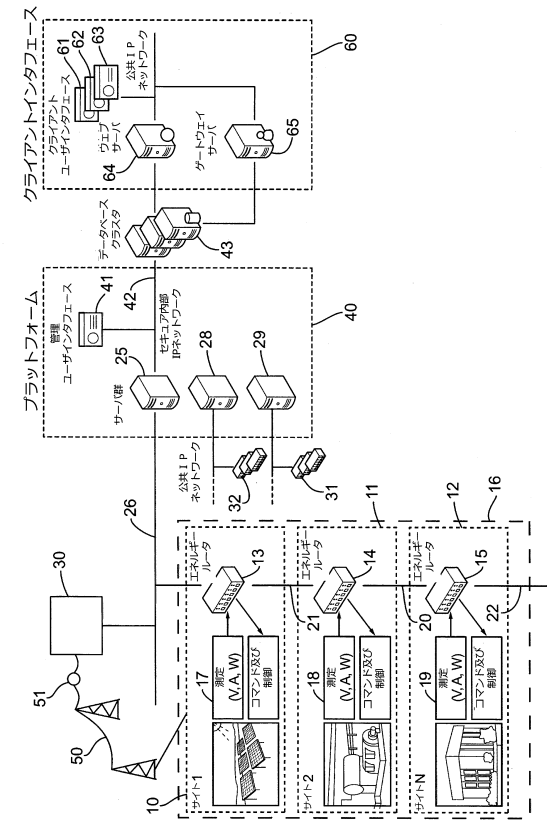
20

30

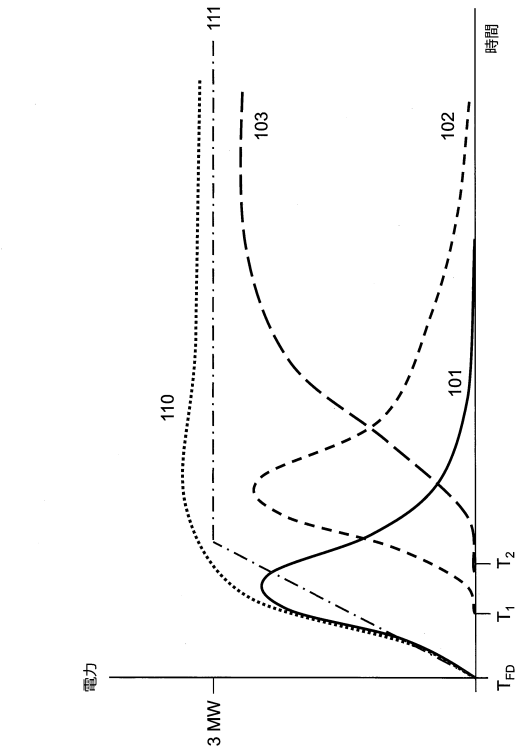
40

【図面】

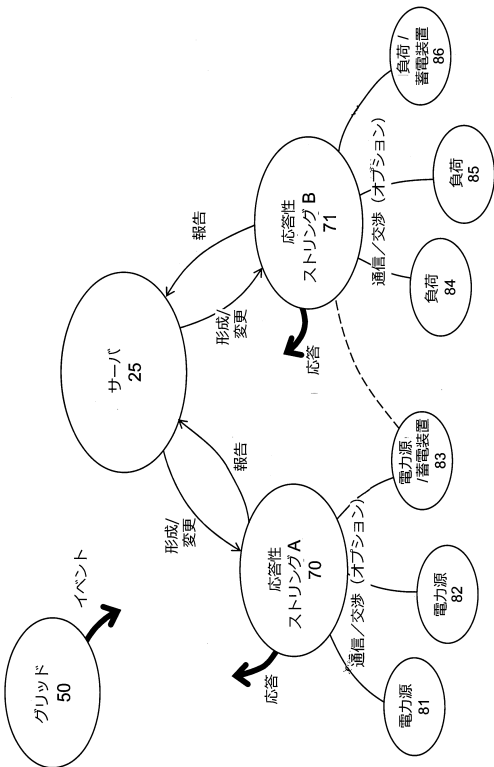
【図 1】



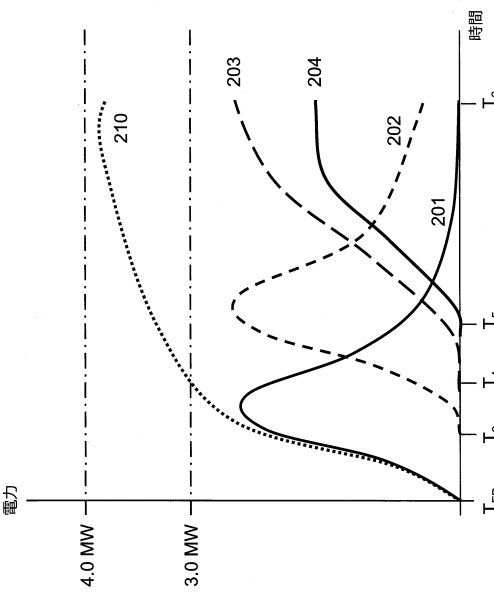
【図 3】



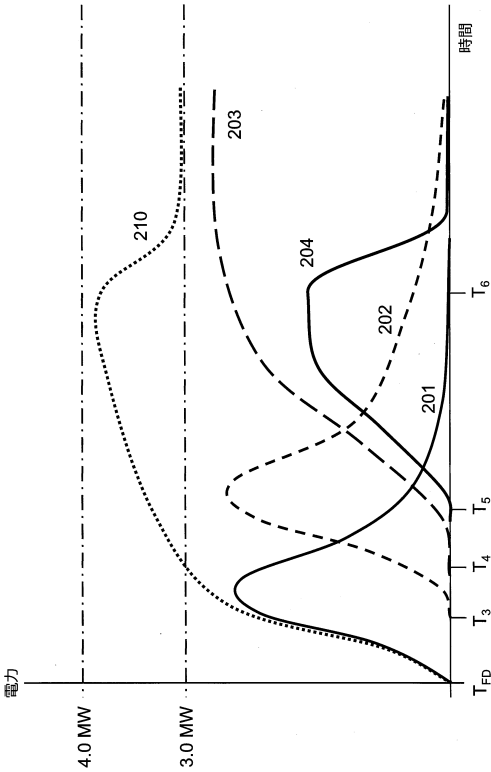
【図 2】



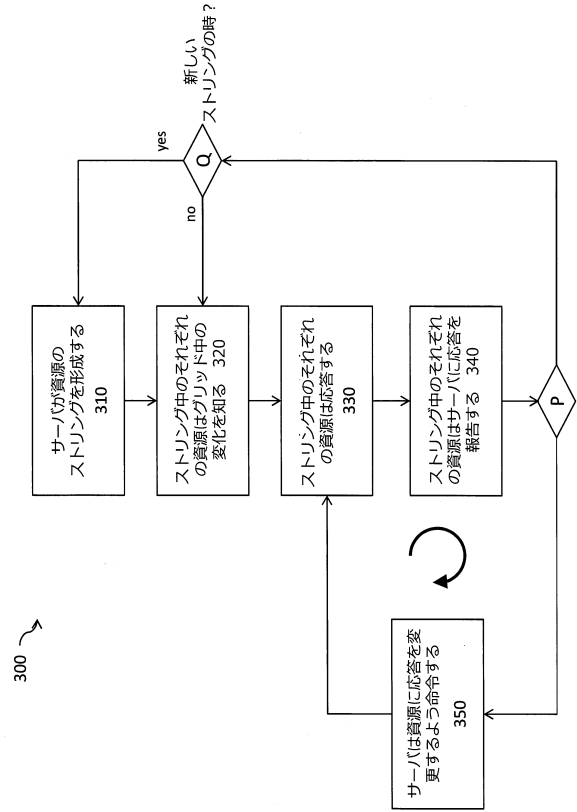
【図 4 A】



【図 4 B】



【図 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

|            |                                                 |         |       |   |
|------------|-------------------------------------------------|---------|-------|---|
| (51)国際特許分類 |                                                 | F I     |       |   |
| H 0 2 J    | 7/35 (2006.01)                                  | H 0 2 J | 7/35  | K |
|            |                                                 | H 0 2 J | 13/00 | A |
| ー卜         |                                                 |         |       |   |
| 審査官        | 辻丸 詔                                            |         |       |   |
| (56)参考文献   | 英国特許出願公開第 0 2 5 1 0 7 3 5 ( G B , A )           |         |       |   |
|            | 米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 0 5 6 6 2 8 ( U S , A 1 ) |         |       |   |
|            | 特表 2 0 1 4 - 5 1 0 5 0 8 ( J P , A )            |         |       |   |
|            | 欧州特許出願公開第 0 2 8 6 3 5 1 0 ( E P , A 2 )         |         |       |   |
| (58)調査した分野 | (Int.Cl. , D B 名)                               |         |       |   |
|            | H 0 2 J 1 3 / 0 0                               |         |       |   |
|            | H 0 2 J 3 / 0 0 - 7 / 1 2                       |         |       |   |
|            | 7 / 3 4 - 7 / 3 6                               |         |       |   |