

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-523480

(P2016-523480A)

(43) 公表日 平成28年8月8日(2016.8.8)

(51) Int.Cl.

H04Q 9/00 (2006.01)
H02J 13/00 (2006.01)

F 1

H04Q 9/00
H02J 13/00311H
301B

テーマコード(参考)

5G064
5K048

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-519676 (P2016-519676)
 (86) (22) 出願日 平成26年6月13日 (2014.6.13)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年2月12日 (2016.2.12)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2014/042300
 (87) 國際公開番号 WO2014/201348
 (87) 國際公開日 平成26年12月18日 (2014.12.18)
 (31) 優先権主張番号 61/834,567
 (32) 優先日 平成25年6月13日 (2013.6.13)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 515227464
 アストロリンク インターナショナル エ
 ルエルシー
 アメリカ合衆国 メリーランド州 208
 17 ベセスダ ロックレッジ ドライブ
 6801 ロッキード マーティン コ
 ーポレーション内
 (71) 出願人 515227475
 ドミニオン エナジー テクノロジーズ,
 インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 バージニア州 2321
 9 リッチモンド トレデガーフ フリー
 ト 120 ドミニオン リソーセス サ
 ービシズ, インコーポレイテッド内

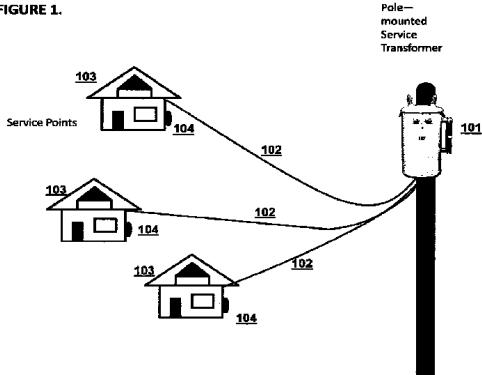
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】配電グリッドにおける非技術的損失

(57) 【要約】

配電グリッドにおける電力の窃盗を検出するためのシステム及び方法。システムは、変圧器エリアネットワークを形成する少なくとも2つの通信用メータと、メータにおいて電流及び電圧を測定するためのメカニズムと、測定された電流及び電圧のデータを、電気グリッドデータベースを利用できるデータセンタに送信するためのメカニズムと、電力の未認可採取を推測するために送信されたデータを分析するメカニズムとを含んでもよい。

FIGURE 1.



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

配電グリッドにおける電力の窃盗を検出するためのシステムであって、

電力窃盗が検出される各サービス配電変圧器によって電力を供給される少なくとも2つの通信用メータであって、前記メータが変圧器エリアネットワークを形成する、少なくとも2つの通信用メータと、

各メータにおいて電流及び電圧を周期的に測定し、前記測定値を、タイムスタンプ、及び、前記変圧器エリアネットワーク内で固有である前記メータの識別子と共に送信するよう構成された測定エージェントと、

前記測定エージェントの送信を受信するよう構成された少なくとも1つの監視エージェントと、

窃盗検出がイネーブルされる各変圧器エリアネットワーク内の少なくとも1つの通信用メータであって、ワイドエリアネットワークを通じてメッセージを送信するよう構成された、少なくとも1つの通信用メータと、

グリッドマップデータベースを利用できるデータセンタ内でホストされるソフトウェアアプリケーションであって、変圧器エリアネットワーク内の通信用メータによって送信されるメッセージを受信するよう構成された、ソフトウェアアプリケーションと

を備える、システム。

【請求項 2】

請求項1に記載のシステムであって、

前記通信用メータは、リモートである、システム。

【請求項 3】

請求項1に記載のシステムであって、

ワイドエリアネットワークを通じてメッセージを送信するよう構成された前記少なくとも1つの通信用メータは、リモートハブである、システム。

【請求項 4】

請求項1に記載のシステムであって、

前記変圧器エリアネットワークは、放射状トポロジを有する、システム。

【請求項 5】

請求項1に記載のシステムであって、

前記変圧器エリアネットワークは、バストポロジを有する、システム。

【請求項 6】

請求項1に記載のシステムであって、

グリッドマッピングエージェントは、前記変圧器エリアネットワークの少なくとも1つの通信用メータ上でホストされる、システム。

【請求項 7】

配電サービス変圧器の低電圧側で、未認可の非測定タップを検出するための方法であって、

サービス配電変圧器によって電力を供給される複数の通信用メータを設けることと、

前記通信用メータを組織して、変圧器エリアネットワークを編成することと、

ワイドエリアネットワークを通じてメッセージを送信するよう前記変圧器エリアネットワークの少なくとも1つの通信用メータを構成することと、

変圧器エリアネットワークから送信されるメッセージを受信可能なソフトウェアアプリケーションを、グリッドマップデータベースを利用できるデータセンタ内に設けることと、

、

各通信用メータにおいて電流及び電圧を周期的に測定することと、

前記変圧器エリアネットワーク上で前記電流及び前記電圧の測定値を送信することであって、各送信は、少なくとも、前記測定を行った前記通信用メータの前記変圧器エリアネットワーク内で固有の識別子、前記測定が行われた時間、及び前記測定された電流及び電圧を含む、前記変圧器エリアネットワーク上で前記電流及び前記電圧の測定値を送信する

10

20

30

40

50

ことと、

前記変圧器エリアネットワークの時間同期許容誤差内で同時に複数のメータにて行われた測定を収集することと、

前記測定された電流に起因する電圧降下に対応する前記電圧の測定値を調整することと、

観測された電圧降下がメータにおける電流に比例しないメータを識別するために、前記調整された電圧の測定値を比較することと、

メータにおける少なくとも1つの比例しない電圧降下からなる、観測されたいずれの異常も記述するワイドエリアメッセージを送信することであって、前記メッセージが、前記異常が観測された変圧器又はメータの少なくとも識別子を含み、前記コンポーネントがグリッドマップデータベース内の前記コンポーネントの表現と照合されることを可能にするのに十分である、メータにおける少なくとも1つの比例しない電圧降下からなる、観測されたいずれの異常も記述するワイドエリアメッセージを送信することと、

データセンタにおいて前記ワイドエリアメッセージを受信することであって、ソフトウェアアプリケーションが、前記メッセージを処理し、起こり得る電力窃盗に関する警告を発する、データセンタにおいて前記ワイドエリアメッセージを受信することと

を備える、方法。

【請求項8】

請求項7に記載の方法であって、

前記変圧器エリアネットワークは、バストポロジを有し、各メータにおいて測定される低下する電圧の順で所定の時間に電流及び電圧の測定値を報告するメータを順序付ける更なるステップを備える、方法。

【請求項9】

請求項8に記載の方法であって、

1つのタイムスタンプが付された報告期間から次のタイムスタンプが付された報告期間までの、前記メータの順序の変化を、前記変圧器エリアネットワークのメータを改ざんすることを潜在的に示す異常として報告することを備える、方法。

【請求項10】

配電ネットワークにおいて、電気メータを改ざんすること、及び、無認可の非測定タップを検出するための方法であって、

改ざんが検出される各サービス変圧器において変圧器エリアネットワークを設けることと、

ワイドエリアネットワークを通じてメッセージを送出するように構成された各変圧器エリアネットワーク内に少なくとも1つの通信用メータを設けることと、

前記変圧器エリアネットワークから送信されるメッセージを受信するように構成されたソフトウェアアプリケーションを、グリッドマッピングデータベースを利用できるデータセンタ内に設けることと、

前記グリッドにおける計画された変更に関する他のユーティリティアプリケーションから通知を受信するように前記ソフトウェアアプリケーションを構成することと、

変圧器エリアネットワークの構成の変化が検出されるたびに、前記変圧器エリアネットワークからワイドエリアメッセージを送信することと、

前記メッセージ内の位置情報を、前記グリッドマップデータベースに格納された位置情報と照合することと、

計画された構成変更によって説明されるメッセージを前記変圧器エリアネットワークから削除するために前記変圧器エリアネットワークからのメッセージを、計画された変更に関する通知と比較することと、

削除されなかったあらゆるメッセージも、潜在的な改ざん事象として報告することと、を備える、方法。

【請求項11】

請求項10に記載の方法であって、更に、

10

20

30

40

50

前記変圧器エリアネットワークに加わる新たなメータのアイデンティティ及びグリッド位置を報告するメッセージを送信することを備える、方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 に記載の方法であって、更に、

メータであって、該メータの変圧器エリアネットワークと通信することを停止した、メータのアイデンティティ及びグリッド位置を報告するメッセージを送信することを備える、方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 0 に記載の方法であって、更に、

バス構造化変圧器エリアネットワーク内のメータの回路図的位置が変更されたことを報告するメッセージを送信することを備える、方法。 10

【請求項 1 4】

請求項 1 0 に記載の方法であって、更に、

電気メータの地理空間的位置が変更されたというメッセージを送信することを備える、方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 0 に記載の方法であって、更に、

未認可の非測定タップによる電力窃盗が変圧器エリアネットワーク内で起こっている可能性があるというメッセージを送信することを備える、方法。

【発明の詳細な説明】 20

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

[関連出願の相互参照]

本願は、2013年6月13日に出願された米国仮特許出願第61/834,567号の利益を主張し、その開示は、参照により、その全体が本明細書に援用される。

[発明の分野]

本発明は、配電を最適化するためのオングリッド通信のアプリケーションに関し、具体的には、サービス変圧器エリアネットワークにおいて発生する非技術的損失のリアルタイム識別及び位置特定に関する。

[発明の背景] 30

配電変電所は、高い送電線レベル（通常130kV～700kV）から、配電サービスエリア内の需要家に電力が分配される中間電圧レベル（通常4kV～約35kV）まで電圧を降圧する1つ又は複数の変電所変圧器を含む。配電グリッドのエッジにおいて、多数のサービス変圧器があり、サービス変圧器は、配電グリッドの中間電圧を、商業用、産業用、及び家庭用需要家にとって必要とされる低電圧（米国では、通常、120、208、240、277、又は480）に変換する。これらのうちのいくつかに加えて他の電圧は、世界の他の場所で使用され得る。各サービス変圧器は、1つ又は複数の被測定負荷に電力を供給する。負荷は、住宅、商業用又は産業用建物、例えば一連の街路灯等の地方自治体のインフラストラクチャの要素、又は、例えば灌漑システム等の農業用装置である可能性がある。

【0 0 0 2】 40

需要家負荷と、関連するメータとをサービス変圧器に接続するワイヤを除いて、サービス変圧器は、実際に電力が需要家に送られる前の配電グリッドの最も外側の要素である。メータは、通常、サービス変圧器からの電力が需要家に送られる箇所に取り付けられる。サービス変圧器は、メータもそうであり得るように、3相、2相、又は単相であり得る。本明細書で、サービス変圧器から少なくとも2つの通信用電気メータの集合体までを含む電気装置の集合体は、変圧器エリアネットワーク（TAN）と称される。TANは、例えば米国で一般的であるように放射状トポロジを有し得るか、又は、ヨーロッパ及び世界の他の場所でより一般的であるリニア又は「バス」トポロジを有し得る。

【0 0 0 3】 50

昔からメータを読み取ることは、電気会社が負担する最大の運転コストのうちの1つであった。元々の電気メータは、視覚的読出部を有するアナログデバイスであり、アナログデバイスは、公共料金請求プロセスを行うため、毎月手作業で検査されなければならなかった。1970年代の初め、メータデータをデジタル化し、その収集を自動化するためのメカニズムが展開され始めた。これらのメカニズムは、ウォークバイシステム又はドライブバイシステムから進化しており、ウォークバイシステム又はドライブバイシステムでは、メータが、その現在の測定値を短距離無線信号を使用してブロードキャストすることになっていて、その短距離無線信号は、メータを読み取る人が携行するデバイスによって受信されていた。これらの初期のシステムは、自動化メータ読み取りシステム、すなわちAMRとして知られていた。後に、メッシュ構成の短距離RF中継器と、集められた測定値を転送するための広帯域バックホール手段を備える収集箇所との組み合わせを一般に使用する種々の専用のデータ収集ネットワークが展開され始めた。

10

【0004】

これらのネットワークは、高度計測インフラストラクチャ、すなわちAMIと一般的に呼ばれており、電力事業サービスセンタにおける「計測ヘッドエンド」と、このデータ収集ネットワークのエッジにおけるメータとの間で双方向通信が可能であった。AMIは、頻繁に、通常、15分ごと程度の頻度で測定値を収集及び格納することができ、また、それら測定値をほぼその頻度で報告することができる。AMIは、この特徴が控えめに使用される場合、要求に応じてどのメータも読み取ることができ、また同様に、要求に応じてどのメータも接続又は切断することができる。AMIメータは、エネルギー節約、要求管理、及び可変レート請求のために信号を需要家デバイスに渡すことができる。AMIネットワークが、メータにおける交差部を除いて、配電グリッドから分離しているため、AMIメータは、グリッドトポロジの変化又はグリッド上のある条件の変化を認識することも、感知することもない。それでも、AMIの導入は、一般的に、分散スマートグリッドの始まりであると考えられている。更に、米国のAMIで通常使用されるメッシュアーキテクチャのために、個々の電気メータが当該電気メータ自体のデータを送信するために利用可能な帯域幅が非常に制限されている。

20

【0005】

世界のあらゆる場所における通常の配電グリッドによって生成される請求可能な総キロワット時は、請求期間にわたって配電変電所で測定される、配電される実際の電力より実質的に低い。電力の損失は、2つのグループに分類することができる。技術的損失は、配電インフラストラクチャの全体インピーダンスから生じ、また、負荷の集合体が必要とするものとグリッドが各負荷箇所で生成するものとの間の力率の不一致から生じ、また、予測できないピーク負荷中に瞬時電力低下が起こらないことを保証するため過剰供給電圧を利用することから生じる。事業者は、これらの技術的損失を最小化するように働くことはできるが、一部の技術的損失は不可避である。

30

【0006】

(収益と対照的に)実際の電力量の非技術的損失は、メータを改ざんすることによって、又は被測定負荷箇所上で電力線をタッピングすることによって、測定プロセスを回避又は妨害する需要家による電力窃盗から生じる。非技術的収益損失はまた、需要家による請求書の未支払い及び事業者による会計ミスを含む。しかしながら、これらのタイプの収益損失は、高度計測インフラストラクチャと統合されたメータデータ管理システムによって対処される。これらの自動化システムは、事務的な誤りを防止する能力、未払い需要家に対してサービスを即座に打ち切る能力、及び不十分な支払い履歴を有する需要家に前払い請求プランに入るように要求する能力を有する。AMIは、1つの電気メータと別の電気メータとのグリッド配線図関係と、電気メータとこの電気メータに電力を供給するサービス変圧器との間の関係とに関する情報をほとんど又は全く提供しないため、電力窃盗のソースを特定するのにほとんど価値がない。一部のスマートメータは、改ざんの検出及び報告を行うことができる。他方、メータを読み取る人が近郊地域に存在しないことは、違法なタップが目撃され、報告されることになる機会を減らす。

40

50

【0007】

電力窃盗の社会的コスト及び財政的コストは非常に変動し得る。発展途上国世界において、これらのコストは、非常に高く、時として、変電所から送られる電力の50%を超える。インドでは、インドのマハラシュトラ州電気規制委員会(MERC)によれば、例えば、主要な個人事業者(リライアンス及びタタ)は、約10%の非技術的損失を報告するが、国有公益事業者は、ほとんどの場合、30%を超える損失を有する。

【0008】

先進国世界において、窃盗による損失は、総発電コストの比較的小さな割合を表している。米国において、窃盗による損失は、昔から収益の1~3パーセントと推定されてきたが、この数字は、不況期の間、増加する。

10

【0009】

電力窃盗は、安全性及びサービスの質の問題並びに経済的問題を表している。応急的な電力タップは、危険であり、また、負傷また更に死をもたらすことが多い。更に、応急的なタップは火災の危険を表す。最も有意には、配電グリッドの結果的に得られる予測できない負荷は、変圧器火災及び爆発をもたらす可能性があり、それが、危険な状況をもたらすだけでなく、大規模停電をもたらす可能性がある。

【0010】

電力窃盗を検出するための先行技術の方法は、3つのカテゴリに分割され得る。1つのカテゴリは、メータにおける電圧及び電流を、例えば近郊地域用のサービス配電変圧器等の、送出の原点における電圧及び電流と比較することを含む。原点と各メータとの間の低電圧線の抵抗に起因する技術的損失は、所定の量より小さいと推定されるため、所定の量を超える電力損失のいずれの差も、窃盗又は配線欠陥のいずれかに起因すると推定され得る。(参照により本明細書に援用される)「System and Method for Single and Multizonal Optimization of Utility Services Delivery and Utilization」という名称の米国特許出願公開第2012/0265355号は、この種類のシステムを記載し、サービス変圧器におけるインテリジェントソフトウェアエージェントが、変圧器における測定値と、電気メータに位置付けられるか又は電気メータに組み込まれる他の計器からの測定値との双方を収集する。窃盗検出は、このシステムのアプリケーションのうちの1つとして述べられる。しかしながら、変圧器にエージェント及び計器を設置することを含むシステムは、変圧器にデバイスを全く必要としなかったシステムであることよりも望ましくない。その理由は、変圧器が、メータのソケットと比べて物理的にはるかにアクセス可能ではなく、また、変圧器ハウジングの内部に又は変圧器の高電圧側に器具類を追加することによって変圧器を改良することには、費用がかかり、また更に危険である可能性があるからである。

20

【0011】

第2のカテゴリは、被測定負荷のメータの外側、及び被測定負荷の施設の内部で電流及び電圧を測定することを含む。メータを介して送られるよりも多くの電力がその施設で使用されている場合、電力は施設で局的に生成されているか、又は、メータがバイパスされているかのいずれかである。この種類の方法は、公益事業者にとって問題がある。その理由は、サービス事業者が、通常、被測定負荷の内部からデータへのアクセスを有していないからである。需要家は、施設の内部におけるデバイスの設置に同意しなければならないであろう。

30

【0012】

第3のカテゴリは、測定されないタップを設置するため配電線を改ざんすることによって引き起こされる、電力使用量の瞬時変化又は小規模停電を検出することを含む。このカテゴリのメカニズムは、不十分である。その理由は、改ざんが、例えば合法の停電又はサービスの中止等の大きな事象によって隠される可能性があり、また、改ざんが多くの誤検出を生成すると思われるからである。

40

[発明の概要]

50

本発明は、改ざん箇所が特定のサービス変圧器の低圧側で起こったと判定され得るように、電力窃盗をリアルタイム又はほぼリアルタイムに検出及び報告するための装置及び方法である。メータ改ざんの場合、関係する特定の1つ又は複数のメータが識別され得る。本発明は、サービス送出箇所における変圧器（サービス変圧器）の器具類を必要としない。測定を実施して、測定結果を収集し、収集されたデータを処理して、電力窃盗の証拠を発見する、全ての計器及びインテリジェントエージェントは、計器及びインテリジェンスがとにかく存在すると思われる場所で、電気メータに位置付けられる。これは、メータソケットが通常容易にアクセス可能である点で、また、スマートメータが、ソフトウェアエージェントをホストするためのメモリ及びプロセッサを既に含み、本発明の方法によって使用される測定の多くを行う機能を既に有するため、また、固有の計器、通信機能、及び／又はメモリ及び処理機能が本明細書に記載された方法をサポートするのに不十分である場合に、ほとんどのスマートメータが追加の回路基板を収容するように設計されるため、有利である。

10

【0013】

参考により本明細書に援用される、「A System and Method for inferring Schematic and Topological Properties of an Electrical Distribution Grid」という名称の米国特許出願第13/871,944号は、長距離（エッジ-変電所間）オングリッド送信機及び同様に短距離（低電圧のローカル-サービス変圧器間）オングリッド送受信機によってスマートメータを増強することを述べている。短距離と長距離との双方のオングリッド送信機能を有するスマートメータは、リモートハブと呼ばれる。短距離オングリッド送信機能だけを有するスマートメータは下位リモートと呼ばれる。リモートという用語は、下位リモートとリモートハブとの双方を総称的に指すのに使用される。1つのリモートハブを有するとともに、下位リモートを有していないか、あるいは複数の下位リモートを有するサービス変圧器は、変圧器エリアネットワーク、つまり、TANとして定義される。更に、その出願は、リモートハブから送信される長距離メッセージの特徴に基づいてリモートハブに電力を供給する給電線及び位相を決定するための方法を開示している。

20

【0014】

同様に参考により本明細書に援用される、「Methods for Discovering, Partitioning, Organizing, and Administering Communication Devices in a Transformer Area Network」という名称の米国特許出願第13/888,102号は、TAN内の全てのリモートハブ及び下位リモートが、実際には、同じサービス変圧器によって電力を供給されることを保証し、多相変圧器の場合に、どのリモートがリモートハブとして同じ位相上にあるか、また、どのリモートが異なる位相上にあるかを決定する方法を教示している。更に、「A System and Method for Inferring Schematic Relationships between Load Points and Service Transformers」という名称で、参考により本明細書に援用される、米国特許出願第13/911,849号は、所定のメータソケットに供給する特定のサービス変圧器及びその地理空間的座標を特定し、関連付け及び座標を配電グリッドのマップに組み込むための方法を記載している。公益事業者は、精密な地理空間的座標でない場合、全てのメータの少なくとも所在地住所を既に知っている。先に参考した出願におけるシステム及び方法から得られる情報を使用して、リモートハブからの報告の物理的及び回路図的発生源並びにリモートハブが表す変圧器エリアネットワークの物理的及び回路図的範囲を非常に精密に定義してもよい。これらの発明は、本質的にマスタースレーブである変圧器エリアネットワークアーキテクチャを教示し、そのアーキテクチャにおいて、1つのリモート、通常、リモートハブは、インテリジェンスのほとんどを含み、下位リモート上のより単純なエージェントをポーリングして、TANを編成すると共に、TAN上にアプリケーションを実装する。本発

30

40

50

明のシステム及び方法は、こうした T A N 編成の観点で主に記載されている。しかしながら、マスタースレーブネットワーク編成は、本発明をホストするのに適した、考えられるネットワーク編成のうちの 1 つに過ぎない。例えば、ピアツーピア変圧器エリアネットワークもまた適する。例えば A M I メッシュネットワーク等のより広いピアツーピアネットワークもまた、本明細書において以下に記載されるように、a) ネットワーク内のノードが、ノード自体を変圧器エリアによって論理的に分割するのに十分な情報を有する場合、また、b) 本発明の測定エージェントによって取得される測定値を共有するための十分な帯域幅が存在する場合に適し得る。

【 0 0 1 5 】

本発明は、少なくとも 1 つの下位リモートと通信するリモートハブのための方法を提供し、各リモートは、T A N のサービス変圧器に、又は T A N によって電力供給される負荷の施設の内部に装置を設置することなく、メータにおける電圧及びメータから被測定負荷まで通過する電流を測定して記憶し、電力窃盗が T A N で起こっているという兆候を識別するよう動作可能である。このために、T A N は、T A N の各相上に、例えば 1 つのリモートハブ及び 1 つ又は複数の下位リモート等の少なくとも 2 つのノードを備える。T A N 上の全ての負荷（被測定サービス箇所）は、完全な窃盗防止が達成される場合、リモート（又は別のタイプの通信用メータ）を有する。方法は、リモートを有していないいくつかのメータを使って用いられ得るが、その場合、一部の窃盗は、T A N のトポロジ及び通信用メータに関する未認可タップの場所に応じて、検出されないままになり得る。T A N のサービス変圧器において測定を行う必要がない違法なタップの存在及び場所を推測するための方法が教示されている。サービス変圧器において測定を行う必要性を回避することが望ましい。その理由は、メータにおいて器具類を単に追加するコストが、全ての計器及びインテリジェンスがメータにだけ存在するときにネットワークを維持するコストがそうであるように、メータ及び変圧器の双方において器具類を追加するコストより著しく低いからである。被測定サービス箇所の施設の内部に装置を設置する必要性を回避することが望ましい。その理由は、施設の内部に装置を設置するために需要家の同意が必要とされるからであり、また、施設の内部での機器のメンテナンスが、通常、公益事業者の認可の範囲外であるからである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

本明細書に援用され、また、本明細書の一部を形成する添付の図面は、本発明の実施形態を図示し、説明と共に、本発明の原理を説明するのに役立つ。

【 図 1 】地面より上の変圧器、電力線及び 3 つの被測定施設を有する放射状トポロジ変圧器エリアを図示している。

【 図 2 】パッドマウント変圧器、單一タップに沿った、地下電力線、及び 3 つの被測定施設を有するバストポロジ変圧器エリアを図示している。

【 図 3 】パッドマウント変圧器、それぞれがそれ自体のタップを有する、地下電力線、及び 3 つの被測定施設を有する放射状トポロジ変圧器エリアを図示している。

【 図 4 】リモートハブ及び下位リモートの追加によって変圧器エリアネットワークを形成するよう増強された図 1 のエリアを図示している。

【 図 5 】温室に電力を供給するために使用される違法な非測定タップが追加された図 4 の変圧器エリアネットワークを示している。

【 図 6 】任意の数 N の被測定施設（ノード）を有する、図 4 及び図 5 の放射状変圧器エリアネットワークのような放射状変圧器エリアネットワークの電気的詳細を示している。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

[発明の詳細な説明]

空中電力線 1 0 2 を介して住宅 1 0 3 に接続された通常の単相柱上変圧器 1 0 1 を図示する図 1 を参照する。米国及び多くの他の場所において、これは、特に古いエリアにおいて一般的な構成である。住宅への電力線は、通常、屋根の軒に取り付けられ、電力線は、

10

20

30

40

50

住宅 103 の外側にある導管内をメータ 104 まで下方に渡っている。図 2 は、対称的に、変圧器エリアについてのバストポロジを図示し、このバストポロジは、米国以外の世界の部分においてより一般的である。図 2 において、パッドマウント変圧器 201 は、住宅 203、204、及び 205 に接続された直線状埋め込み線 202 を介してメータ 206、207、及び 208 にそれぞれ接続する。このトポロジは、ヨーロッパ及び世界の他の場所で一般的である。一般的な設置は、図示するよりも多くのメータに対応し得る。すなわち、米国における単相変圧器当たりのメータの平均数は、約六(6)であるが、ヨーロッパの平均は数十である。図 3 は、一般的な米国の埋め込みケーブル設置を示し、パッドマウント変圧器 301 は、住宅 303 に至る埋め込みケーブル 302 を介してメータ 304 に放射状に接続される。これらの 3 つの基本的な構成は、産業用アプリケーション及び商業用アプリケーションについての小さな局所的な変形及び多相の変形によって、世界中のほとんどの配電ネットワークを表す。本発明は、本明細書において以下で教示されるように、3 つ全てのこれらの一般的なトポロジに関する小さな変形によって働く。これを教示するため、3 相変圧器の各相は、たとえ、第 13/888, 102 号に記載されているように、3 相変圧器エリアが単一 TAN として実際に編成される可能性があつても、別個の TAN としてみなすことができるが、第 13/888, 102 号では、TAN 内の各ノード(例えば、リモート)の位相は知られており、TAN からのエッジから変電所への送電は、送電が関係する位相上で送られる。

10

20

30

40

【0018】

図 1 における普通のメータを 2 つの下位リモート 402 及び 404 並びに 1 つのリモートハブ 403 に置き換えることによって、図 1 の変圧器エリアが変圧器エリアネットワークに変換された図 4 をここで参照する。変圧器エリアネットワークの通信用メータのクロックは、第 13/871, 944 号に記載するように、知られている許容誤差内で同期された。サービス変圧器 401 は、追加された通信機器又は計器を全く含まず、図 1 のサービス変圧器と同一である。サービス箇所/住宅 405 が、近くに例えば納屋等の電力が供給されない離れ屋 406 を有することを留意されたい。

【0019】

本発明の一実施形態において、測定エージェントは、リモート 402、404、及び 403 のそれぞれに存在する。各エージェントは、送られる電圧 V 及び流れる電流 I をそのサービス箇所において周期的に測定する。リモートハブ 403 上に存在し得る監視エージェントは、下位リモート 402 及び 404 から、また、それ自身の測定エージェントから、タイムスタンプが付された電流測定値及び電圧測定値を周期的に収集する。監視エージェントの周期は、測定エージェントの周期と同じである必要はないが、測定が行われる時間は、TAN の機能が与えられると、考えられる最も狭い許容誤差に同期される。双方の周期は、一般的な AMI ネットワークにおける事象の時間スケールに関して非常に小さく、例えば、メータの測定値は、単に 15 分ごと又は更により少ない頻度で送信されてもよい。監視エージェントは、異なるメータで同時に取得される電流測定値及び電圧測定値を比較し、測定値を使用して、変圧器と 1 つまたは複数の被測定サービス箇所との間でいつ非測定電流が発生しているのかを推測するソフトウェアアルゴリズムを実行する。

30

40

【0020】

図 5において、非測定タップ 507 は、変圧器 501 とメータ 504 との間で電気的に施設 505 において追加されている。このタップは、離れ屋 506 を電化するために使用されてきている。こうしたタップは、公益事業者にとって財政上の損失をもたらすだけでなく、ピーク負荷時に、こうしたタップは、変圧器火災及び爆発の危険を生じる可能性がある。その理由は、TAN は、全体として、変圧器の最大定格よりも大きな電力を引き出している可能性があるからである。

【0021】

図 6 は、例えば図 4 及び図 5 のネットワーク等の放射状変圧器エリアネットワークの電気的詳細を提供する。図 6 の TAN は、本明細書において 1...N とラベル付けされる、少なくとも 2 つの被測定サービス箇所、すなわちノードを含んでいる。電力源 601 は、変

50

圧器 607 に中間電圧の電力を供給し、この中間電圧は、ノード 1 (605) におけるメータ 627 及びノード N (610) におけるメータ 629 によってここでは示される、変圧器エリア内のメータによって許容される低電圧範囲に変圧器 607 によって降圧される。電流 604 は、電力源 601 によって対応されるグリッド上の全ての負荷によって電力源から流れる電流を表す。インピーダンス 603 は、中間電圧グリッドのインピーダンスを表す。変圧器 607 の低圧側の電圧は、電圧 602、インピーダンス 603、及び電流 604 の変化と共に変動する。これらの量はどれも、一定でなく、測定可能でなく、又は（例えば 627 及び 629 等の）メータにおけるソフトウェアエージェントに知られていないが、電圧 602 は、許容可能な値の知られている範囲内の公称値あたりで変化すると予想され得る。例えば、電圧 602 についての一般的な公称値は、米国では（他の値も考えられるが）13.4 KV であってもよく、電圧 606 についての一般的な公称値は、240 V であってもよいが、やはり他の値も考えられる。これらの公称値はソフトウェアエージェントに知られていてもよい。

10

【0022】

ここで、ノード 1 を表す長方形 605 内のコンポーネントを考える。ノード 1 は、サービス変圧器 607 からメータ 627 に電力を送る装置を備える。興味深い測定可能な量は線図上にマーク付けされている。インピーダンス 616 は、ノード 1 の施設の合法な被測定負荷であって、どの器具及びデバイスが施設で使用中であるかに従って経時的に変化し得る、合法な被測定負荷を表す。箇所 626 は、機器の実際のピースではなく、違法なタップが設置され得る変圧器 607 からメータ 627 までの電力線上の任意の場所を表す。窃盗が全く起こらないときに、通常著しく大きいインピーダンス 612 は、考えられる未認可の非測定負荷を表す。インピーダンス 609 及び 613 は、変圧器 607 からメータ 627 までの電力線の通常のインピーダンスを表す。電圧 611 は、仮想のタップ箇所 626 の電圧を表す。これらの量はどれも、メータ 627 に存在するソフトウェアエージェントに知られていないか又はソフトウェアエージェントによって測定可能ではない。電流 614 及び電圧 615 は、メータ 627 に存在する測定エージェントによって周期的に測定され、メータ 627 における通信機器によって TAN 上で共有される。TAN のネットワークアーキテクチャによらず、共有は、測定がそこから始まるメータの識別及び測定が行われた時間が、測定値が送信されるメッセージのいずれの受信者にもわかるように、常に行われる。図 6 の要素 622 が、TAN の特徴ではなく、任意の数の異なるノードがノード 1 605 とノード N 610 との間に存在する可能性があることを示す省略符号であることに留意されたい。

20

【0023】

同様に、ノード N を表す長方形 620 内のコンポーネントを考える。これは、サービス変圧器 607 からメータ 629 に電力を送る装置である。インピーダンス 625 は、ノード N の施設の合法な被測定負荷であって、どの器具及びデバイスが施設で使用中であるかに従って経時的に変化し得る、合法な被測定負荷を表す。箇所 628 は、TAN の実際の特徴ではなく、違法なタップが設置され得る変圧器 607 からメータ 629 までの電力線上の任意の場所を表す。窃盗が全く起こらないときに、通常著しく大きいインピーダンス 623 は、考えられる未認可の非測定負荷を表す。インピーダンス 618 及び 620 は、変圧器 607 からメータ 629 までの電力線の通常のインピーダンスを表す。電圧 619 は、仮想のタップ箇所 628 における電圧を表す。これらの量はどれも、メータ 627 に存在するソフトウェアエージェントに知られていないか又はソフトウェアエージェントによって測定可能ではない。電流 621 及び電圧 624 は、メータ 629 において存在する測定エージェントによって周期的に測定され、メータ 629 における通信機器によって TAN 上で共有される。

30

【0024】

監視エージェントのアルゴリズムのために、メータ 629、メータ 627、又は、1 と N との間の別のノードのメータがリモートハブを有するのか、また、どのメータが下位リモートを有するのかは重要でない。実際には、本明細書で先に述べるように、別のタイプ

40

50

のTAN通信は、TANの全てのメータが十分に短い周期内でその測定値を共有するため十分な帯域幅を提供する限り、全体として使用され得る。TANは、TAN上のどこかで少なくとも1つの監視エージェントを、また、各信用メータにおいて測定エージェントをホストしてもよい。いくつかのネットワークアーキテクチャによって、全てのノードにおいて監視エージェントをホストすることがより効率的になり得る。あるいは、監視エージェントの仕事は、複数の信用メータの間で分配されてもよい。監視エージェントが、例えばエッジから変電所へのメッセージ等のワイドエリアメッセージを送信する機能を有するメータ上に存在しない場合、監視エージェントは、異常報告を送信するコマンドをワイドエリア対応デバイスに送信しなければならない。

【0025】

10

インピーダンス612で表された未認可の負荷がここで箇所626に取り付けられると仮定する。より多くの電流(612における未認可の負荷によって引き出される電流)がインピーダンス609を通して流れるため、電圧611が降下することになる。これはまた、電圧615の降下をもたらすことになる。しかしながら、インピーダンス613を通して流れる電流614は、対応して降下しない。電流614及び電圧615だけを測定できるメータ627における測定エージェントは、電圧615の降下が、単に電圧606の降下に起因するのか、又は、電圧615の降下が、電圧611の降下と(常に、非常に大きいはずである)インピーダンス612の減少とによって表される窃盗によってもたらされているのかを推測することができないことになる。しかしながら、メータ629における測定エージェントによって行われる観測を考える。単純化のため、ノードN(610)におけるインピーダンス623が適切に大きい、つまり、ノードNにおいて電力が盗まれていないと仮定する。メータ629における測定エージェントは、電圧606の降下に起因して電圧624の降下を観測することになる。監視エージェントは、メータ627及び629(TAN内により多くの信用ノードが存在する場合は、更に他のメータ)における測定電流614及び621をそれぞれ使用して、各被測定負荷に起因する適切な電圧降下を推定することができる。被測定負荷(616、624)の効果がいったん取り除かれると、各メータで測定された電圧の調整済みの大きさを比較することができる。たとえ変圧器607と各メータとの間に線路インピーダンスの小さな差が存在することになっても、これらの差は無視できると予想される。(この例では、メータ627に対するインピーダンス609+613とメータ629に対するインピーダンス618+620を比較する。)1つのメータ、この例では627が、線路インピーダンスにおける通常の差を表す許容誤差内で、他のメータより大きい調整済みの電圧降下を見る場合、非測定負荷がそのメータと変圧器607との間に存在することが予想される。

20

【0026】

30

更に、利用可能な各「観点」から電流及び電圧を比較するこの方法は、複数の窃盗箇所が存在しても、TAN内の窃盗を検出する。たとえ全てのメータと変圧器との間に取り付けられた非測定負荷が存在していたとしても、未認可の負荷に起因するインピーダンス612、623等が常に同一でない限り、窃盗箇所は、各測定エージェントの電流測定値及び電圧測定値を利用できる監視エージェントによって依然として推測され得る。その理由は、いくつかの測定箇所における電圧降下が、同じ箇所における電流に比例しないことになるであろうからである。

40

【0027】

50

TANのリモートハブに存在する監視エージェントが、推定窃盗を検出すると、リモートハブは、異常について公益事業者に警告を出すエッジから変電所へのメッセージを送信してもよい。エッジから変電所へのメッセージは、先に参照した米国特許出願第13/871,944号に記載されているように、リモートハブから、変電所変圧器、ここでは変圧器607に電力を供給する配電変電所に伝わる。変電所から、メッセージは、従来のネットワークによって、公益事業者又はエネルギー管理サービスプロバイダによって提供されるデータセンタに転送される。窃盗警告はまた、リモートハブ、又は例えばAMIネットワーク等の他の信用メータに接続された別の利用可能なネットワークを介して伝搬さ

れ得る。こうしたメッセージは、異常な電流 - 電圧関係が検出されたサービス変圧器又はメータの少なくとも1つの固有の識別子を含んでもよく、メッセージの発信源をグリッドマップデータベース内のデータと照合するのに、その識別子を使用してもよい。

【0028】

わずかな計算的調整による先に本明細書で述べた方法は、図1及び図3のような放射状トポロジではなく例えば図2等に示すようなバストポロジを有する変圧器エリアに同様に適用され得る。バストポロジにおいて、変圧器からメータまでの電圧降下は、各ノードが変圧器から遠くになるにつれて加法的である。その理由は、被測定負荷が並列ではなく直列に接続されるためである。それでも、各被測定負荷の電圧降下に対する寄与は、各メータにおいて引き出されている電流に比例するはずである。所定のメータにおける電圧降下が、変圧器とそのメータとの間の測定電流に比例するより大きいのかは、他のメータ、この場合、具体的には、変圧器に関して直列接続したものの中の、所定の測定箇所より早いメータによってTAN上で共有されるタイムスタンプが付された電流測定値及び電圧測定値に基づいている。

10

【0029】

バストポロジを有するTANにおいてこの方法を適用するため、変圧器に関する、TAN内のノードの順序が（少なくとも）監視エージェントに把握されていることが必要である。これは、監視エージェントによって推測され得る。直列接続したもの順序付けは、各被測定箇所における測定電圧に対応することになり、最低電圧は変圧器から回路図的に最も遠い。再び図2を参照すると、変圧器201に対して回路図的に最も近いメータは206であり、直列において最も遠いメータは208である。これは、施設205が施設203より変圧器201に地理空間的に近かった場合でも当てはまる事になると思われ、それは、確かに可能である。この条件はまた図2に図示される。更に、この回路図的推測は、電力窃盗が起こっている場合でも正しいままである。その理由は、結果として得られる電圧降下が依然として累積的であるからである。

20

【0030】

全てが先に参照された、米国特許出願第13/871,944号、第13/888,102号、及び第13/911,849号は、配電ネットワークの正確なグリッドマップを記録するための方法を教示している。これらの発明によって教示されるグリッドマッピング法は、ネットワークによって供給される各被測定負荷に電力を供給するように動作可能な各変電所の給電線及び位相と、ネットワークのメータの変圧器エリアネットワークへの正しい現在の分割とを含む。窃盗検出を実行するため、バストポロジを有するTANのグリッドマップを、TANのメータの直列接続したもの順序によって増強してもよく、この順序は、メータ及び負荷がTANに追加され、TANから取り除かれるときに最新に維持され得る。窃盗検出の場合、この情報は、各TAN内の監視エージェントによって維持される必要があるだけでもよく、実際には、各監視エージェントによって周期的に再計算されてもよい。しかしながら、中央化グリッドマップデータベースにこの更なる情報を記録することが有益である場合があり、前記中央化グリッドマップデータベースは、第13/871,944号によって教示される。これを行うため、TANにおいて新しいノードが発見されるときに送出されるエッジから変電所へのメッセージは、変圧器からの電力線バス上でのメータの回路図的順序を含んでもよい。同様に、例えば、停電又は建設工事によるTANの拡張後に、ノードの順序が変わることが観測された場合、新しい順序付けが、グリッドマップデータベースに記録されるエッジから変電所へのメッセージにおいて報告されてもよい。

30

【0031】

違法なタップを作ることを含まない電力窃盗の別の方法が使用されることがある。この方法は、消費を増加させる前に近くの人がメータを切り換えることによって誤った指図を生成することを含む。任意の種類の通信用メータは、電力が利用可能である間に（同じソケットであれ、異なるソケットであれ）メタソケットに再び差し込まれる場合、メータソケットから切断されていると報告するように既にイネーブルされ得る。しかしながら、

40

50

意欲的な電力窃盗は、別の施設に関して、メータを交換すべき自然的な停電を待つ可能性があるか、又は、交換を行うべき停電を起こすためにネットワークを故意に破壊する可能性がある。しかしながら、本明細書においてまた参照される関連発明において述べられる、リアルタイムグリッドマッピングを有する変圧器エリアネットワークに参加するインテリジェントメータは、以下の種々の方法で違法な動きを検出することができる。

・ 2つのメータが2つの別個のTANの間で交換される場合、双方のTANは、新しいメータを発見したこと、及び、以前にTANの一部であったメータとの通信を喪失したことを報告してもよい。

・ 2つのメータが、メータの位相が反転されるように交換される場合、この変化を、グリッドマッピングエージェントによって報告してもよい。

・ 2つのメータが、同じTAN及び同じ位相内で切り換えられる場合、そして、TANがバスアーキテクチャを有する場合、双方のメータは、それら自体のサービス変圧器に関して変更された位置を有するものとして検出されることになり、これを、監視エージェントによって報告してもよい。

・ メータが地理空間的位置信号を利用できる場合、メータ上のグリッドマッピングエージェントは位置の変化を報告してもよい。

【0032】

これは、同じ放射状TANの同じ位相に関して2つの施設の間で、地理空間的位置信号を受信するようイネーブルされない2つのメータを交換するという唯一の事例だけを残し、その事例は容易に検出されない。この事例は、隣家の人のメータソケットに比べて、数ブロック離れたメータソケットをよりうまく改ざんするという、施設の近接性に起因する窃盗の観点から望ましくない可能性がある。

【0033】

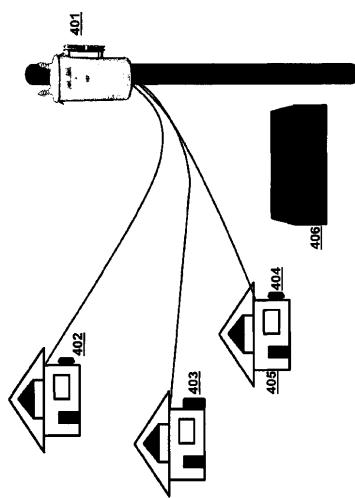
検出プロセスを管理するため、各TAN上の少なくとも1つの（例えばリモートハブ等の）通信用メータ上の監視エージェント等のエージェントは、エッジから変電所へのメッセージ、又は、統合されたグリッドマップを利用できるデータセンタに常駐するソフトウェアプログラムにメッセージを転送することが可能、別の利用可能なワイドエリアネットワークを使用して、検出される異常状態のそれぞれを報告してもよい。ソフトウェアプログラムはまた、グリッドを管理するために使用される他のアプリケーションから、計画されたグリッド変更の報告を受信する。こうした報告の例は、配電グリッドに対して必要とされる変更及び修理を行うためにフィールドエンジニアを派遣するために使用される仕事の注文である可能性がある。ソフトウェアプログラムは、通信用メータからの異常報告を、仕事の注文又は同様の報告と照合することによって、誤った窃盗の兆候を報告することを回避する。仕事の注文によって説明される異常は、考えられる窃盗の指標として報告されない。仕事の注文と照合できない異常は、異常が、グリッドマップの変更であるのか、監視エージェントによって報告される電圧異常であるのかによらず、考えられる窃盗が起こっている可能性があるという警告を生成する。窃盗警告は、影響を受ける施設の口座番号及び住所、影響を受ける変圧器及びメータのアイデンティティ及び地理空間的座標、並びに、メータを移動させることによって窃盗がなされても、未認可の非測定タップを作ることによって窃盗がなされても、窃盗を位置特定するために使用することができる任意の他の関連する情報を含むことができる。

【0034】

本発明の先の説明は、例証及び説明のために提示されており、網羅的であるか又は開示される厳密な形態に本発明を限定することを意図されない。上記教示を考慮して、多くの修正及び変形が可能である。実施形態は、本発明の原理及びその実用的なアプリケーションを最もよく説明するために選択され、説明されており、それにより、当業者が、種々の実施形態において、また、企図される特定の使用に適した種々の修正によって本発明を最もよく利用することを可能にする。本発明の範囲が添付の請求項によって規定されたことが意図される。

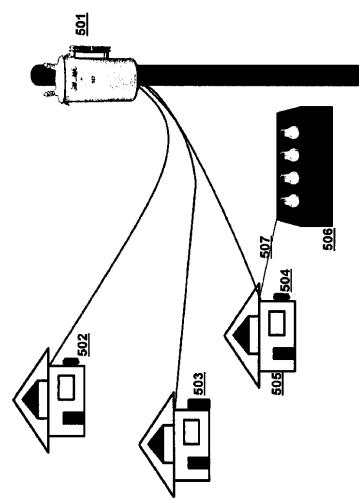
【図4】

FIGURE 4.



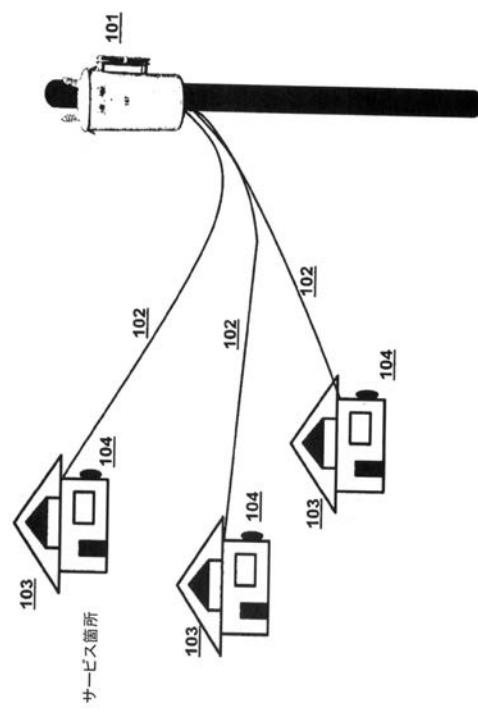
【図5】

FIGURE 5.



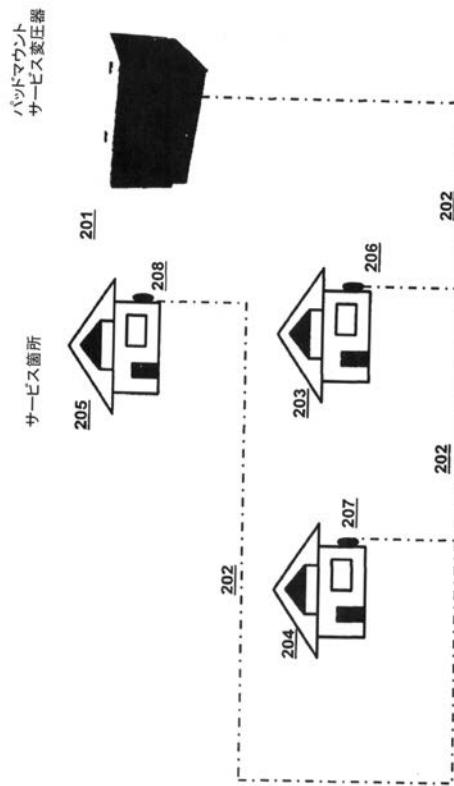
【図1】

FIGURE 1.

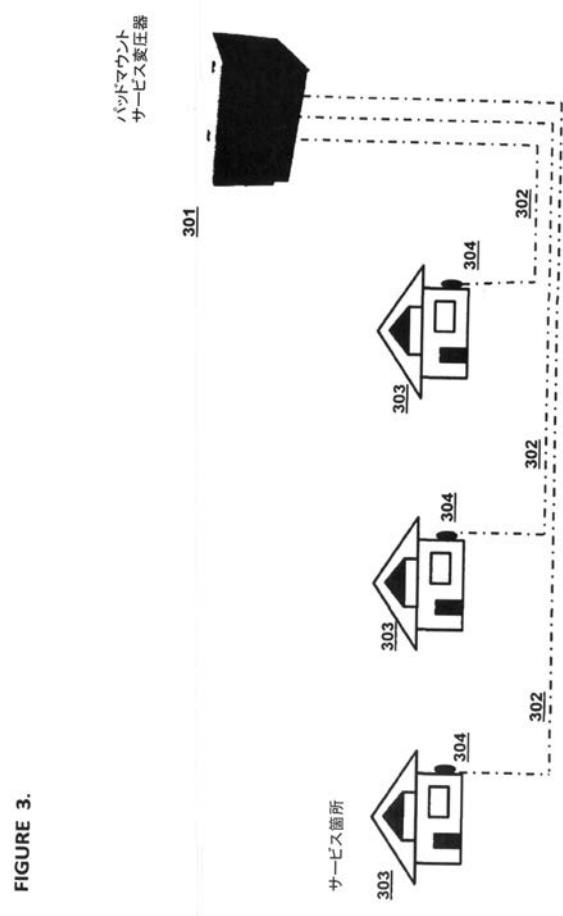


【図2】

FIGURE 2.



【図3】



【図6】

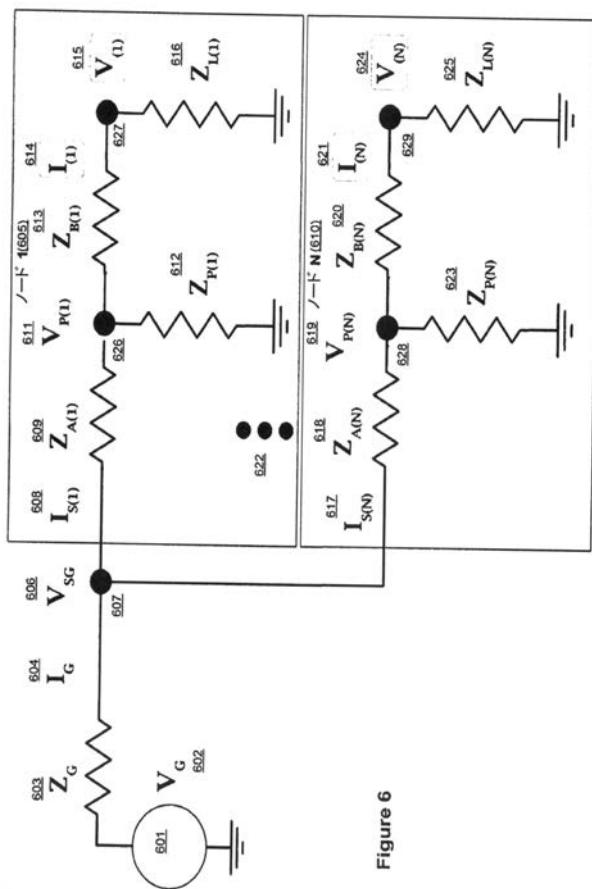


Figure 6

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US14/42300																								
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G01R 22/06 (2014.01) CPC - G01R 11/24 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																										
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) Classification(s): G01R 22/00, 22/06, 22/10 (2014.01) CPC Classification(s): G01R 11/24, 22/063, 22/10																										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																										
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) MicroPatent (US-G, US-A, EP-A, EP-B, WO, JP-bib, DE-C, B, DE-A, DE-T, DE-U, GB-A, FR-A); ProQuest; IEEE/IEEExplore; Google/Google Scholar, Espacenet; Keywords: power, energy, electricity, theft, detect, steal, tapping, rank, sequence, order, topology, transformer, network, hub, current, voltage																										
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">US 2012/0062210 A1, (VEILLETTE, M.), 15 March 2012; paragraphs [0024], [0031], [0045].</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1-9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">EP 2 566 125 A1, (WENGER, J.), 06 March 2013; paragraphs [0010], [0012], [0040].</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1-9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">US 2009/0210197 A1, (CLEARY, S.), 20 August 2009; paragraphs [0047], [0048].</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">EP 0 629 098 B1, (BISHOP, P.), 12 December 2001; paragraphs [0026], [0029], [0058].</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">EP 1 901 145 A2, (HERTEL, J.), 19 March 2008; figure 5; paragraphs [0058], [0098].</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">8-9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">CN 101770007 A, (LI, P.), 07 July 2010; (see machine translation).</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">8-9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">Y</td> <td style="padding: 2px;">US 2012/0232915 A1, (BROMBERGER, S.), 13 September 2012; paragraphs [0041], [0059].</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">9</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	US 2012/0062210 A1, (VEILLETTE, M.), 15 March 2012; paragraphs [0024], [0031], [0045].	1-9	Y	EP 2 566 125 A1, (WENGER, J.), 06 March 2013; paragraphs [0010], [0012], [0040].	1-9	Y	US 2009/0210197 A1, (CLEARY, S.), 20 August 2009; paragraphs [0047], [0048].	5	Y	EP 0 629 098 B1, (BISHOP, P.), 12 December 2001; paragraphs [0026], [0029], [0058].	6	Y	EP 1 901 145 A2, (HERTEL, J.), 19 March 2008; figure 5; paragraphs [0058], [0098].	8-9	Y	CN 101770007 A, (LI, P.), 07 July 2010; (see machine translation).	8-9	Y	US 2012/0232915 A1, (BROMBERGER, S.), 13 September 2012; paragraphs [0041], [0059].	9
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																								
Y	US 2012/0062210 A1, (VEILLETTE, M.), 15 March 2012; paragraphs [0024], [0031], [0045].	1-9																								
Y	EP 2 566 125 A1, (WENGER, J.), 06 March 2013; paragraphs [0010], [0012], [0040].	1-9																								
Y	US 2009/0210197 A1, (CLEARY, S.), 20 August 2009; paragraphs [0047], [0048].	5																								
Y	EP 0 629 098 B1, (BISHOP, P.), 12 December 2001; paragraphs [0026], [0029], [0058].	6																								
Y	EP 1 901 145 A2, (HERTEL, J.), 19 March 2008; figure 5; paragraphs [0058], [0098].	8-9																								
Y	CN 101770007 A, (LI, P.), 07 July 2010; (see machine translation).	8-9																								
Y	US 2012/0232915 A1, (BROMBERGER, S.), 13 September 2012; paragraphs [0041], [0059].	9																								
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>																										
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed																										
Date of the actual completion of the international search 23 September 2014 (23.09.2014)		Date of mailing of the international search report 20 OCT 2014																								
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Shane Thomas <small>PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774</small>																								

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,H,R,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(74)代理人 110000578

名古屋国際特許業務法人

(72)発明者 ベルンハイム ヘンリック エフ.

アメリカ合衆国 コロラド州 80230 デンバー イースト ファースト プレイス 777
7 #109

(72)発明者 ハンセル ジェリット エイチ.

アメリカ合衆国 コロラド州 80303 ボルダー ピトキン ドライブ 4625

(72)発明者 マーティン マルシア レイド

アメリカ合衆国 コロラド州 80501 ロングモント エス. エメリー ストリート 12
09

F ターム(参考) 5G064 AA01 AA04 AC09 CB16
5K048 BA34 EB10 FB09