

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5973733号  
(P5973733)

(45) 発行日 平成28年8月23日 (2016. 8. 23)

(24) 登録日 平成28年7月22日 (2016. 7. 22)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>H02J</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02J</b>	<b>3/00</b>	<b>170</b>
<b>H02J</b>	<b>3/16</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02J</b>	<b>3/16</b>	

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-12535 (P2012-12535)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成24年1月25日 (2012. 1. 25)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2012-157239 (P2012-157239A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公開日	平成24年8月16日 (2012. 8. 16)		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成27年1月15日 (2015. 1. 15)		番
(31) 優先権主張番号	13/014, 779	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成23年1月27日 (2011. 1. 27)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 volt/VAR潮流最適化を加速するためのシステム、方法、および装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電気ネットワークの回線上の潮流を評価するステップと、  
結合可能なネットワーク回線を識別するステップと、  
前記識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減するステップと、

前記複雑性が軽減されたネットワークに少なくとも部分的に基づいて I V V C についての潮流最適化を決定するステップと、  
を含み、

電気ネットワークの回線上の潮流を評価するステップが、前記ネットワーク内の全ての回線についての運用状態を計算するステップを備え、

運用状態が少なくとも電圧降下および電力損失を備え、

前記電力損失が閾値以下のネットワーク回線を削除してネットワークノードを結合することにより、前記ネットワークの複雑性を軽減する、  
統合 volt / var 制御 ( I V V C ) 最適化のための潮流計算を加速するための方法。

## 【請求項 2】

前記識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減するステップが、

エンドバスを結合するステップ、

バスおよび回線負荷をまとめるステップ、または

10

20

前記まとめられた負荷における回線損失を補てんするステップ  
のうちの1つまたは複数を備える、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

結合可能なネットワーク回線を識別するステップが、1つまたは複数の規則を備える目的関数に少なくとも部分的に基づく、請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

識別された結合可能なネットワーク回線を結合してネットワークの複雑性を軽減するステップが、同様の負荷タイプを結合するステップを備える、請求項1乃至3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】

負荷タイプが、定電流、定電力、および定インピーダンスのうちの1つまたは複数を備える、請求項4記載の方法。

【請求項6】

少なくとも1つの電力分配ネットワークと、  
データおよびコンピュータ実行可能命令を格納するための少なくとも1つのメモリと、  
前記ネットワークの回線上の潮流を評価すること、  
結合可能なネットワーク回線を識別すること、  
前記識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減すること、および

前記複雑性が軽減されたネットワークに少なくとも部分的に基づいてI V V C最適化  
についての潮流を決定すること

によって、前記少なくとも1つの電力分配ネットワークに関連付けられる統合v o l t  
/ v a r制御(I V V C)最適化についての潮流計算を加速するために、前記少なくとも  
1つのメモリにアクセスするように構成され、前記コンピュータ実行可能命令を実行する  
ようにさらに構成された少なくとも1つのプロセッサと、  
を備え、

前記ネットワークの回線上の潮流を評価するステップが、前記ネットワーク内の全ての  
回線についての運用状態を計算するステップを備え、

運用状態が少なくとも電圧降下および電力損失を備え、

前記電力損失が閾値以下のネットワーク回線を削除してネットワークノードを結合する  
ことにより、前記ネットワークの複雑性を軽減する、  
システム。

【請求項7】

前記識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減  
するステップが、

エンドバスを結合するステップ、

バスおよび回線負荷をまとめるステップ、または

前記まとめられた負荷における回線損失を補てんするステップ  
のうちの1つまたは複数を備える、請求項6に記載のシステム。

【請求項8】

結合可能なネットワーク回線を識別するステップが、1つまたは複数の規則を備える目的関数に少なくとも部分的に基づく、請求項6または7に記載のシステム。

【請求項9】

識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減する  
ステップが、同様の負荷タイプを結合するステップを備える、請求項6乃至8のいずれかに  
記載のシステム。

【請求項10】

負荷タイプが、定電流、定電力、および定負荷インピーダンスのうちの1つまたは複数を  
備える、請求項9に記載のシステム。

【請求項11】

10

20

30

40

50

データおよびコンピュータ実行可能命令を格納するための少なくとも１つのメモリと、  
ネットワークの回線上の潮流を評価すること、  
結合可能なネットワーク回線を識別すること、  
前記識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減すること、および

前記複雑性が軽減されたネットワークに少なくとも部分的に基づいてＩＶＶＣ最適化についての潮流を決定することによって、少なくとも１つの電力分配ネットワークに関連付けられる統合ｖｏｌｔ／ｖａｒ制御（ＩＶＶＣ）最適化についての潮流計算を加速するために、前記少なくとも１つのメモリにアクセスするように構成され、前記コンピュータ実行可能命令を実行するようにさらに構成された少なくとも１つのプロセッサと、

10

を備え、  
前記ネットワークの回線上の潮流を評価するステップが、前記ネットワーク内の全ての回線についての運用状態を計算するステップを備え、

運用状態が少なくとも電圧降下および電力損失を備え、

前記電力損失が閾値以下のネットワーク回線を削除してネットワークノードを結合することにより、前記ネットワークの複雑性を軽減する、  
装置。

#### 【請求項１２】

前記識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減するステップが、

20

エンドバスを結合するステップ、

バスおよび回線負荷をまとめるステップ、または

前記まとめられた負荷における回線損失を補てんするステップ  
のうちの１つまたは複数を備える、請求項１１に記載の装置。

#### 【請求項１３】

結合可能なネットワーク回線を識別するステップが、１つまたは複数の規則を備える目的関数に少なくとも部分的に基づく、請求項１１または１２に記載の装置。

#### 【請求項１４】

識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減するステップが、同様の負荷を結合するステップを備え、前記負荷が定電流、定電力、および定インピーダンスを備える、請求項１１から１３のいずれかに記載の装置。

30

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【０００１】

本発明は一般的にネットワーク潮流最適化に関し、より詳細には、ｖｏｌｔ／ＶＡＲ潮流最適化を加速することに関する。

#### 【背景技術】

#### 【０００２】

電力分配ネットワークを運用することに関連付けられる問題のうちの１つは、できるだけ効率的に電力を供給しながら、全ての利用者にとって許容できる電圧状態を確立することである。配電フィーダに沿った電圧プロフィール、およびフィーダ上の無効電力のフロー（ＶＡＲ）は、一般にフィーダ上の様々な位置およびその関連変電所に設置された電圧レギュレータとスイッチング操作が行われたコンデンサバンクとの組合せによって維持される。従来、フィーダ電圧レギュレータおよびスイッチング操作が行われたコンデンサバンクは、個々のコントローラ間には直接連携がない、独立した装置として運用される。この手法は、コントローラ付近の許容できる電圧および無効電力フローを維持するために効率的であるが、一般にフィーダ全体にとって最良の結果を生み出さない。

40

#### 【０００３】

最適化目的のための一般的ネットワークのモデル化は困難な課題であり、最適化プロセ

50

ス是非常に多くの潮流計算を必要とする場合があるので、リアルタイム（または、ほぼリアルタイム）の最適化結果を容易に得ることはできず、変化するネットワーク状態に対応する自動制御システムまたはオペレータの能力を制限してしまう場合がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2005/0071050号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

上記のニーズのうちのいくつかまたは全ては、本発明のいくつかの実施形態によって対処できる。本発明のいくつかの実施形態は、voltage/VAR潮流最適化を加速するためのシステム、方法、および装置を含むことができる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の例示的实施形態によれば、統合voltage/VAR制御（IVVC）最適化のための潮流を加速するための方法が提供される。方法は、電気ネットワークの回線上の潮流を評価するステップと、結合可能なネットワーク回線を識別するステップと、識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減するステップと、複雑性が軽減されたネットワークに少なくとも部分的に基づいてIVVCについての潮流最適化を決定するステップとを含む。

20

【0007】

他の例示的实施形態では、システムが提供される。システムは、少なくとも1つの電力分配ネットワークと、データおよびコンピュータ実行可能命令を格納するための少なくとも1つのメモリを含む。システムは、ネットワークの回線上の潮流を評価すること、結合可能なネットワーク回線を識別すること、識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減すること、および複雑性が軽減されたネットワークに少なくとも部分的に基づいてIVVC最適化についての潮流を決定することによって、少なくとも1つの電力分配ネットワークに関連付けられる統合voltage/VAR制御（IVVC）最適化についての潮流を加速するために、少なくとも1つのメモリにアクセスするように構成され、コンピュータ実行可能命令を実行するようにさらに構成された少なくとも1つのプロセッサも含む。

30

【0008】

他の例示的实施形態によれば、装置が提供される。装置は、データおよびコンピュータ実行可能命令を格納するための少なくとも1つのメモリと、ネットワークの回線上の潮流を評価すること、結合可能なネットワーク回線を識別すること、識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減すること、および複雑性が軽減されたネットワークに少なくとも部分的に基づいてIVVC最適化についての潮流を決定することによって、少なくとも1つの電力分配ネットワークに関連付けられる統合voltage/VAR制御（IVVC）最適化についての潮流を加速するために、少なくとも1つのメモリにアクセスするように構成され、コンピュータ実行可能命令を実行するようにさらに構成された少なくとも1つのプロセッサを含む。

40

【0009】

本発明の他の実施形態、システム、方法、装置、特徴、および態様は本明細書で詳細に説明され、それらはクレームされた発明の一部と見なされる。他の実施形態、システム、方法、装置、特徴、および態様は、以下の詳細な説明、添付の図面、および特許請求の範囲を参照すれば理解されよう。

【0010】

次に添付の表および図面を参照する。表は必ずしも正確な縮尺ではない。

【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の例示的实施形態による、例示的な潮流最適化処理のブロック図である。

【図 2】本発明の例示的实施形態による、ネットワーク簡略化の例示的な図である。

【図 3】本発明の例示的实施形態による、潮流最適化システムの例示的な図である。

【図 4】本発明の例示的实施形態による、例示的方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 2 】

以下で、本発明の実施形態が示されている添付の図面を参照して、本発明の実施形態をさらに十分に説明する。しかし、本発明は異なる多くの形式で実施でき、本明細書で説明される実施形態に限定されると見なされるべきではない。むしろこれらの実施形態は、本開示が徹底的かつ完全であり、本発明の範囲を当業者に十分に伝えられるように提供されるものである。図面を通じて、同様の番号は同様の要素を指す。

10

## 【 0 0 1 3 】

本発明のいくつかの実施形態は、配電ネットワークの潮流最適化を可能にすることができる。例示的实施形態では、結合されたノードおよび/または負荷でネットワークをモデル化でき、複雑性が軽減されたことによって潮流計算の加速を促進できる。いくつかの潮流アクセラレータは、軽負荷のみを搬送するか、長さが短いためにインピーダンスがほとんどない通常の配電システムに多数の回線を有する場合があり、したがって、全体的な目的関数にほとんど寄与しない。例示的实施形態によれば、システムの大きさを減らして潮流計算に必要な時間を減らすために、回線を評価でき、またバスを結合できる。例示的实施形態では、規則のセットを適用して、無視できる、あるいは他の回線またはバスと結合できる「些末な」回線またはバスを排除することによって、計算精度を保つことができる。例示的实施形態によれば、さらに精度を上げるために残りのバスに補てんを追加できる。例示的实施形態によれば、統合 volt/VAR 制御 (I V V C) 最適化アルゴリズムは、各回線またはノードの潮流最適化に必要なハードウェアよりも安価なハードウェアで、より大きい配電システム、およびより高度な目的関数を取り扱うことを可能にすることができる。

20

## 【 0 0 1 4 】

潮流最適化のために、本発明の例示的实施形態による様々なコンピュータプロセッサ、機械可読命令モジュール、および配電ネットワークモジュールを使用できる。次に、それらを添付の図面を参照して説明する。

30

## 【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明の例示的实施形態による、例示的な潮流最適化処理 100 を示している。たとえば、図 1 は潮流計算ブロック 102 を示している。例示的实施形態では、潮流計算ブロック 102 は、システムに関連付けられる潮流を決定するために様々な形式の情報を受信して利用することができる。例示的实施形態では、潮流ブロックは簡略化せずに全システム（または、全フィードネットワーク）の潮流を計算できる。例示的实施形態によれば、潮流ブロック 102 は、回線インピーダンス 104、予測 106、制御設定 108、変電所電圧 110、システムトポロジ 112、または負荷 114 のうちの 1 つまたは複数を含む入力を受信できる。例示的实施形態では、必要に応じて潮流ブロック 102 への入力として追加情報 116 を提供できる。例示的实施形態によれば、潮流計算および/またはバス電圧 118 の決定は、潮流ブロック 102 を介して実行できる。例示的实施形態では、計算の精度は、使用方法のタイプまたは方法の設定に依存する場合がある。たとえば一実施形態では、方法ははしご型アルゴリズム、すなわち、いわゆる後方/前方スウィーピングアルゴリズム (William H. Kersting, 「Distributions Systems Modeling and Analysis」 2<sup>nd</sup> Ed, CRC Press, Taylor and Francis Group, 2006, pp. 324 - 344 で説明されている) を含む場合がある。

40

## 【 0 0 1 6 】

例示的实施形態では、バス電圧 118 は潮流ブロック 102 によって決定でき、入力 1

50

04～116のうちの1つまたは複数に基づくことができる。本発明の例示的实施形態によれば、潮流最適化処理100は、計算されたバス電圧118を利用して、システム内の回線に関連付けられる運用状態120を決定できる。たとえば、運用状態120は各回線上に有効および無効電力損失、電圧降下、電流などを含むことができる。

#### 【0017】

本発明の例示的实施形態によれば、あらかじめ定められた基準、目的関数、および/または規則121に加えて、バス電圧118および仮定運用状態120を利用して、複雑性が軽減されたネットワーク122を計算できる。例示的实施形態では、目的関数は回線損失を最小化することを含むことができる。他の例示的实施形態では、目的関数は節減用電圧を減らすことによって負荷を軽減することを含むことができる。

10

#### 【0018】

例示的实施形態によれば、フィードネットワークのどの回線を些末なものと決定できるかを決定するために、あらかじめ定められた基準または規則121を利用できる。例示的实施形態では、些末な回線を削除(またはモデルから除外)でき、エンドバスを結合できる。いくつかの例示的实施形態によれば、規則121に応じて、いくつかの些末な回線についてバスおよび回線負荷をまとめることができる。いくつかの例示的实施形態によれば、規則121に応じて、回線損失およびまとめられた負荷はいくつかの些末な回線について補てんされ得る。

#### 【0019】

本発明の例示的实施形態によれば、簡略化されたネットワーク、すなわち複雑性が軽減されたネットワーク122は、フィードネットワークの回線を評価して、どの回線を些末と見なすことができるか(いくつかの規則に応じて)を決定して、このような回線をまとめる/補てんする処理によって生じることができる。例示的实施形態によれば、ネットワークバスおよび回線データを、簡略化されたネットワーク情報でアップデートできる。たとえば、全フィードネットワークはいくつかのバスを含むことができるが、些末な回線をまとめた後は、簡略化されたネットワークに含まれるバスの数は減少する。例示的实施形態によれば、簡略化されたネットワーク、すなわち複雑性が軽減されたネットワーク122は、次いでさらなる潮流計算124のために利用され得る。いくつかの例示的实施形態では、潮流124を介する電圧またはVARの最適化126を決定できる。本発明の例示的实施形態によれば、複雑性が軽減された潮流124および最適化処理126は、計算時間を必要とするバスの数が減少しているため、最初の潮流計算102(たとえば、全フィードネットワーク上で実行されたような)よりもかかる時間が少なくて済む。

20

30

#### 【0020】

本発明の例示的实施形態によれば、いくつかの規則121の下で全フィードネットワーク内の回線を評価して、些末または重要と見なすことができるかどうかを決定できる。たとえば、高電力損失または一定の値を上回る損失がある回線を、重要な回線と識別できる。例示的实施形態では、重要な回線は、電力損失消費によって順序付けされた、結合された、ネットワークの電力損失全体の一定の割合を構成する、回線の第1番号Nを含むことができる。例示的实施形態によれば、重要な回線は高電圧降下がある回線(たとえば、0.01 puより大きい電圧降下がある回線)を含むことができる。例示的实施形態によれば、電圧レギュレータまたは変圧器を含む場合、その回線を重要と見なすことができる。例示的实施形態によれば、電力/電圧バスに接続されている場合、その回線を重要と見なすことができる。例示的实施形態によれば、両端が制御可能なコンデンサバンクに接続されている場合、その回線を重要と見なすことができる。

40

#### 【0021】

例示的实施形態によれば、また上述のように、一旦些末な回線が識別されると、その回線を削除して、それぞれの回線の2つのエンドバスを結合できる。例示的实施形態では、結合する間に負荷タイプ(たとえば、定電流、定電力、定負荷)を同様にまとめることができる。例示的实施形態によれば、新たにまとめられたバス内で、回線上の電力損失を定電力負荷として補てんできる。削除された回線上の電圧降下などの他の補てん方法も適用

50

できる。本発明の例示的实施形態によれば、バスをまとめることが実行された後、統合 V o l t / V A R 制御 ( I V V C ) プログラムのために全システムを置換するために、簡略化されたネットワーク、すなわち複雑性が軽減されたネットワーク 1 2 2 が使用されると決定できる。

#### 【 0 0 2 2 】

図 2 は、元のフィーダネットワーク 2 0 0 および簡略化されたネットワーク 2 5 0 の例示的实施形態を示している。例示的实施形態によれば、元のフィーダネットワーク 2 0 0 は第 1 バスから第 7 バス 2 0 2、2 0 4、2 0 6、2 0 8、2 1 0、2 1 2、2 1 4、およびそれぞれバスに接続している第 1 回線から第 6 回線 2 0 3、2 0 5、2 0 7、2 0 9、2 1 1、2 1 3 を含むことができる。例示的实施形態では、第 1 負荷から第 6 負荷 2 2 0、2 2 2、2 2 4、2 2 6、2 2 8、2 3 0 は、それぞれ第 2 バスから第 7 バス 2 0 4、2 0 6、2 0 8、2 1 0、2 1 2、2 1 4 に接続できる。例示的实施形態では、第 1 回線 2 0 3 は、第 1 バス 2 0 2 と第 2 バス 2 0 4 との間の接続を提供でき、以下同様である。例示的实施形態によれば、いくつかのバスはフィーダネットワーク 2 0 0 内の分岐点に対応できる。たとえば第 4 バス 2 0 8 は、入力第 3 回線 2 0 7 を、第 3 負荷に加えて第 4 回線 2 0 9 および第 5 回線 2 1 1 に接続できる。

#### 【 0 0 2 3 】

図 2 には、本発明の例示的实施形態による簡略化されたネットワーク 2 5 0 も示されている。たとえば、規則すなわち目的関数 ( 図 1 の 1 2 1 に見られるような ) によれば、元のフィーダネットワーク 2 0 0 を評価して、第 1 回線から第 6 回線 2 0 3、2 0 5、2 0 7、2 0 9、2 1 1、2 1 3 に関連付けられる損失を決定できる。例示的实施形態によれば、および例示の目的で、元のフィーダネットワーク 2 0 0 が評価されたと仮定すると、それぞれの回線に関連付けられる全体のフィーダ損失に対する損失の割合は以下の通りである。

#### 【 0 0 2 4 】

##### 【表 1】

回線	損失
第 1 (203)	50%
第 2 (205)	0.5%
第 3 (207)	1.2%
第 4 (209)	20%
第 5 (211)	26.7%
第 6 (213)	1.6%

この場合、および例示的实施形態によれば、いくつかの回線は、一定のしきい値以下の回線損失のため些末と見なすことができる。たとえば、目的関数 ( 図 1 の 1 2 1 に見られ

るような)が、損失全体の3%またはそれを下回る損失がある回線は無視できると決める場合、例示的实施形態によれば、第2回線205、第3回線207、および第6回線213を削除して適切に負荷を結合することによって、簡略化されたネットワーク250を表すことができる。たとえば、第2回線205、第3回線207、および第6回線213を削除できる場合、例示的实施形態によれば、削除された回線内の損失の責任を負うために結合された負荷内で損失補てんしながら、第1負荷220、第2負荷222、および第3負荷224を結合できる。同様に、および例示的实施形態によれば、第5負荷228および第6負荷230を結合できる。例示的实施形態によれば、結合された負荷は、削除された第6回線213の責任を負うために損失補てんを含むことができる。本明細書で提示した例は例示のためのものであり、本発明の範囲から逸脱することなしに、より複雑なフィードネットワークに同様の適用を拡張できる。

10

#### 【0025】

図3は、本発明の例示的实施形態による潮流最適化システム300を示している。例示的实施形態では、システム300はコントローラ302を含むことができる。例示的实施形態では、コントローラ302は、オペレーティングシステム312、データ314、および複雑性軽減モジュール318を含むことができるメモリ304を含むことができる。例示的实施形態では、コントローラ302は1つまたは複数のプロセッサ306を含むことができる。例示的实施形態では、コントローラは1つまたは複数の入力/出力インターフェース308、および/あるいは1つまたは複数のネットワークインターフェース310も含むことができる。例示的实施形態では、システムはローカルまたは遠隔でよいデータベース320を含むことができる。例示的实施形態によれば、システムはワークステーション322を含むことができる。本発明の例示的实施形態によれば、通信ネットワーク324は、コントローラ302と配電システム330とを接続するために利用できる。例示的实施形態では、配電システム330は1つまたは複数の装置332を含むことができる。いくつかの例示的实施形態では、通信ネットワーク324は、1つまたは複数の外部ワークステーション328と通信するように構成され得る。

20

#### 【0026】

次に、図4の流れ図を参照して、統合volt/var制御(IVVC)最適化のための潮流を加速するための例示的方法400を説明する。方法400はブロック402で開始し、本発明の例示的实施形態によれば、電気ネットワークの回線上の潮流を評価するステップを含む。ブロック404で、方法400は結合可能なネットワーク回線を識別するステップを含む。ブロック406で、方法400は、識別された結合可能なネットワークノードを結合してネットワークの複雑性を軽減するステップを含む。ブロック408で、方法400は、複雑性が軽減されたネットワークに少なくとも部分的に基づいて、IVVCについての潮流最適化を決定するステップを含む。方法400はブロック408の後に終了する。

30

#### 【0027】

本発明の例示的实施形態によれば、ネットワーク内の全ての回線についての運用状態を計算することによって、電気ネットワークの回線上の潮流を評価できる。たとえば、運用状態は少なくとも電圧降下および電力損失を含むことができる。本発明の例示的实施形態によれば、識別された結合可能なネットワークノードを結合して、ネットワークの複雑性を軽減できる。例示的实施形態によれば、エンドバスを結合でき、バスおよび回線負荷をまとめることができ、および/またはまとめられた負荷内の回線損失を補てんできる。

40

#### 【0028】

本発明のいくつかの例示的实施形態によれば、結合可能なネットワーク回線を識別するステップは、1つまたは複数の規則を備える目的関数に少なくとも部分的に基づくことができる。例示的实施形態によれば、結合されるべきではない回線を識別するために、および/あるいは、無視またはまとめることができる回線を識別するために、規則を利用できる。たとえば、不適格と見なされ得る、あるいは結合されるべきではない回線と識別される回線は、あらかじめ定められた量を上回る順序付けられた結合された損失を有するあら

50



かじめ定められた数のネットワーク回線、あらかじめ定められた量を上回る電圧降下、１つまたは複数のレギュレータ、１つまたは複数の変圧器、電力バスに接続された回線、電圧バスに接続された回線、または両端が制御可能なコンデンサバンクに接続された回線のうちの１つまたは複数を含むことができる。

【００２９】

いくつかの例示的实施形態によれば、識別された結合可能なネットワーク回線を結合してネットワークの複雑性を軽減するステップは、同様の負荷タイプを結合するステップを含むことができる。例示的实施形態では、負荷タイプは定電流、定電力、および定インピーダンスのうちの１つまたは複数を含むことができる。

【００３０】

したがって、本発明の例示的实施形態は、配電システムをより小さいネットワークに簡略化できるいくつかのシステム、方法、および装置を作成することによる技術的效果を提供できる。本発明の例示的实施形態は、潮流最適化に必要な計算時間を減らすためのシステム、方法、および装置を提供することによるさらなる技術的效果を提供できる。

【００３１】

本発明の例示的实施形態では、潮流最適化処理１００および／または潮流最適化システム３００は、運用のうちのいずれかを容易にするために実行される、いくつかのハードウェアおよび／またはソフトウェアアプリケーションを含むことができる。

【００３２】

例示的实施形態では、１つまたは複数のＩ／Ｏインターフェースは、潮流最適化処理１００および／または潮流最適化システム３００と、１つまたは複数の入力／出力装置との間の通信を容易にすることができる。たとえば、ユニバーサルシリアルバスポート、シリアルポート、ディスクドライブ、ＣＤ－ＲＯＭドライブ、および／またはディスプレイ、キーボード、キーパッド、マウス、コントロールパネル、タッチスクリーンディスプレイ、マイクなどの１つまたは複数のユーザインターフェース装置は、ユーザと潮流最適化処理１００および／または潮流最適化システム３００との対話を容易にすることができる。１つまたは複数のＩ／Ｏインターフェースは、幅広い種類の入力装置からデータおよび／またはユーザ命令を受信または収集するために利用できる。受信したデータは、本発明の様々な実施形態において所望されるように、１つまたは複数のコンピュータプロセッサによって処理されてもよく、および／または１つまたは複数のメモリ装置に格納されてもよい。

【００３３】

１つまたは複数のネットワークインターフェースは、潮流最適化処理１００の接続、および／あるいは１つまたは複数の適切なネットワークおよび／またはシステムに関連付けられるいくつかのセンサとの通信を容易にする接続などの接続への潮流最適化システム３００の入力および出力を容易にすることができる。１つまたは複数のネットワークインターフェースは、外部装置および／またはシステムと通信するための、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、インターネット、セルラーネットワーク、無線周波数ネットワーク、Bluetooth（商標）（Telefonaktiebolaget LM Ericssonによって所有されている）対応ネットワーク、Wi-Fi（商標）（Wi-Fi Allianceによって所有されている）対応ネットワーク、衛星を利用したネットワーク、あらゆる有線ネットワーク、あらゆる無線ネットワークなどの、１つまたは複数の適切なネットワークへの接続をさらに容易にすることができる。

【００３４】

所望されるように、本発明の実施形態は、図１および３に示されるコンポーネントとほぼ同じものを備える潮流最適化処理１００および／または潮流最適化システム３００を含むことができる。

【００３５】

上記で、本発明の例示的实施形態によるシステム、方法、装置、および／またはコンピュータプログラム製品のブロック図および流れ図を参照して、本発明を説明した。ブロッ

10

20

30

40

50

ク図および流れ図の１つまたは複数のブロック、ならびにブロック図および流れ図におけるブロックの組合せは、それぞれコンピュータ実行可能プログラム命令によって実装できることが理解されよう。同様に、本発明のいくつかの実施形態によれば、ブロック図および流れ図のいくつかのブロックは、必ずしも提示された順序で実行されなくてもよく、全く実行されなくてもよい。

#### 【 0 0 3 6 】

これらのコンピュータ実行可能プログラム命令は、コンピュータ、プロセッサ、または他のプログラム可能データ処理装置上で実行する命令が流れ図のブロックで指定された１つまたは複数の機能を実装する手段を作成できるように、特定の機械を生産するために汎用コンピュータ、専用コンピュータ、プロセッサ、または他のプログラム可能データ処理装置にロードできる。これらのコンピュータプログラム命令は、コンピュータ可読メモリに格納された命令が、流れ図のブロックで指定された１つまたは複数の機能を実装する命令手段を含む製品を生成できるように、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置に特定のの方法で機能するよう指示できるコンピュータ可読メモリに格納することもできる。たとえば、本発明の実施形態は、コンピュータ可読プログラムコードまたはそこに実装されたプログラム命令を有するコンピュータ使用可能メディアを備えるコンピュータプログラム製品であって、前記コンピュータ可読プログラムコードが、流れ図のブロックで指定された１つまたは複数の機能を実装するために実行されるように適合されたコンピュータプログラム製品を提供できる。コンピュータまたは他のプログラム可能装置で実行する命令が、流れ図のブロックで指定された機能を実装するための要素またはステップを提供するように、一連の動作要素またはステップがコンピュータに実装された処理を生成するためにコンピュータまたは他のプログラム可能装置で実行されるように、コンピュータプログラム命令をコンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置にロードすることもできる。

#### 【 0 0 3 7 】

したがって、ブロック図および流れ図のブロックは、指定された機能を実行する手段の組合せ、指定された機能を実行するための要素またはステップの組合せ、および指定された機能を実行するためのプログラム命令手段をサポートする。ブロック図および流れ図のそれぞれのブロック、ならびにブロック図および流れ図におけるブロックの組合せは、指定された機能、要素、またはステップを実行する専用のハードウェアベースのコンピュータシステム、あるいは専用ハードウェアとコンピュータ命令との組合せによって実装することも理解されよう。

#### 【 0 0 3 8 】

本発明を、現在最も実用的と見なされるもの、および様々な実施形態に関連して説明してきたが、本発明は開示した実施形態に限定されず、逆に添付の特許請求の範囲内に含まれる様々な修正形態および同等の構成をカバーすると意図されることが理解されるべきである。本明細書では特定の用語が使用されているが、一般的小および説明的な意味で使用されているにすぎず、限定する目的で使用されているものではない。

#### 【 0 0 3 9 】

本明細書は、本発明を開示するために、また当業者の誰もがあらゆる装置またはシステムを作成および使用してあらゆる包含された方法を実行することを含む本発明の実施を可能にするためにも、最良の形態を含めて例を使用する。本発明の特許性の範囲は特許請求の範囲において定義され、当業者が想到する他の例を含み得る。そのような他の例は、それらの例が特許請求の範囲の文言と異なる構造的要素を有する場合、またはそれらの例が特許請求の範囲の文言とは実質的に差のない同等の構造的要素を含む場合、特許請求の範囲内であるとする。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 4 0 】

1 0 0 潮流最適化処理

1 0 2 潮流ブロック

10

20

30

40

50

1 0 4	回線インピーダンス（入力）	
1 0 6	予測（入力）	
1 0 8	制御設定（入力）	
1 1 0	変電所電圧（入力）	
1 1 2	トポロジ（入力）	
1 1 4	負荷（入力）	
1 1 6	様々な他の入力	
1 1 8	バス電圧	
1 2 0	仮定運用状態	
1 2 1	規則（目的関数）	10
1 2 2	複雑性が軽減されたネットワーク	
1 2 4	複雑性が軽減されたネットワークでの潮流計算	
1 2 6	最適化	
2 0 0	元のフィーダネットワーク	
2 0 2	第 1 バス	
2 0 3	第 1 回線	
2 0 4	第 2 バス	
2 0 5	第 2 回線	
2 0 6	第 3 バス	
2 0 7	第 3 回線	20
2 0 8	第 4 バス	
2 0 9	第 4 回線	
2 1 0	第 5 バス	
2 1 1	第 5 回線	
2 1 2	第 6 バス	
2 1 3	第 6 回線	
2 1 4	第 7 バス	
2 2 0	第 1 負荷	
2 2 2	第 2 負荷	
2 2 4	第 3 負荷	30
2 2 6	第 4 負荷	
2 2 8	第 5 負荷	
2 3 0	第 6 負荷	
2 5 0	簡略化されたネットワーク	
3 0 0	潮流最適化システム	
3 0 2	コントローラ	
3 0 4	メモリ	
3 0 6	プロセッサ	
3 0 8	入力／出力インターフェース	
3 1 0	ネットワークインターフェース	40
3 1 2	オペレーティングシステム	
3 1 4	データ	
3 1 8	複雑性軽減モジュール	
3 2 0	外部またはローカルデータベース	
3 2 2	ローカルワークステーション	
3 2 4	通信ネットワーク	
3 2 8	外部ワークステーション	
3 3 0	配電システム	
3 3 2	装置	
4 0 0	方法	50

4 0 2    ブロック  
4 0 4    ブロック  
4 0 6    ブロック  
4 0 8    ブロック

【図 1】

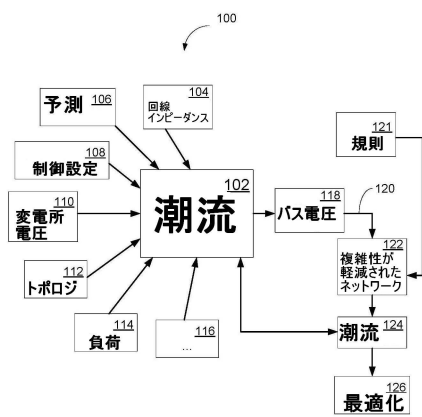


FIG. 1

【図 2】

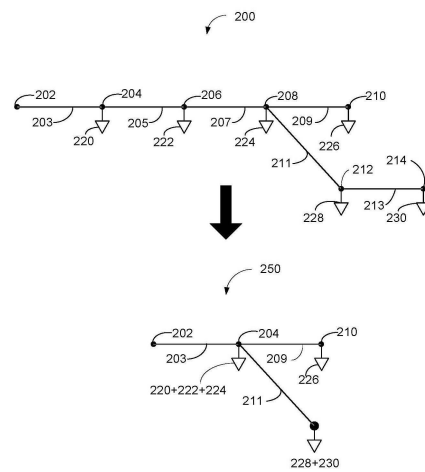


FIG. 2

【図 3】

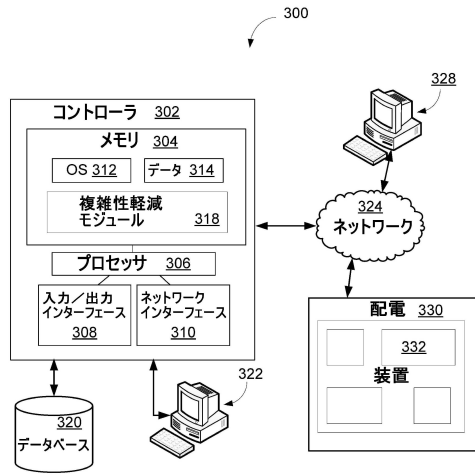


FIG. 3

【図 4】

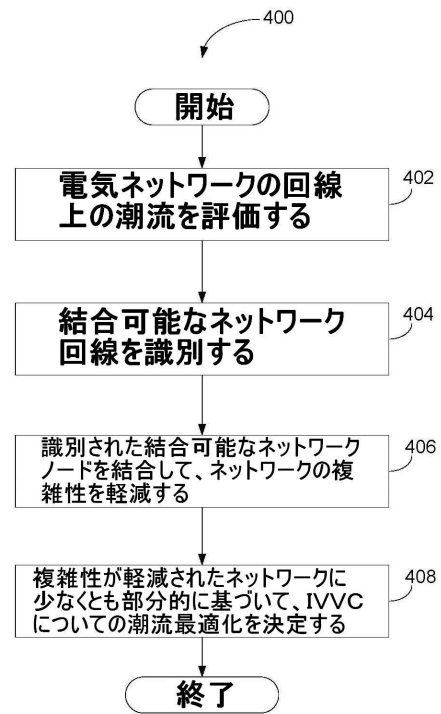


FIG. 4

---

フロントページの続き

- (72)発明者 マイケル・ジョセフ・クロック  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 ウェイ・レン  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・１２３０９、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル

審査官 緑川 隆

- (56)参考文献 特開２００７－２８８８７７（ＪＰ，Ａ）  
特開２００６－２４６６８３（ＪＰ，Ａ）  
特開２０１０－２６３７５４（ＪＰ，Ａ）  
特開２００７－３３００１０（ＪＰ，Ａ）  
特開２０００－３２４６９４（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)  
H 0 2 J 3 / 0 0 - 5 / 0 0