(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6286586号
(P6286586)

(45)発行日　平成30年2月28日(2018.2.28)　(24)登録日　平成30年2月9日(2018.2.9)

(51)Int.Cl.			F I		
H02H	9/04	(2006.01)	H02H	9/04	
H02H	7/04	(2006.01)	H02H	7/04	B
H02H	5/00	(2006.01)	H02H	5/00	１５０
H02J	3/26	(2006.01)	H02J	3/26	
H02J	3/01	(2006.01)	H02J	3/01	

請求項の数 19　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願2016-576091(P2016-576091)
(86)(22)出願日　平成27年6月11日(2015.6.11)
(65)公表番号　特表2017-518023(P2017-518023A)
(43)公表日　平成29年6月29日(2017.6.29)
(86)国際出願番号　PCT/US2015/035305
(87)国際公開番号　WO2015/191840
(87)国際公開日　平成27年12月17日(2015.12.17)
審査請求日　平成29年2月1日(2017.2.1)
(31)優先権主張番号　62/010,746
(32)優先日　平成26年6月11日(2014.6.11)
(33)優先権主張国　米国(US)

早期審査対象出願

(73)特許権者　516372239
アサター　グローバル　テクノロジーズ　リミティド　ライアビリティ　カンパニー
アメリカ合衆国，アリゾナ　８５２０７，メサ，イースト　イーグル　クレスト　ドライブ　７５６５，スイート　２０１ビー
(74)代理人　100099759
弁理士　青木　篤
(74)代理人　100092624
弁理士　鶴田　準一
(74)代理人　100114018
弁理士　南山　知広
(74)代理人　100160716
弁理士　遠藤　力

最終頁に続く

(54)【発明の名称】中電圧及び高電圧のためのサージ抑制システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

低電圧電力の消費者に電力を提供する電力網の配電システムのサージ抑制システムであって、

前記配電システムの少なくとも１つの三相システム変圧器であって、三相電力の各々の相をそれぞれ伝送する第１、第２及び第３の配電線を介して、電源から三相電力を受け取る一次側と、前記三相電力の複数の前記相のうちの各々１つをそれぞれ伝送する第４、第５及び第６の配電線を介して、三相電力を下流に供給する二次側と、を有し、前記一次側及び前記二次側は、前記三相電力を、前記一次側の第１電圧から、前記第１電圧とは異なる前記二次側の第２電圧に変換するための一次側及び二次側のコイルをそれぞれ含み、前記システム変圧器は、中電圧又は高電圧のうちの１つまで前記第１電圧を上昇させ、又は、中電圧又は高電圧のうちの１つから前記第１電圧を下降させる、

前記配電システムの少なくとも１つの三相システム変圧器と、

前記システム変圧器の前記一次側の前記第１、第２及び第３の配電線と並列に接続され、前記システム変圧器の前記一次側と物理的に間近に近接している、少なくとも第１のサージ抑制ユニットであって、前記サージ抑制ユニットは、正常な動作レベルの少なくとも１０倍を超える電圧及び／又は電流の電磁波パルス（ＥＭＰ）又は地磁気擾乱（ＧＭＤ）による１又は複数のサージに起因する、前記第１、第２及び第３の配電線により運ばれる各々の相の電圧の不均衡を補正する第１、第２及び第３の変圧器バンクを備え、前記第１、第２及び第３の変圧器バンクは、前記第１電圧で前記第１、第２及び第３の配電線によ

り運ばれる三相電力の各々の相と接続し、各々の相を受け取る、第１、第２及び第３の一次コイルをそれぞれ含み、前記第１、第２及び第３の変圧器バンクは、正常な動作レベルの少なくとも１０倍を超える電圧及び／又は電流のＥＭＰ又はＧＭＤによるサージからエネルギーを無害に排出するために、共に直列接続する第１、第２及び第３の二次コイルをそれぞれ含み及びそこに直列接続される抵抗器を有し、前記変圧器バンクは、前記第１電圧の前記三相電力を第３電圧の三相電力に変換し、前記二次コイルにおける前記三相のいずれか１つの電圧の不均衡が、前記配電システムの前記システム変圧器の前記一次側における電圧の不均衡を相殺する、前記二次コイルにおける残りの相により相殺される、

少なくとも第１のサージ抑制ユニットと、

を備える、システム。

【請求項２】

請求項１に記載のサージ抑制システムであって、前記システム変圧器の二次側の前記第４、第５及び第６の配電線と並列に接続され、前記システム変圧器の前記二次側と物理的に間近に近接している、第２の前記サージ抑制ユニットを含み、

前記第２のサージ抑制ユニットは、前記第４、第５及び第６の配電線により運ばれる各々の相の電圧の不均衡を補正する第１、第２及び第３の変圧器バンクを含み、

前記第１、第２及び第３の変圧器バンクは、前記第２電圧で前記第４、第５及び第６の配電線により運ばれる三相電力の各々の相と接続し、各々の相を受け取る、第１、第２及び第３の一次コイルをそれぞれ含み、前記第１、第２及び第３の変圧器バンクは、共に直列接続する第１、第２及び第３の二次コイルをそれぞれ含み及びそこに直列接続される抵抗器を有し、前記変圧器バンクは、前記第２電圧の前記三相電力を第４電圧の三相電力に変換し、前記二次コイルにおける前記三相のいずれか１つの電圧の不均衡が、前記配電システムの前記システム変圧器の前記二次側における電圧の不均衡を相殺する、前記二次コイルにおける残りの相により相殺される、

システム。

【請求項３】

請求項２に記載のサージ抑制システムであって、前記第１及び第２のサージ抑制ユニットは、前記第１電圧及び第２電圧とそれぞれ関連する電圧クラス及びｋＶＡに合わせた大きさにされる、システム。

【請求項４】

請求項２に記載のサージ抑制システムであって、前記第１及び第２のサージ抑制ユニットの前記第１、第２及び第３の一次コイルは、地面と接続され、地面と物理的に間近に近接しており、前記第１及び第２のサージ抑制ユニットの前記第１、第２及び第３の二次コイルは、接地されない、システム。

【請求項５】

請求項１に記載のサージ抑制システムであって、前記第１のサージ抑制ユニットの前記第１、第２及び第３の一次コイルは、地面と接続される、システム。

【請求項６】

請求項５に記載のサージ抑制システムであって、前記第１のサージ抑制ユニットの前記第１、第２及び第３の二次コイルは、接地されない、システム。

【請求項７】

請求項１に記載のサージ抑制システムであって、前記第２電圧は、中電圧である、システム。

【請求項８】

請求項１に記載のサージ抑制システムであって、前記第１電圧は、高電圧である、システム。

【請求項９】

電源から三相電力を受け取り、前記三相電力を高電圧及び中電圧で伝送し及び前記三相電力を低電圧で変換し供給する、電力網の配電システムのサージ抑制システムであって、

前記配電システムの複数の三相システム変圧器であって、前記システム変圧器は、前記

中電圧若しくは前記高電圧のうちの１つまで前記電力を上昇させ又は前記中電圧若しくは前記高電圧のうちの１つから前記電力を下降させ、前記システム変圧器のそれぞれは、三相電力の各々の相を伝送する第１、第２及び第３の配電線を介して、電源から三相電力を受け取る一次側と、前記三相電力の複数の前記相のうちの各々１つをそれぞれ伝送する第４、第５及び第６の配電線を介して、三相電力を下流に供給する二次側と、を有し、前記一次側及び前記二次側は、前記三相電力を、前記一次側の一次側電圧から、前記一次側電圧とは異なる前記二次側の二次側電圧に変換するための一次側及び二次側のコイルをそれぞれ含み、前記配電システムは、上流の前記システム変圧器の１つにより供給される前記二次側電圧を、低電圧電力消費者による使用のための前記低電圧までに下降させる、少なくとも１つの下降変圧器をさらに含む、

前記配電システムの複数の三相システム変圧器と、

複数のサージ抑制ユニットであって、少なくとも第１の前記サージ抑制ユニットは、前記システム変圧器のそれぞれの一次側の第１、第２及び第３の配電線と並列に接続され、前記システム変圧器のそれぞれの一次側と物理的に間近に近接しており、少なくとも第２の前記サージ抑制ユニットは、前記システム変圧器のそれぞれの二次側の前記第４、第５及び第６の配電線と並列に接続され、前記システム変圧器のそれぞれの二次側と物理的に間近に近接しており、前記サージ抑制ユニットのそれぞれは、前記第１、第２及び第３の配電線又は前記第４、第５及び第６の配電線を介して、正常な動作レベルの少なくとも１０倍を超える電圧及び／又は電流の電磁波パルス（ＥＭＰ）又は地磁気擾乱（ＧＭＤ）による１又は複数のサージに起因する、前記配電システムにより運ばれる各々の相における電圧の不均衡を補正する第１、第２及び第３の変圧器バンクを備え、前記第１、第２及び第３の変圧器バンクは、前記配電システムから受け取った三相電力の各々の相と接続し、各々の相を受け取る、第１、第２及び第３の一次コイルをそれぞれ含み、前記第１、第２及び第３の変圧器バンクは、正常な動作レベルの少なくとも１０倍を超える電圧及び／又は電流のＥＭＰ又はＧＭＤによるサージからエネルギーを無害に排出するために、共に直列接続する第１、第２及び第３の二次コイルをそれぞれ含み及びそこに直列接続される抵抗器を有し、前記変圧器バンクは、前記三相電力を、前記システム変圧器の前記一次側電圧又は前記二次側電圧から、第３電圧の前記三相電力に変換し、前記二次コイルにおける前記三相のいずれか１つの電圧の不均衡が、前記配電システムの前記システム変圧器の前記一次側及び前記二次側における電圧の不均衡をそれぞれ相殺する、前記二次コイルにおける残りの相により相殺される、

複数のサージ抑制ユニットと、

を備える、システム。

【請求項１０】

請求項９に記載のサージ抑制システムであって、前記第１及び第２のサージ抑制ユニットは、前記第１及び第２のサージ抑制ユニットが接続されている各々の前記システム変圧器の前記一次側電圧及び二次側電圧とそれぞれ関連する電圧クラス及びｋＶＡに合わせた大きさにされる、システム。

【請求項１１】

請求項９に記載のサージ抑制システムであって、前記サージ抑制ユニットのそれぞれの前記第１、第２及び第３の一次コイルは、地面と接続され、前記サージ抑制ユニットの前記第１、第２及び第３の二次コイルは、接地されない、システム。

【請求項１２】

請求項９に記載のサージ抑制システムであって、前記システム変圧器は、前記三相電力を、前記低電圧よりも大きい中電圧又は高電圧のうちの１つから上昇させ、又は、中電圧又は高電圧のうちの１つまで下降させる、システム。

【請求項１３】

請求項９に記載のサージ抑制システムであって、第１の前記システム変圧器の前記一次側電圧を、前記電力網の前記三相電力を生成する各々の電力生成器から受け取る、システム。

【請求項１４】
請求項９によるサージ抑制システムであって、前記電圧の不均衡は、Ｅ１、Ｅ２及びＥ３のパルスコンポーネントのうち少なくとも１つを含むＥＭＰにより生成され、前記サージ抑制ユニットは、前記電磁パルスの前記Ｅ１、Ｅ２及びＥ３のパルスコンポーネントのいずれかを相殺する、システム。
【請求項１５】
低電圧電力の消費者に電力を提供する電力網の配電システムのサージ抑制システムであって、
前記配電システムの少なくとも１つの三相システム変圧器であって、三相電力の各々の相をそれぞれ伝送する第１、第２及び第３の配電線を介して、電源から三相電力を受け取る一次側と、前記三相電力の複数の前記相のうちの各々１つをそれぞれ伝送する第４、第５及び第６の配電線を介して、三相電力を下流に供給する二次側と、を有し、前記一次側及び前記二次側は、前記三相電力を、前記一次側の第１電圧から、前記第１電圧とは異なる前記二次側の第２電圧に変換するための一次側及び二次側のコイルをそれぞれ含み、前記システム変圧器は、中電圧又は高電圧のうちの１つまで前記第１電圧を上昇させ、又は、中電圧又は高電圧のうちの１つから前記第１電圧を下降させる、
前記配電システムの少なくとも１つの三相システム変圧器と、
前記システム変圧器の前記一次側及び二次側とそれぞれ並列に接続され、前記システム変圧器の前記一次側及び二次側とそれぞれ物理的に間近に近接している、少なくとも第１及び第２のサージ抑制ユニットであって、前記第１のサージ抑制ユニットは、前記システム変圧器の前記一次側の前記第１、第２及び第３の配電線と接続され、前記第２のサージ抑制ユニットは、前記システム変圧器の前記二次側の前記第４、第５及び第６の配電線と接続され、物理的に間近に近接している、
少なくとも第１及び第２のサージ抑制ユニットと、
前記サージ抑制ユニットのそれぞれであって、いずれか一つの側の電圧の不均衡から前記システム変圧器を保護するために、正常な動作レベルの少なくとも１０倍を超える電圧及び／又は電流の電磁波パルス（ＥＭＰ）又は地磁気擾乱（ＧＭＤ）による１又は複数のサージに起因する、前記第１、第２及び第３の配電線又は前記第４、第５及び第６の配電線により運ばれる各々の相の電圧の不均衡を補正する第１、第２及び第３の変圧器バンクを備え、前記第１、第２及び第３の変圧器バンクは、前記配電システムにより運ばれた三相電力の各々の相と接続し、各々の相を受け取る、第１、第２及び第３の一次コイルをそれぞれ含み、前記第１、第２及び第３の変圧器バンクは、正常な動作レベルの少なくとも１０倍を超える電圧及び／又は電流のＥＭＰ又はＧＭＤによるサージからエネルギーを無害に排出するために、共に直列接続する第１、第２及び第３の二次コイルをそれぞれ含み及びそこに直列接続される抵抗器を有し、前記変圧器バンクは、前記配電システムから受け取った前記三相電力を、第３電圧の前記三相電力に変換し、前記二次コイルにおける前記三相のいずれか１つの電圧の不均衡が、前記配電システムの前記システム変圧器の前記一次側及び前記二次側の両方の電圧の不均衡を相殺する、前記二次コイルにおける残りの相により相殺される、
サージ抑制ユニットと、
を備える、システム。
【請求項１６】
請求項１５に記載のサージ抑制ユニットであって、前記第１及び第２のサージ抑制ユニットのそれぞれの前記第１、第２及び第３の一次コイルは、地面と接続され、前記第１及び第２のサージ抑制ユニットの前記第１、第２及び第３の二次コイルは、接地されない、システム。
【請求項１７】
請求項１６に記載のサージ抑制ユニットであって、前記システム変圧器は、前記三相電力を、中電圧又は高電圧のうちの１つから上昇させ、又は、中電圧又は高電圧のうちの１つまで下降させる、システム。

【請求項１８】
請求項１６に記載のサージ抑制システムであって、前記システム変圧器の前記一次側電圧を、前記電力網の前記三相電力を生成する各々の電力生成器から受け取る、システム。
【請求項１９】
請求項１６に記載のサージ抑制システムであって、前記電圧の不均衡は、Ｅ１、Ｅ２及びＥ３のパルスコンポーネントのうち少なくとも１つ又は全てを含む電磁パルスにより生成され、及び、前記サージ抑制ユニットは、前記電磁パルスの前記Ｅ１、Ｅ２及びＥ３のパルスコンポーネントのいずれかを相殺する、システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連出願への相互参照
本出願は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる２０１４年６月１１日に出願された仮出願第６２／０１０，７４６号の優先権を主張する。
【背景技術】
【０００２】
本発明は、電力網の中電圧及び高電圧システムのためのサージ抑制システムに関する。
【発明の概要】
【０００３】
現在のサージ抑制システムは、プラント、工場又は他の大規模システムなどの工業的設定で使用される、三相の電力供給バスの１つの側での電圧過渡現象から設備を保護するように開発されている。公知の電圧サージ抑制器において、３個の単相変圧器にはターミナルが提供されており、これらのターミナルは、電力供給バス上の各単相電源にヒューズ遮断器を介してそれぞれ接続されている。このサージ抑制器は、影響を受ける三相回路と接続された設備に深刻な損害を与え、設備を破壊する可能性があり又はプラント全体に停電をもたらす可能性がある、電圧過渡現象から保護する。サージ抑制回路は、いかなる設備の電力バス上でサージ及び故障プロテクタとして動作する。サージ抑制システムは、一般に、約１から３アンペアのチャージ電流を有し、約１０００フィート（約３０５メートル）のバスダクトに給電する２０００から３０００ＫＶＡの非接地のデルタ電力変圧器で動く４８０ボルトの配電システムとともに使用できる。このチャージ電流は、当分野の文書により決定される実際のアンペアよりも通常は２アンペアを超えるのみであって、この変動は、給電ケーブル及びバスダクトの長さ、電気モータの数及びサイズ、任意の一定時間で動作する力率補正コンデンサによるものである。より典型的には、抵抗接地回路は、接地問題を防止するのを助けるため、常にこのチャージを地面に流す。公知のサージ抑制器は、バスバーに接続され、このエネルギーを地面に流さないが、このチャージエネルギーを使用して地面に対する相電圧を安定化及び平衡化するのを助ける。
【０００４】
この公知のサージ抑制器は、施設レベルで電力供給バスに接続されている設備内に設置され、設備を保護する。しかし、工業用バスバー電力供給システムの外部に離れて配置されているグリッド（網）上の中高電圧電気システム用のサージ抑制システムが必要とされている。
【０００５】
電力網は、電力生成器、変圧器、送電線及び配電線及び制御器として総称される多くのコンポーネントから構成される。電力生成器は、石炭、天然ガス、核分裂、水力、太陽、風などの多くの形式のエネルギーによって駆動される。電力が約６，０００ボルトの比較的低い電圧で生成されると、数マイルの高圧線（送電線）で電気をより効果的に配電することを可能にする、大電力トランス（ＬＰＴ： Ｌａｒｇｅ Ｐｏｗｅｒ Ｔｒａｎｓｆｏｒｍｅｒ）を使用して高電圧（多くの場合、数十万）に昇圧される。電気が使用される一般的な領域に達すると、サブ／ディストリビューションステーションで最終電圧に近づいて降下する。配電線は、使用する建物に配電する前に、路側電柱及び最終の変圧器の地

下に近い低電圧の電気を運ぶ。

【０００６】

本発明は、既存の位相加算回路製品を改良し、より高い電圧に耐えて、遠隔設定からの監視と通信を提供し、より堅牢な設置プラットフォームを提供することができるように、これらの構造に電力を送る前に住宅及び工業施設にグリッドレベルの保護を提供するように設計され、当該システムのサージ保護装置を並列に構成して電力を上げ下げする必要がある電力システムの両側のグリッドレベルのアプリケーションを保護する、サージ抑制システムである。

【０００７】

中電圧又は高電圧のシステムでは、本発明は、大規模で急速なエネルギー「ドレインオフ」を処理し、高電圧／高磁束からの干渉を防ぎ、遠隔の性能管理を可能にし、物理的な攻撃及び重大な過電圧から必要に応じて保護を強化することを可能にする。本発明が重要なグリッドインフラストラクチャと並行して設置される場合、グリッドのコンポーネントは以下から保護される。

【０００８】

過渡現象：　インパルス性の過渡現象は、ほとんどの人々が、サージ又はスパイクを経験したと言ったときに言及しているものである。インパルス性の過渡現象を説明するために、バンプ、グリッチ、電力サージ、スパイクなど、さまざまな用語が使用されている。インパルス性の過渡現象の原因には、落雷、接地不良、誘導負荷の切替え、ユーティリティ障害解除、及び静電放電（ＥＳＤ）が含まれる。その結果は、データの損失（又は破損）から設備の物理的損傷までの範囲に及ぶ可能性がある。これらの原因のうち、落雷がおそらく最も損害を与える。本発明のサージ抑制装置は、そのような過渡現象に対してグリッドレベルの保護を提供する。

【０００９】

中断：　供給電圧又は負荷電流の完全な損失として中断が定義される。中断の原因はさまざまだが、大抵は電気供給グリッドの種々の損害、例えば、落雷、動物、樹木、車両事故、破壊的な天候（強風、ライン（線）上に大雪又は氷など）、設備障害又は基本回路ブレーカのトリップなどの結果によるものである。ユーティリティインフラストラクチャは、これらの多くの問題を自動的に補うように設計されているが、これは絶対確実というわけではない。

【００１０】

サグ／過小電圧：　サグは、０．５サイクル～１分の時間の間隔の一定周波数でのＡＣ電圧の低下である。サグは通常、システム障害によって引き起こされ、また、多くの場合、大きな起動電流で負荷をスイッチオンした結果である。

【００１１】

スウェル／過電圧：　スウェルは、サグの逆型であって、０．５サイクル～１分間の間にＡＣ電圧の上昇を有する。スウェルの場合、高インピーダンスのニュートラル接続、突然の（特に大きな）負荷低減及び三相システムでの１つの相の故障が一般的な原因である。

【００１２】

周波数変動：　オフセット、ノッチング、ハーモニクス（高調波）及びインターハーモニクス（次数間高調波）などのあらゆる種類の周波数問題がある。これらは、エンドユーザの電力システムで主に発生するすべての条件である。これらの変動は、負荷からのハーモニクスがより小さいＹ字型システムであることから起こる。大規模な相互接続されたグリッド障害につながる可能性のある高周波変動は、太陽や敵の攻撃からくるかもしれない。重要なインフラストラクチャコンポーネントの一部のみが損傷しても、停電が長期化したり、隣接装置に付随する損傷をもたらしたりする可能性がある。太陽フレアは、程度と方向が変化する自然現象である。この「太陽の天気」は、太陽の表面から太陽系全体にわたってあらゆる方向に送られる。これらのフレアは大量の磁気エネルギーを含んでおり、地球にどのように当たるかによって、表面にある部品が損傷したり、惑星の磁気コアの特

性が一時的に変化したりすることがある。いずれにせよ、大きな割合の直接的な打撃は、設備の故障を引き起こし、地域全体を停電させる可能性がある。電磁波パルス（ＥＭＰ）は同様の方法で使用することができるが、高度の核爆発の形で敵の戦闘員によって指示されることができる。オハイオ州シンシナティで起こる爆発は、米国世帯の７０％を停電させる可能性がある。大電力変圧器又は電力生成器の損傷は、修理に数ヵ月かかることがある。核爆発の高周波擾乱は、オペラ歌手の声がガラスを壊すように、保護されていないコンポーネントを破壊する可能性がある。各擾乱の強度は、ソースに依存するが、本発明のような相電圧安定化システムを使用することによって、それぞれを効果的に緩和することができる。

【００１３】

現在のサージ抑制技術は、配電システムの施設側でこれらの障害に対処して、施設内の設備を直接的に保護し、またグリッドレベルでも保護しようと試みるが、これらの技術はこれらの擾乱から保護する上で欠点を有する。

【００１４】

公知のサージ抑制技術の一例として、コンデンサはより薄い絶縁層によって分離された薄い導体である。コンデンサは電流と電圧の設計定格を有する。この定格を超えていない場合は、通常１０から１５年間動作する。ある高電圧スパイクは、コンデンサの壊滅的な故障を引き起こす可能性がある（通常はそうなる）。４，０００の力率補正コンデンサを有する工場では、高調波電流又は高電圧スパイクのために毎年３００～５００個のコンデンサが故障することは珍しくない。

【００１５】

別の例では、ＳＰＤ（サージ保護装置）は、様々なサイズで構成された固体素子である。コンデンサのように、電流及び電圧が定格である。ＭＯＶ（金属酸化物バリスタ）に多くの低レベル電圧スパイクがぶつかると劣化し、ＭＯＶが破壊されると「クランプ電圧」が上昇し、保護するために設置された設備を保護しなくなるまでクランプ電圧が上昇し続ける。電圧スパイクが定格電圧を超えてＭＯＶに達すると、地面に数千アンペアの電流が流れ始め、地上システムにノイズが発生し、ＳＰＤ内で非常に高い熱が発生する。事象が数百万分の１秒より長い場合、ＭＯＶは破壊される可能性があり、保護するために設置された設備を保護しなくなる。

【００１６】

さらに、ファラデーケージは、何年もの間、工場内のコンピュータハードウェア及び機密データ並びにいくつかの政府及び軍用建物を収容し保護するために使用されてきた。それらは最近、太陽フレア、雷、ＥＭＰパルスの問題の解決策とうたわれてきた。しかし、ほとんどの建物は金属製の筐体内に建てられておらず、筐体を適切に設計して建設するのは困難で高価である。ほとんどの自動車、トラック、電車、飛行機は金属で完全に囲まれているが、これらいずれかの事象からの保護はない。設計上、金属製の筐体は、敏感な電気設備を包囲して遮蔽し、地面に排出することによってエネルギーを除去することに重きを置くので、適切で堅固な接地接続を有さなければならない。電力会社は、いくつかのグリッドタイ・サブステーションでファラデーケージ設計を使用する。それらは非常に大きく、高価である。

【００１７】

グリッド／大電力トランスに対する最大の脅威は、電磁パルス（ＥＭＰ： Ｅｌｅｃｔｒｏｍａｇｎｅｔｉｃ Ｐｕｌｓｅ）又は地磁気擾乱（ＧＭＤ： Ｇｅｏｍａｇｎｅｔｉｃ Ｄｉｓｔｕｒｂａｎｃｅ）の存在であり、後者は太陽フレアとして発生し、前者は敵の兵器によるものである。どちらの脅威でも、オーバーワークの大電力トランスが電力で飽和し、変圧器が燃え尽きる原因となる可能性がある。ＥＭＰでは、飽和が１秒未満で発生する可能性があるため、検出システムは役に立たない。

【００１８】

ＧＭＤは損害を発生させるのがより遅いので、検出システムが変圧器の負荷を低減することができ、それによってＧＭＤ事故を乗り越えることが可能となる。このブラウンアウ

ト又は一時的なブラックアウト状態は、太陽風の程度に応じて数分、数時間又は数日間続く可能性がある。１８６９年のキャリントン事象の場合、地球は太陽磁気エネルギーで約１ヶ月たたきつけられた。グリッドは適切に管理されていれば、そのような事象を乗り切ることができるが、長い間電力なしになることは市民にとって受け入れがたいであろう。

【００１９】

単純に、大電力トランスは、ファラデーケージのような古い技術を用いて保護されることはできない。大電力トランスをサブステーションに接続する何百マイルものワイヤーは、アンテナのような働きをし、ファラデーが役に立たないような効率でＥＭＰを取り入れる。サージ保護装置は、数百万分の１秒で発生するＥＭＰを阻止する程には十分速くなく、又は、伝送レベルで発生する大量の電子の流れを大電力トランスに電流を流すことなく処理して非保護のシステムと最終的には同じ効果を有するようにする程には、十分速くはない。接地システムは、余剰電流をＥＭＰから地上の接地プローブ又はマットに送るよう試みるが、余分なエネルギーは接地バスを介して電力システムに戻る可能性があり、焼損の原因ともなる可能性が高い。

【００２０】

本発明は、グリッド上の複数の場所に接続されたサージ抑制ユニットのシステムであって、そのような擾乱が施設レベルの設備に到達する前に様々な擾乱に対してグリッドレベルの保護を提供するシステムに関する。本発明の効果は、グリッドレベルのアプリケーションを保護する上で重要である。本願の独特なアプリケーション及び設計によって、本発明のサージ抑制ユニットは、大きな電圧及び電流スパイクがグリッドに影響を与えることを効果的に防止する。さらに、サージ抑制ユニットには、ほとんどのユーティリティ操作で必要とされる診断機能及び遠隔報告機能を提供するさまざまな統合機能が含まれる。そのため、サージ抑制ユニットは、自然地磁気障害（太陽フレア）、極端な電気事象（雷）、人為的事象（ＥＭＰ）及び電力網上のカスケード障害などの主要な事象からグリッドレベルのコンポーネントを保護する。本発明はまた、アーク放電に対し重要な保護を提供し、「通常の」グリッド動作に存在する電圧ハーモニクスを低減する。

【００２１】

本発明のサージ抑制ユニットの報告機能は、しばしば遠隔又は隔離された設定にある媒体及び高圧システムを保護するために特有である。地方の低電圧設備及びインフラストラクチャを保護するために設計された装置とは異なり、サージ抑制ユニットからのリアルタイム診断報告は、それが効果的に動作し、そして米国の電力網のような電力システムを保護するために必要とされる継続的な保護を提供していることを保証するために、重要である。

【００２２】

説明したように、様々な既知の技術（例えば、ＭＯＶ、ファラデーケージ、ヒューズ切断を用いて設計された類似の装置でさえも）は、電圧不均衡を補正しようとする。これらの装置は、かなりの電圧が印加されたときのグリッドレベルでの電圧要件又は「バーンアウト」する電圧要件に対してスケーラビリティを提供しない。これらの技術は、報告、遠隔診断、アーク放電及び局所的な電圧超過などの付随的な危険からの保護を提供しない。本発明のサージ抑制システムは、これらの利点の各々を提供し、様々なグリッドレベルのアプリケーションについても完全に拡張性がある。

【００２３】

本発明の他のオブジェクト及び目的、及びそれらの変形は、以下の明細書を読み、添付の図面を確かめることによって明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１Ａ】電力供給網の様々な場所で電力網インターフェースに接続されたサージ抑制ユニットのシステムを有する電力網インターフェースの概略図。

【図１Ａ－１】図１Ａの続きである。

【図１Ｂ】送電網を示す図１の部分拡大図。

【図１Ｃ】配電網を示す図１の部分拡大図。
【図２】典型的な故障状態を示す図。
【図３】グリッドレベルにおけるグリッドレベルコンポーネント（例えばサブステーション）の保護シナリオ（２０）を図式的に示す図。
【図４】図３の完全なユニット（２１、２２及び２３）として参照されるシャント接続された三相変圧器バンクを構成するサージ抑制ユニット（３０）を示す図。
【図４－１】図４の続きである。
【図５】遠隔監視システムを示す図。
【図６】Ｅ１　ＥＭＰパルス成分を受けた場合の三相回路に設置されたサージ抑制ユニットのテスト結果を示すグラフ。
【図７】Ｅ２　ＥＭＰパルス成分を受けた場合の三相回路に設置されたサージ抑制ユニットのテスト結果を示すグラフ。
【図８】Ｅ３　ＥＭＰパルス成分を受けた場合の三相回路に設置されたサージ抑制ユニットのテスト結果を示すグラフ。
【図９】脅威パルスを除去したＥ３　ＥＭＰパルス成分を受けた場合の三相回路に設置されたサージ抑制ユニットのテスト結果を示すグラフ。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
特定の用語は、以下の説明において便宜及び参照のみのために使用され、限定するものではない。例えば、「上向き」、「下向き」、「右向き」及び「左向き」という単語は、参照される図面の方向を指す。「内向き」及び「外向き」という単語は、配置の幾何学的中心及びその指定された部分に向かう方向及び離れる方向をそれぞれ指す。前記用語は、具体的に言及された単語、その派生語、同様の意味の単語を含む。
【００２６】
図１Ａ～１Ｃを参照すると、汎用配電システム１０が示される。汎用配電システム１０は、個々の消費者に施設レベルで電力を供給するグリッドレベルの様々な電力システムのコンポーネントを開示する。本開示の目的において、施設レベルは、住宅及びアパートメント等の住宅施設、及び、工業用施設及び工場施設等を含む。これらの構造は、様々な種類の電力消費装置又は電力消費者を含み、例えば、様々な種類の設備、モータ及び電気器具を含む。また、スタンドアローン型電力消費装置、例えば道路の信号機及び他の電力消費者は、電力網によって電力が供給される。
【００２７】
より詳細には、配電システム１０は、高電圧及び超高電圧レベルの送電網１１と、中電圧の配電網１２とを含み、次に施設レベルでより低い電圧を住宅、工場等に供給する。図１Ｂは、超高電圧で電力を生成する様々な電力供給源、例えば、石炭プラント、原子力プラント及び水力発電プラントを示す。これらは、昇圧変圧器１３を介して超高電圧送電網１４に電力を供給してもよい。超高電圧送電網１４は、変圧器１６のネットワークを介して高電圧網１５に接続してもよく、高電圧網１５は、変圧器１７のネットワークのそれぞれを介して、工業用発電所、工場又は中規模の発電所等の様々なグリッド施設に接続される。一般に、中電圧は、典型的には配電網に運ばれる１０ｋＶ～２５ｋＶの範囲又はそれ以上を指し、生成電圧を含めてもよく、高電圧は、送電網に存在し得る１３２ｋＶ～４７５ｋＶの範囲を指し、また、超高電圧は、典型的には送電網に運ばれる５００ｋＶ～８００ｋＶの範囲にある。これらのグリッドレベル電圧は、施設又は他の同様の構造に存在する低電圧よりもはるかに高い。
【００２８】
次に、送電網１１は、変圧器１８のネットワークを介して中電圧の配電網１２（図１Ｃ）に接続してもよい。次に、住居向けの配電網１２は、都市電力プラント、工業用消費者、太陽光発電所、風力発電所、農業農地、地方の住宅ネットワーク又は都市住宅向けネットワーク等の様々な施設を含めてもよい。様々な変圧器１８は、配電システム１０のこれらのコンポーネントを相互接続するように提供される。一般に、本発明は、配電システム

１０の様々な場所に設置されるサージ抑制システムに関する。サージ抑制システムは、グリッドレベルのサージ抑制を提供することにより、配電システム１０から電力が供給される様々な施設を保護する。これらの様々な変圧器は、様々な種類及び構成のものでもよく、例えば、昇圧変圧器、降圧変圧器、サブステーションに設置されたサブステーション変圧器又は個々の顧客に供給するための配電変圧器等である。

【００２９】

本発明は、電圧サージ抑制ユニット２０のシステムに関し、この電圧サージ抑制ユニット２０は配電網１０上の様々な場所に設置されて種々の設備に三相でグリッドレベルの保護を提供し、この種々の設備はこのような配電網１０から電力を受信し又は配電網１０へ電力を供給するものである。図３は、参照番号２１、２２及び２３により、図３において互いに区別される複数のサージ抑制ユニット２０のシステムを概略的に示す。これらのサージ抑制ユニット２１、２２及び２３は、特定の設置場所及びそれらの場所で配電システム１０内に存在する電圧レベルに合わせた大きさにされる。一般に電力網は、上述した様々な変圧器を使用し、図３の代表的なグリッド変圧器２４は、送電網１１又は配電網１２で使用される様々な変圧器のうちの１つである。変圧器２４は、例えば生成プラントから又はグリッド変圧器２４への電力を供給する３つの電力線２５Ａ、２５Ｂ及び２５Ｃと接続される一次側コイル２４Ｐを含む。変圧器２４は、電力網の下流のコンポーネントに電力を供給するための送電線２６Ａ、２６Ｂ及び２６Ｃと接続する二次側コイル２４Ｓを含む。例示的な実施形態において、変圧器２４は、生成側の電力線２５Ａ、２５Ｂ及び２５Ｃから受け取った６ｋＶから、グリッド電力線２６Ａ、２６Ｂ及び２６Ｃに供給される３００ｋＶまでに電力を上げる。一次側及び二次側の変圧器２４の電圧は、電力網内の場所によって変化させることができ、電圧レベルが中電圧又は高電圧となり得ることが理解されるだろう。

【００３０】

サージ抑制ユニット２１は、生成電力線２５Ａ、２５Ｂ及び２５Ｃと、一次側コイル２４Ｐとに接続し、上述した様々な過渡状態から保護することにより、一次コイル２４Ｐと、上流の電力生成器と、任意の上流のグリッドコンポーネント及び設備とを保護する。次に、サージ抑制ユニット２２は、グリッド又は送電線２６Ａ、２６Ｂ及び２６Ｃと、二次側コイル２４Ｓとに接続し、上述した様々な過渡状態から保護することにより、二次コイル２４Ｓと、下流の送電線２６Ａ、２６Ｂ及び２６Ｃと、接続された任意のグリッド設備及びコンポーネントとを保護する。また、サージ抑制ユニット２３は、４８０Ｖユニット又はシステム回路及びロジックを保護するのに適した他の電圧レベルであってもよい。

【００３１】

図４を参照すると、サージ抑制ユニット２１、２２及び２３の各々は、一般に、直列でシャント接続された三相変圧器バンク３１、３２及び３３を備えるサージ抑制ユニット設計２０（図４）の設計を使用することができる。三相変圧器バンク３１、３２及び３３は、相中性電圧の不均衡を自身に送り返すことにより、及び／又は、図４に示すシステムの二次側に配線された集積抵抗器バンクの不均衡を排除することにより、相中性電圧の不均衡を補正するように設計されている。変圧器バンク３１、３２及び３３は、電力網内に存在し得る中電圧又は高電圧で、システムの送電線Ｌ１、Ｌ２及びＬ３のうちの１つとそれぞれ接続し電力を受け取る一次コイル３１Ｐ、３２Ｐ及び３３Ｐを含む。また、一次コイル３１Ｐ、３２Ｐ及び３３Ｐは、地面３４と接続（接地）している。送電線Ｌ１、Ｌ２及びＬ３は、例えば、送電線２６Ａ、２６Ｂ、２６Ｃ（図３）と接続され及び図４に示す電力生成器及びメガ変圧器により供給されてもよく、又は、図３の例で送電線２５Ａ、２５Ｂ、２５Ｃと接続されてもよい。

【００３２】

また、変圧器バンク３１、３２及び３３は、共に直列接続する二次コイル３１Ｓ、３２Ｓ及び３３Ｓをそれぞれ含み及びそこに直列接続される抵抗器３５を有する。直列接続された抵抗器３５は、意図的又は自然発生的に生じた電力ダウンの間のノイズフィルタリング及びエネルギーの放電路の両方を提供する。また、抵抗器３５は、アーク放電はシリー

ズ現象なので、アーク放電を防止するためにシステムエネルギーを排出するのに役立つ。故障中に残りの相を保持することにより、電圧の蓄積が形成されず、放電事象を発生させることなく単に回路を開けることで回路を保護することができる。この向上した安定性は、よりクリーンな電子の流れを確保し、コンポーネント及び人員等にとって流れをより安全にする。言い換えれば、サージ抑制ユニット３０は、「負荷」側の電圧を平衡化する。放電は本来「ソース」側にあるので、アークの向こう側の電圧が最小であり、アークは抑制されるだろう。

【００３３】

サージ抑制ユニット２０の各々は、送電線Ｌ１、Ｌ２及びＬ３の各々からの電力を調節する回路遮断器３６を使用する。回路遮断器３６は、瞬時にリセットするようにプログラムされることができ、中電圧及び高電圧の要件を拡張することができる。また、回路遮断器３６は、サージ抑制ユニット２０の設置及び交換のために手動で操作してもよく、又は、サージ抑制ユニット２０の手動切換を提供する別のスイッチ装置が含まれ得る。ユーティリティ団体の要件によっては、重大な過電圧が発生すると、追加の保護が、金属酸化物バリスタ（ＭＯＶ）の形で二次回路として直列に接続することができる。

【００３４】

この構成により、サージ抑制ユニット２０は、クリーンに相シフトされた電流を最も低い相電圧を有する相に押し込むことで、地面に対する相電圧を平衡化する。コンポーネントは、単相変圧器３１、３２及び３３であることが好ましく、恒久的な解決において、使用される特定のサージ抑制ユニット２０の電圧クラス及びｋＶＡに合わせた大きさにされる。電圧の仕様は、サージ抑制ユニット３０の各々をその設置場所にとって適切な大きさにするために必要とされる適切な巻数比を決定する。３つの変圧器３１、３２及び３３の全ては、各相間でのアーク発生又は磁束を防止するため、ＩＥＥＥ規格により互いに間隔が空けられている。特定の要件によって、本発明のサージ抑制ユニット２０は、オイル／冷媒に浸漬した抵抗器バンク３５及びオイル冷却した変圧器３１、３２、３３を備える地下設置を活用してもよい。これらのオプションは、より狭い間隔（より小さなフットプリント）を許容し、より機械的ではないこと又は自由な空気冷却を要求する。また、これらのオプションは、戦闘地のラインから設備を除外することもある。

【００３５】

設置の際、サージ制約ユニット２０の各々は、例えば、図３に示すように、電力システムと並列に配線される。さらに、サージ抑制ユニット２０、例えば図３のユニット２２は、サージ抑制ユニット２０からそれと接続した他の電力コンポーネントまでに拡張する拡張した保護を提供するために、電力変圧器２４の二次側２４Ｓから下流の変圧器の一次側までを保護する。例えば、サージ抑制ユニット２０は、大電力トランスの二次側から次の降圧変圧器の一次巻線までを保護する。追加的なサージ抑制ユニット２０は、配電変圧器の二次側から始まり次の変圧器等の一次側に至るまでの降圧型電力システムの次の部分に設置されることもある。サージ抑制ユニット２０の各々は、変圧器のフックアップ電圧及びＶＡレートで動作するように設計され及び構成され、異なる大きさ及びレートのサージ抑制ユニット２０が、設置場所に応じて電力網に設置されることで保護するように設計される。また、この拡張した保護は、生成ソースから、図３のサージ抑制ユニット２１により保護される一次変圧器２４の一次側２４Ｐまでに当てはまる。全ての接続されたコンポーネントは、保護され、本発明のサージ抑制ユニット２０は、下流のアクティビティ又はライン上で直接的に引き起こされた不均衡を安定化させるだろう。

【００３６】

さらに、電力システムは、サージ抑制ユニット２０に接続するため、スイッチを切る必要はないだろう。回路遮断器３６又は他の適切な切断装置３６ａは、ユーティリティの架線作業員がシステムに入れるサージ抑制装置２０をホットタップして、次に、切断スイッチ３６ａを使用して各々のサージ抑制ユニット３０を取り扱うように、手動で操作されることができる。

【００３７】

サージ抑制ユニット２０のシステムは、エネルギーをより効率的にする電力電流を合理化するため、電力調整製品（例、コンデンサ３７）をオプションとして導入することにより、力率補正（ＰＦＣ： Ｐｏｗｅｒ Ｆａｃｔｏｒ Ｃｏｒｒｅｃｔｉｏｎ）を提供する。

【００３８】

また、好ましくは、サージ制約ユニット２０（図４）は、好ましくは電力センサを含む１又は複数の適切なセンサ３８を含む。センサ３８は、センサ３８を検出し監視するための制御システム３９と接続する。また、制御システム３９は、図５のデータディスプレイ４０に示すように、遠隔（ウェブベース）診断機能及び報告機能を含めてもよい。データディスプレイ４０は、コンピュータターミナルなどを介して、ユーティリティの要員が監視するため、様々なサージ制約ユニット４０から離れて配置されてもよい。データディスプレイ４０は、好ましくは、事前に通信されオフサイトの場所から監視され得る障害（不均衡）に関する情報を示す。データディスプレイ４０は、様々な種類のデータを表示することができるいくつかのディスプレイグラフ４１、４２、４３及び４４を含む。このリアルタイムのステータス報告は、以下に限定されないが、これらを含む有意な情報及びデータを提供する。

【００３９】

相ごとの電圧

【００４０】

相ごとのアンペア

【００４１】

相ごとの高調波

【００４２】

オイル／冷媒の温度

【００４３】

接地故障インジケータ（相及び各発生の重要度ごと）

【００４４】

制御システム３９は、複数の遠隔地に対応するユーティリティを動作させるようにカスタマイズ可能なアラームであって、各データポイントのアラームを含めてもよい。これは、無人及び／又は遠隔設定におけるグリッドレベルの電力サブステーションにとって重要である。過去の傾向分析及び特定の検索能力の両方を可能にするように、過去の追跡及び参照のために制御システム３９内のデータ記憶手段を用いて、各データポイントがキャプチャされ、記憶され、及び、維持されることができる。

【００４５】

本発明は、電圧に着目して、上記の５つの共通の電力問題のそれぞれについて説明する。過渡は、定期的に発生する短時間の電圧スパイクであり、ほんの数回のサイクル続くことがある。本発明のシステムは、同じ波形の余剰電圧を取って、変圧器３１、３２及び３３を介して、電磁的に同じ強度で自身に戻してもよい。電力分析器を用いてでも、ラインに直接配置された擾乱が、完全に軽減されることが分かるだろう。

【００４６】

中断には多くの原因があるが、システムが電力を失うと損害は短時間に発生し、モータは接続した負荷に不適切な電圧を送る小さな生成器に変化して徐々に縮小していく。本発明のシステムは、持続的な電力損失を阻止することができないが、変圧器３１、３２及び３３及び抵抗器３５の相互作用が原因で停電が発生した場合には、ソフトランディングすることにより、負荷に対する損害を防止する。

【００４７】

本発明は、電圧の不安定性の悪影響、例えば、サグ、スウェル又はグリッドレベルの過小／過電圧を軽減させるだろう。変圧器３１、３２及び３３の一次側３１Ｐ、３２Ｐ及び３３Ｐと、隣接する二次側３１Ｓ、３２Ｓ及び３３Ｓとは、常に電圧の差異を安定させる。持続的なスウェルがある場合、余剰電力は、害を及ぼさずに、システムの二次側に直列

接続された統合抵抗器バンク３５に排出される。

【００４８】

波形及び周波数の変化は、巨大な磁力からのライン上のノイズとして最もよく説明されるかもしれない。これらの磁力がグリッドにヒットすることは、生成器、変圧器、自動タッピング装置及び接続された負荷の至る所に害を及ぼし得る。敵対的なＥＭＰからの高周波ノイズは、通常は６０Ｈｚの電子の流れを、インフラに大混乱をもたらす電子の流れに変化させる。このような敵対性の重要度又は近接度によって、損害は、エンドユーザの電子機器の損失から、ユーティリティ生成プラント又は電力変圧器の固定子の加熱までの範囲に及ぶ可能性がある。本発明のサージ抑制ユニット２０は、６０Ｈｚ範囲を上回る又は下回る任意の周波数を抑制する、ゲートキーパーとして動作し得る。本発明のシステムがない場合においてグリッドコンポーネントへの損害が瞬間的に発生しうるが、このシステムは６０Ｈｚの波形上でのみ動作するので、違反の正確な速度で、不適切な波形を統合抵抗器バンク３５へ一掃する。したがって、本発明は、仕様外の擾乱を正し、毎日のアクティビティを調和させる。

【００４９】

本発明のシステムは、従来のサージ抑制装置よりも有意な利点を提供する。例えば、本発明のシステムは、グリッドシステム保護の対象アプリケーションを用いて、中レベル及び高レベルの電圧用に設計される。多くの従来のサージ抑制装置は、例えば、懸念される「カスケード」問題又は追加的なソースが存在しない自己完結型の工業用又は住居用設定などの低電圧システム用に設計されていた。本発明は、電力網の固有の要求に対応することができる。

【００５０】

さらに、サージ抑制ユニット２０の各々は、単一の装置を保護するだけではない。サージ抑制ユニット２０の各々は、電力網の適切な場所に並列に接続されてグリッドレベルのサブステーション、配電システム及び生成プラントの両側を保護する。図３は、個々のサージ抑制ユニットにより拡張された保護の典型的な図示を提供する。

【００５１】

さらに、サージ抑制ユニット２０の回路遮断器３６及び切断器３６ａの提供は、本発明が、中電圧網及び高電圧網のシステム及び施設に拡張され、設置又は交換時に各ユニット２０をホットタッピングすることを容易にする。また、サージ抑制ユニット２０は、重大な過電圧に特定のグリッドレベルの保護を加えるため、二次回路として直列接続可能な金属酸化物バリスタを含めることができる。

【００５２】

より詳細には、この設計によるサージ抑制装置は、注入を介して直接的にライン上の波長／形状及び周波数を変化させるＥＭＰを表す条件の下において、定義された電圧レベルでテストされてきた。このテストは、グリッドレベルの保護を表すためにＭｉｌ－ｓｐｅｃ　１８８－１２５－１及びＭｉｌ－Ｓｔｄ－２１６９テスト規格と設備とを使用して、抵抗性及び誘電性の負荷で実施された。数千ボルトは、上記のサージ抑制ユニット２０により設計されたサージ抑制ユニットと、接続された電力システムであって、複数の個々のテスト事象ごとに脅威パルスが特定され、固定され、急激に減少される、電力システムとに注入された。図６は、そのようなテストからのテストデータを表す。

【００５３】

一般に、核生成ＥＭＰなどのＥＭＰに関して、このようなパルスには、共通に指定される３つのパルスコンポーネント、Ｅ１、Ｅ２及びＥ３を含むことが考えられる。Ｅ１コンポーネントは、最短と考えられ、電気システムに高電圧を誘導することができる。Ｅ２コンポーネントは、電磁的パルスの開始後に短時間で始まり、その後すぐに終了する中間パルスである。このパルスは、落雷と同様であるが、より小さな強度であると考えられる。Ｅ３パルスコンポーネントは、より長く及びより遅く、太陽フレアと最も類似すると考えられる。Ｅ３パルスコンポーネントは、核ＥＭＰ又は太陽フレアのいずれによって生成されるにせよ、扱いが最も厄介なコンポーネントであり、現行の技術は、Ｅ３パルスコンポ

ーネントを対処せず、グリッドシステムを適切に保護しない。

【００５４】

本発明のＥＭＰテストにおいて、サージ抑制ユニット２０は、全ての３つのパルスコンポーネント、即ち、Ｅ１、Ｅ２及びＥ３を対処し、これらから保護することが示されている。サージ抑制は、ＥＭＰパルス脅威を百万分の１秒以内に瞬時にクランプし、脅威の重要度を安全レベルまで軽減させる。例えば、ユニットは、Ｅ１パルスを瞬間的に軽減し、１．３マイクロ秒以内に脅威を除去し、ユニットは、Ｅ２パルスを瞬間的に軽減し、０．００２秒以内に相を「正常」に戻し、また、ユニットは、Ｅ３パルスを瞬間的に軽減し、０．００２秒以内に相を「正常」に戻した。当該装置は、全てのテストを通じて動作し続け、何の損害も受けなかったので、複数のＥＭＰ事象の間中、設置され、実行することができる。

【００５５】

図６は、パルスコンポーネントなどを再作成してテスト条件の下で注入された注入Ｅ１パルスに対する３つの相とこれらの反応のテスト結果の図的表現を表す。このグラフは、マイクロ秒で計測された時間におけるシステムの相で検出されたキロアンペア（ｋＡｍｐ）を、時間０のパルス開始時と比較する。図６は、時間－１．０から３．５マイクロ秒までのＥ１パルス注入テストを示す。このサージ抑制ユニットは、三相回路と接続され、正常な動作条件の下でのシステムは、負荷６０００ワットで４８０ボルトのオペレーティングシステムであった。このテストは、Ｅ１波形をシミュレートするために、１５００アンペアで２０，０００ボルトを注入した。脅威パルス８０の波高は、単相で１５００アンペア（１．５ｋＡ）近くに達し、１．９マイクロ秒間持続した。脅威パルス８０は、オペレーティングシステムに注入され、突然のスパイクと減衰するテイルとを有するパルスが示されている。より暗い色の相Ａ負荷８１及びより明るい色の相Ｂ負荷８２は、不均衡及び相Ｃ負荷８３の合成Ｅ１スパイクの補正を助けるために、直ちにディップを生成する。相Ｃは、注入された負荷からの波を伝搬したが、相Ａ及び相Ｂに負荷を送り返すことによりその影響を軽減した。サージ抑制ユニットの相Ａ、相Ｂ及び相Ｃは、自身に対する波を補正することにより脅威パルスの埋め合わせをするが、言い換えれば、グラフに示されるリアルタイム補正を作成する他の２つの相に対するパルスを平衡化する。結果として、サージ抑制ユニットは、直ちにサージを軽減し、０．１マイクロ秒以内に強度及び幅を小さくし始める。脅威がピーク時に５００アンペアより低くなるように保持され、脅威は、０．２マイクロ秒以内に２５０アンペアを下回るまで小さくなっていく（振幅の７０％減）。波高（強度／振幅）及び幅、例えば広い幅（持続時間）が小さくなることにより、サージ抑制は、グリッドコンポーネントに対するＥ１脅威を無害化する。この脅威は、１．３マイクロ秒で完全に除去される。

【００５６】

図７は、注入されたＥ２脅威に対応するサージ抑制ユニットのグラフィカルな結果を示す。脅威パルスは、脅威パルスが、６ｋｗ負荷を有する約５ｋＶで、ライン９１により示される相Ｃに注入される、グラフライン９０として示される。このパルスは、減衰するテイルを有する突然のスパイクとして示される。相Ａ負荷９２と相Ｂ負荷９３は、スパイクを示す相Ｃ負荷９１の不均衡の補正を助けるために、直ちにディップを作成する。相Ｃ９１は、負荷を相Ａ９１及び相Ｂ９２に送り返すことにより、すでに影響を軽減している。脅威９０のピーク２６０アンペアと比較すると、相Ｃ９１は、１０９アンペアでピークに達する。３つの相の全ては、ラインに注入された最初の脅威から０．００２秒以内に補正されて相に戻る。３つの相９１、９２及び９３の全ては、時間０で注入される脅威９０の前は整列している。３つの相の全ては、ラインに注入される最初のＥ２脅威から非常に早く相に戻る。したがって、サージ抑制ユニットは、Ｅ２パルスコンポーネント又はパルスが同様の特徴を容易に示すことができる。

【００５７】

また、サージ抑制ユニットは、図８及び図９に示すＥ３パルスコンポーネントの下でテストされた。図８は、相Ｃ１０１に注入された約２ｋＶで６ｋｗ負荷の脅威パルス１００

を用いたグラフィカルな結果を示す。脅威パルスは、突然のスパイク及び対応する波形を用いて図８に明確に示す。図８のグラフの縮尺によっては、相の反応が全体的に明確ではない。そのようなものとして、図９は、除去された脅威パルス１００が与えられ、システム相の縮尺が明瞭性のために拡大されることができる。図９に見られるように、相Ｃ１０１は直ちにスパイクを有する。しかし、相Ａ負荷１０２及び相Ｂ負荷１０３は、相Ｃ負荷１０１の不均衡の補正を助けるため、直ちにディップを作成する。相Ｃは、負荷を相Ａ１０２及び相Ｂ１０３を送り返すことにより、すでに脅威パルス１００の影響を軽減している。相Ｃ１０１は、脅威パルス１００のピーク１７１０Ａｍｐと比較すると、１０９アンペアでピークに達する。３つの相１０１、１０２及び１０３の全ては、ラインに注入される最初の脅威パルス１００から０．００２秒以内に補正されて相に戻る。サージ抑制は、３つの相の全ては、時間０で脅威パルス１００の前は整列しており、０．００２秒以内に整列し直すので、Ｅ３パルスコンポーネントを容易に対処することができる。

【００５８】

このように、本発明のサージ抑制システムは、ＡＣ波形の平坦化を補正することにより、グリッド上のＥ３のアクティビティ又は太陽フレアのアクティビティの存在による負荷制限の必要性を防止する。ベクトルが１２０度の位相差である、完璧に平衡化された三相を維持することにより、サージ抑制は、半サイクルの飽和による過熱及び損害を防止するために大電力トランス負荷を減らす必要性を除去する。

【００５９】

好ましくは、サージ抑制ユニットは、これらの電磁力からの余剰エネルギーを地面に排出しないが、代わりに、当該エネルギーは、違反の速度で入ってくるサージに対して廃棄される。光ビームを瞬時に跳ね返す鏡のように、サージ抑制システムは、強度にかかわらず電力の突入を軽減するために、パルス脅威を跳ね返す。

【００６０】

サージ抑制システムは、配電網内のほとんどの場所どこにでも設置されることができ、回路の全部分を依然として保護する。これは、サージ抑制ユニットは、大電力トランスと、次の降圧変圧器との中間に設置され、既に電源が密集している空間において新たな設備の必要性を除去することを意味する。

【００６１】

本発明の特定の好適な実施形態は、説明の目的で詳細に開示されてきたが、部品の再配置を含む開示された装置の変形又は修正は、本発明の範囲内にあることが認識されるだろう。

【図１Ａ】

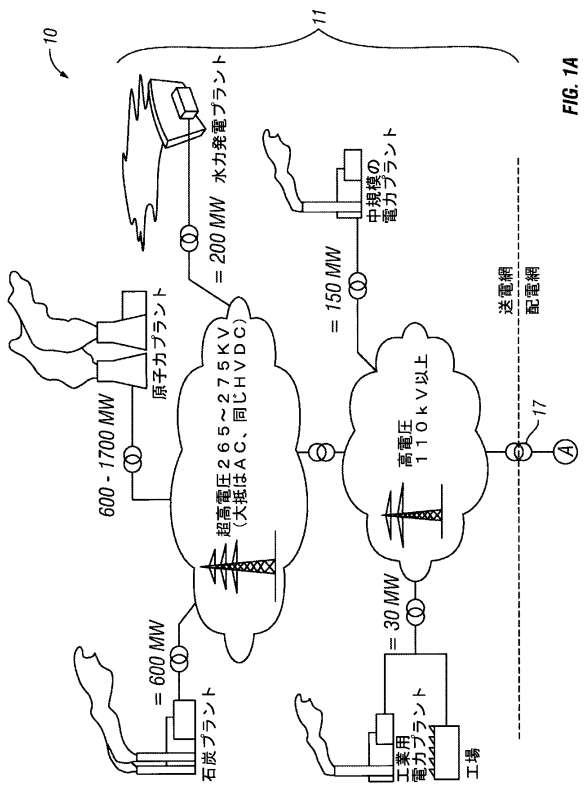


FIG. 1A

【図１Ａ－１】

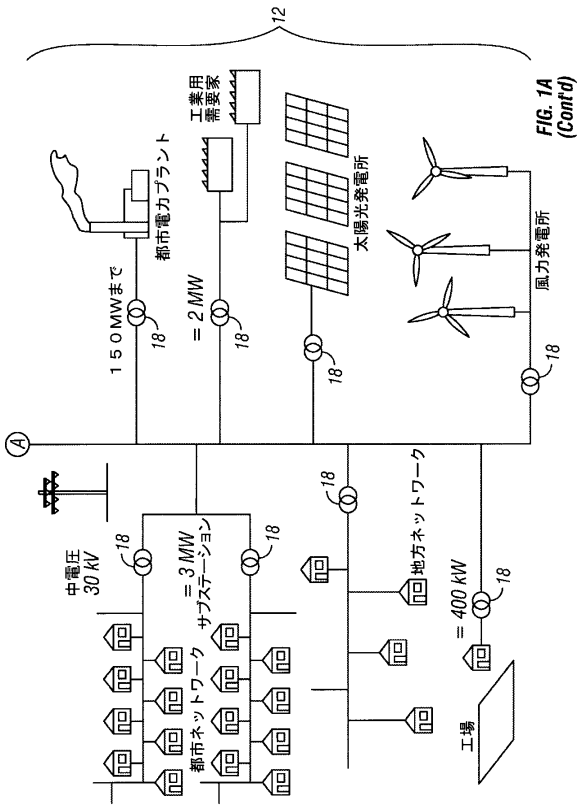


FIG. 1A (Cont'd)

【図１Ｂ】

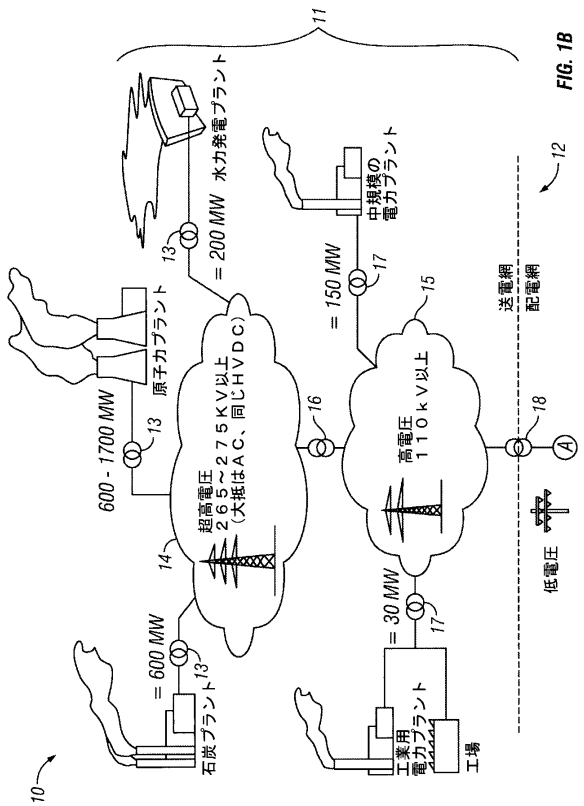


FIG. 1B

【図１Ｃ】

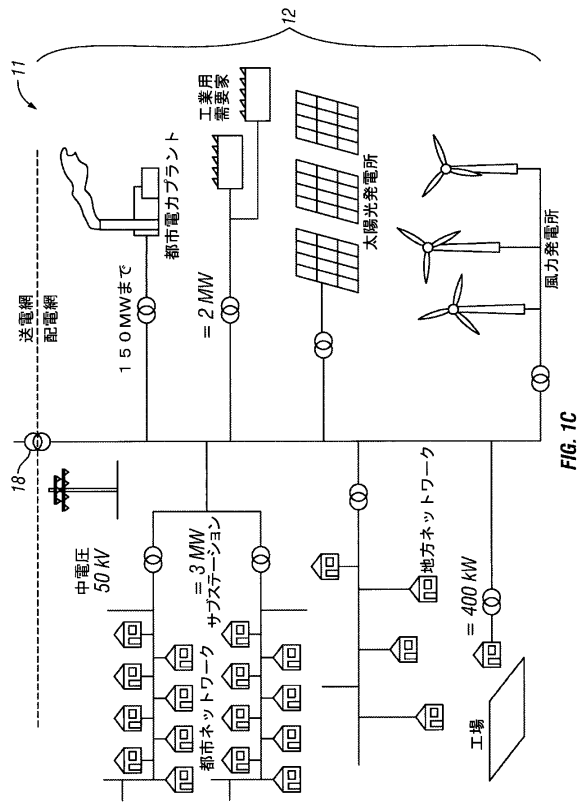
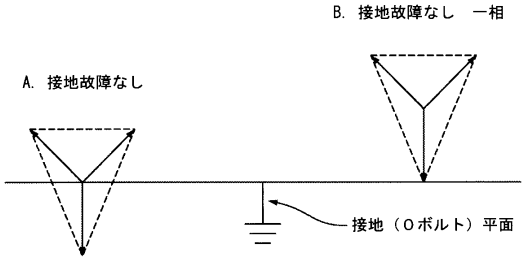


FIG. 1C

【図２】



電圧：

A. 接地故障なし、電圧：
相～相＝４８０ボルト
相～地面＝２７７ボルト

B. 接地故障なし、一相、典型的な電圧：
相～相（非接地の複数の相）＝４８０ボルト
相～地面（非接地の複数の相）＝４８０ボルト
相～地面（接地されている相）＝０ボルト

FIG. 2

【図３】

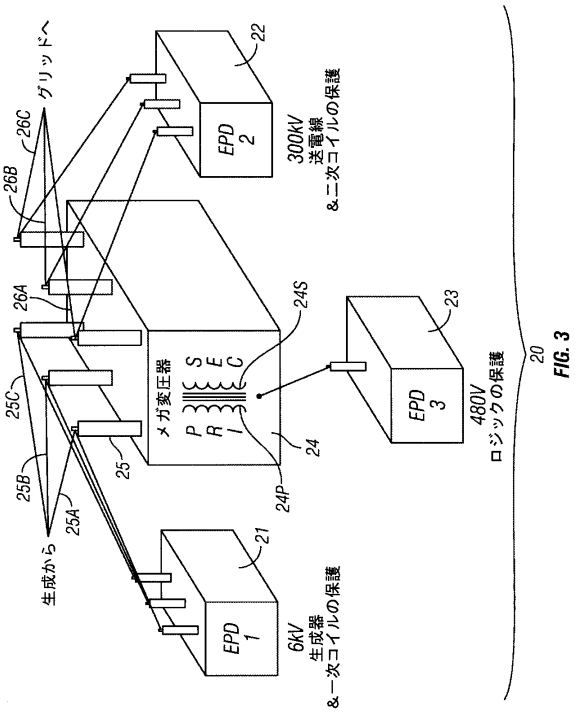


FIG. 3

【図４】

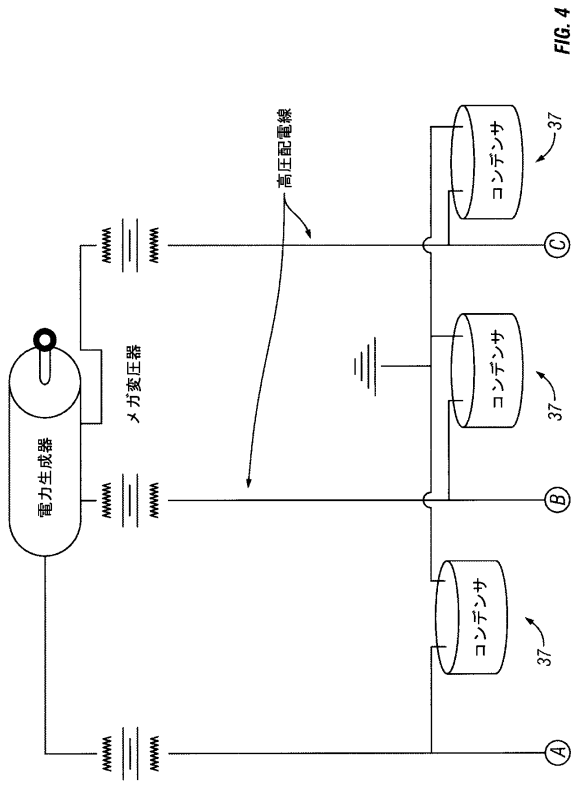


FIG. 4

【図４－１】

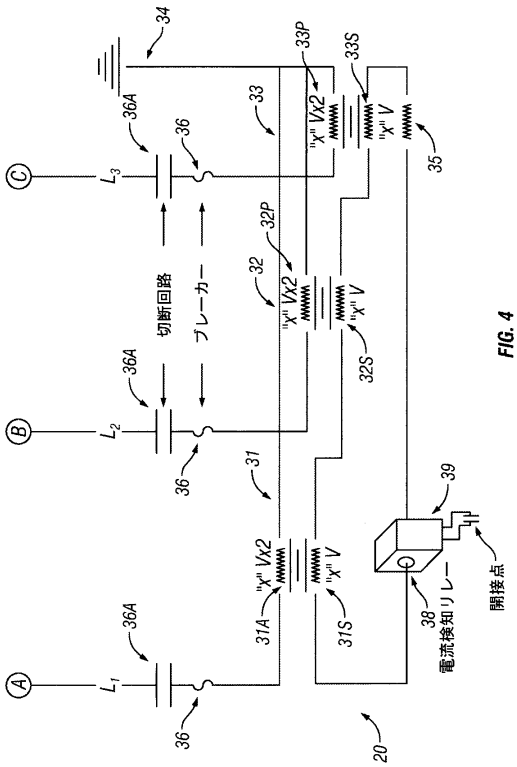


FIG. 4 (Cont'd)

【図５】

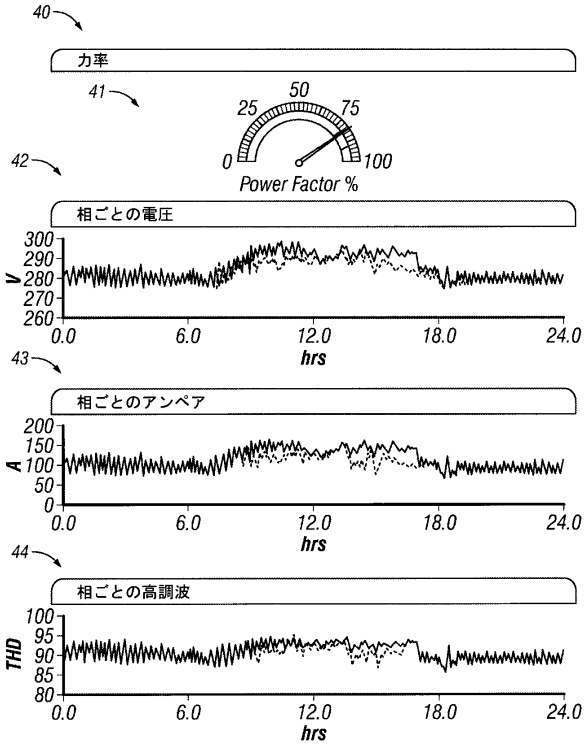


FIG. 5

【図６】

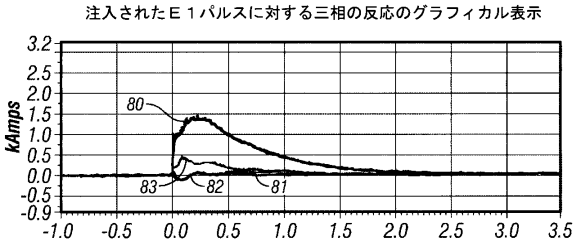


FIG. 6

【図７】

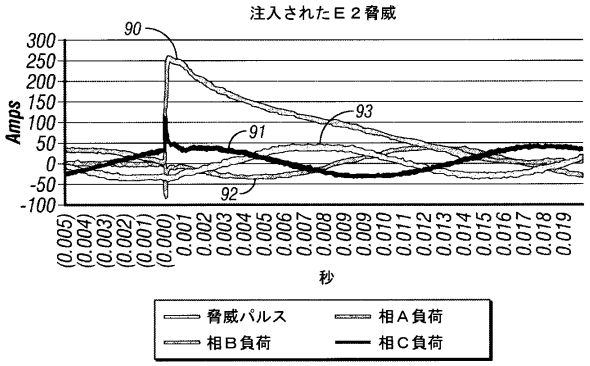


FIG. 7

【図８】

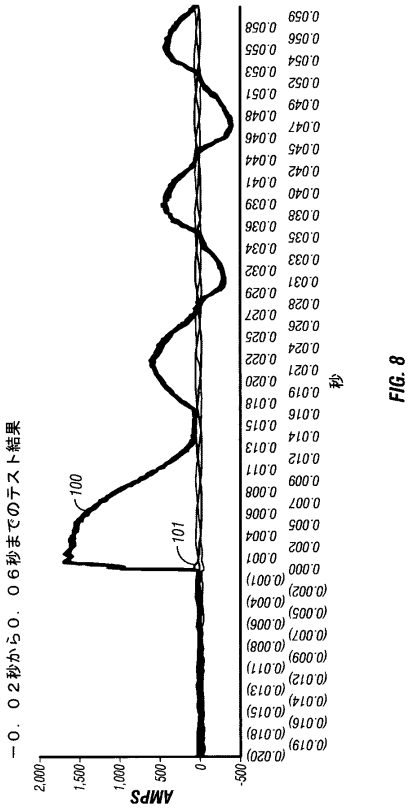


FIG. 8

【図９】

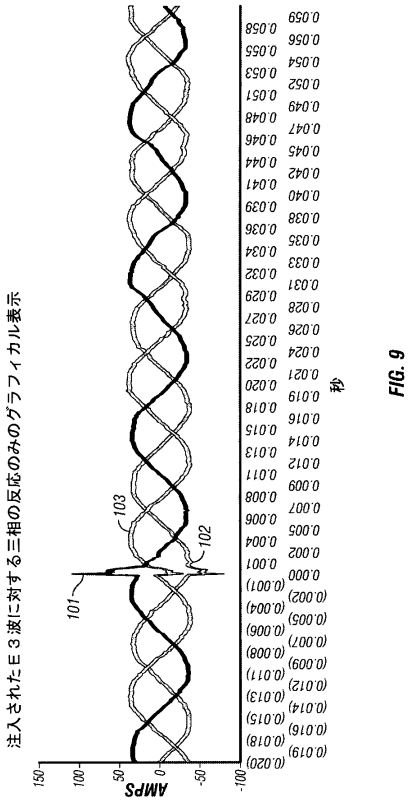


FIG. 9

フロントページの続き

(74)代理人 100180806
弁理士 三浦 剛
(74)代理人 100205969
弁理士 氷室 詩乃
(72)発明者 ダリル ムーア
アメリカ合衆国, コロラド ８０４０３, ゴールデン, ウエスト フォーティフォース １６７９５
(72)発明者 ジョン ヤルッソ
アメリカ合衆国, イリノイ ６０１４８, ロンバード, スチュワート アベニュ １エス５６７

審査官 早川 卓哉

(56)参考文献 特表２０１２－５０３４６７（ＪＰ, Ａ）
特表２０１３－５０４２９７（ＪＰ, Ａ）
米国特許第０４３８５３３８（ＵＳ, Ａ）
米国特許第０１９３２０８８（ＵＳ, Ａ）
米国特許出願公開第２００３／０２０６３９１（ＵＳ, Ａ１）
米国特許出願公開第２００９／０３０９４２５（ＵＳ, Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｈ０２Ｈ９／００－９／０８
Ｈ０２Ｈ７／００
Ｈ０２Ｈ７／０４－７／０５５
Ｈ０２Ｈ７／１０－７／２０
Ｈ０２Ｈ５／００－５／１２
Ｈ０２Ｊ３／００－５／００
Ｈ０２Ｂ１／００－１／３８
Ｈ０２Ｂ１／４６－７／０８
Ｈ０２Ｇ７／００－７／２２