

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2025-16641
(P2025-16641A)

(43)公開日 令和7年2月4日(2025.2.4)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 M 1/00 (2007.01) H 0 2 M 1/00 H

H 0 2 J 3/01 (2006.01) H 0 2 J 3/01

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全97頁)

(21)出願番号	特願2024-191465(P2024-191465)	(71)出願人	521451086
(22)出願日	令和6年10月31日(2024.10.31)		イーエム コアテック
(62)分割の表示	特願2023-46556(P2023-46556)の分割		EM CORETECH
原出願日	令和2年4月17日(2020.4.17)		大韓民国 4 4 9 1 9 ウルサン ウルジ
(31)優先権主張番号	10-2019-0045138		ユ-グン エンヤン-ウプ ユニストーギ
(32)優先日	平成31年4月17日(2019.4.17)		ル、5 0、1 0 6 - 5 0 4 - 1
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		1 0 6 - 5 0 4 - 1, 5 0, UNIS
(31)優先権主張番号	10-2019-0047518	(71)出願人	T-gil, Eonyang-eup
(32)優先日	平成31年4月23日(2019.4.23)		Ulju-gun Ulsan 4 4 9 1
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		9 Korea
(31)優先権主張番号	10-2019-0052371		ユニスト (ウルサン ナショナル インス
(32)優先日	令和1年5月3日(2019.5.3)		ティテュート オブ サイエンス アンド
	最終頁に続く		テクノロジー)
			大韓民国 4 4 9 1 9 ウルサン ウルチ
			最終頁に続く

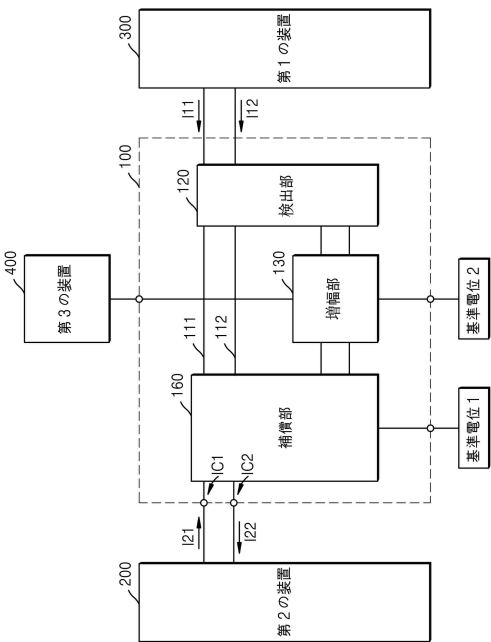
(54)【発明の名称】 電圧又は電流を補償する装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】第1の装置に接続される2つ以上の大電流経路に、共通モードで入力される第1の電流を補償するアクティブ補償装置を提供する。

【解決手段】第2の装置200によって供給される第2の電流I21、I22を前記第1の装置300に送信する2つ以上の大電流経路111、112と、前記第1の電流I11、I12を検出し、第1の電流に対応する出力信号を生成する検出部120と、前記検出部の出力信号を増幅する増幅部130と、前記増幅電流に基づいて補償電流を生成し、前記少なくとも2つ以上の大電流経路のそれぞれに流す補償部160と、前記出力信号を生成する前記検出部120の出力端に並列に接続される第1の外乱保護部、及び前記補償部の入力端に並列に接続される第2の外乱保護部と、前記第1の外乱保護部及び前記第2の外乱保護部は、過渡電圧サプレッサダイオード素子を含む、アクティブ補償装置100。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の装置に接続される少なくとも 2 つ以上の大電流経路のそれぞれに、共通モード（Common Mode）で発生するノイズを能動的に補償するアクティブ補償装置であって、

第 2 の装置によって供給される大電流を前記第 1 の装置に送信する少なくとも 2 つ以上の大電流経路と、

前記大電流経路上の共通モードのノイズ電流を検出し、前記ノイズ電流に基づいて複数の出力信号を並列に生成する検出部と、

前記複数の出力信号のそれぞれを増幅して、複数の増幅信号を並列に生成する前記複数の出力信号にそれぞれ対応する複数の増幅部と、

前記複数の増幅信号に基づいて前記大電流経路から補償電流を引き出したり、又は前記大電流経路上に補償電圧を発生させる補償部と、備える、アクティブ補償装置。

10

【請求項 2】

前記検出部は、前記大電流経路上に配置される 1 次側と、前記複数の出力信号が並列に生成される 2 次側と、を含む検出変圧器を含み、

前記検出部の 2 次側には、前記複数の増幅部の中の第 1 の増幅部の入力端に接続される第 1 の電線、及び前記複数の増幅部の中の第 2 の増幅部の入力端に接続される第 2 の電線がそれぞれ巻かれる、請求項 1 に記載のアクティブ補償装置。

20

【請求項 3】

前記補償部は、前記複数の増幅部それぞれの出力端に接続される 1 次側と、前記大電流経路に接続される 2 次側と、を含む変圧器を含み、

前記補償部の 1 次側には、前記複数の増幅部の中の第 1 の増幅部から出力された電流が流れる第 3 の電線、及び前記複数の増幅部の中の第 2 の増幅部から出力された電流が流れる第 4 の電線がそれぞれ巻かれる、請求項 1 に記載のアクティブ補償装置。

【請求項 4】

前記複数の増幅部は、第 1 の増幅部及び第 2 の増幅部から構成され、

前記補償部は、前記第 1 の増幅部の出力端及び前記第 2 の増幅部の出力端をつなぐ電線が 1 次側の電線としてコアを通過するか巻かれて、前記大電流経路が 2 次側の電線として前記コアを通過するか巻かれる構造である、請求項 1 に記載のアクティブ補償装置。

30

【請求項 5】

前記複数の増幅部は、第 1 の増幅部、第 2 の増幅部、第 3 の増幅部、及び第 4 の増幅部から構成され、

前記検出部は、前記ノイズ電流に基づいて、第 1 の出力電圧及び第 2 の出力電圧を生成し、

前記第 1 の出力電圧は前記第 1 の増幅部及び前記第 3 の増幅部にそれぞれ差動で入力され、前記第 2 の出力電圧は前記第 2 の増幅部及び前記第 4 の増幅部にそれぞれ差動で入力され、

前記補償部は、前記第 1 の増幅部から出力された第 1 の増幅電圧及び前記第 2 の増幅部から出力された第 2 の増幅電圧に基づいて前記大電流経路上に補償電圧を発生させ、

40

前記アクティブ補償装置は、前記第 3 の増幅部から出力された第 3 の増幅電圧及び前記第 4 の増幅部から出力された第 4 の増幅電圧に基づいて前記大電流経路から補償電流を引き出す他の補償部を更に含む、請求項 1 に記載のアクティブ補償装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施例は、アクティブ電流（及び／又は電圧）補償装置に関するものであり、2 つの装置を接続する 2 つ以上の大電流経路上に共通モードで入力される電流及び／又は電圧を能動的に補償するアクティブ補償装置に関する。

【背景技術】

50

【0002】

一般的に、家電用及び産業用の電気製品や電気自動車などの電気機器は、動作中にノイズを放射する。例えば、電子機器内における電力変換装置のスイッチング動作により、ノイズが電力線を通して放射されることができる。これらのノイズを放置すると、人体に有害であることだけでなく、周辺の部品や他の電子機器に誤動作又は故障を引き起こす。このように、電子機器が他の機器に与える電磁妨害を、EMI (Electromagnetic Interference) と呼び、その中でも、ワイヤ及び基板の配線を経由して送信されるノイズを伝導性放射 (CE (Conducted Emission)) ノイズという。

【0003】

電子機器が周辺部品及び他の機器に故障を起こさずに動作するために、全ての電子製品では、EMIノイズの放射量を厳しく規制している。従って、ほとんどの電子製品は、ノイズの放射量に対する規制を満たすために、EMIノイズ電流を低減させるノイズ低減装置 (例えば、EMIフィルタ) を必ず含んでいる。例えば、エアコンなどの白物家電、電気自動車、航空宇宙、エネルギー貯蔵システム (ESS (Energy Storage System)) などでは、EMIフィルタを必ず含む。従来のEMIフィルタは、伝導性放射 (CE) ノイズの中での共通モード (CM (Common Mode)) ノイズを低減させるために、受動フィルタである共通モードチョーク (CM choke) を使用する。

【0004】

一方、ハイパワー製品のリリースに伴い、高出力システム用の電流／電圧補償装置に関するニーズ (needs) が増加しているのが実情である。ところが、高出力／高電流システムで共通モード (CM) チョークは、磁気飽和現象により、ノイズの低減性能が急激に落ちることになる。従って、高出力／高電流システムで磁気飽和を防止し、ノイズ低減性能を維持するために、従来には共通モードチョークのサイズを大きくしたり、個数を増やしたりする必要があるが、そのため、ハイパワー製品用電流補償装置の大きさ及び価格が非常に増加してしまう問題が発生する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上記のような問題を改善するためのものであり、共通モード (CM) ノイズを低減させる補償装置を提供する。

【0006】

また、本発明は、上記のような問題点を改善するためのものであり、検出部の大きさを減らし、生産性が向上された補償装置を提供する。

【0007】

また、EMIノイズが放射される側の負荷の大きさに関わらず、EMIノイズが放射される側に補償電流を出力する補償装置を提供することを目的とする。

【0008】

しかしながら、これらの課題は、例示的なものであり、本発明の範囲は、これに限定されない。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一実施例による、第1の装置に接続される少なくとも2つ以上の大電流経路のそれぞれに、共通モード (Common Mode) で入力される第1の電流を能動的に補償するアクティブ補償装置は、第2の装置によって供給される第2の電流を前記第1の装置に送信する少なくとも2つ以上の大電流経路と、前記大電流経路上の前記第1の電流を検出し、第1の電流に対応する出力信号を生成する検出部と、前記検出部の出力信号を増幅し、増幅電流を生成する増幅部と、前記増幅電流に基づいて補償電流を生成し、前記補償電流を前記少なくとも2つ以上の大電流経路のそれぞれに流す補償部と、前記出力信

10

20

30

40

50

号を生成する前記検出部の出力端に並列に接続される第1の外乱保護部、及び前記補償部の入力端に並列に接続される第2の外乱保護部と、を備え、前記第1の外乱保護部及び前記第2の外乱保護部は、過渡電圧サプレッサ（TVS（Transient Voltage Suppression））ダイオード素子を含み、前記TVSダイオード素子の接合容量（junction capacitance）は、数百pF以下であってもよい。

【0010】

一実施例によると、前記第1の外乱保護部及び前記第2の外乱保護部は、前記検出部の出力端及び前記補償部の入力端に、所定の臨界電圧未満の電圧が印加される場合、第1のインピーダンスを有し、前記検出部の出力端及び前記補償部の入力端に、前記所定の臨界電圧以上の電圧が印加される場合、前記第1のインピーダンスよりも低い第2のインピーダンスを有する、アクティブ補償装置。

10

【0011】

一実施例によると、前記検出部は、前記大電流経路上に配置される1次側と、前記出力信号を前記増幅部に出力する2次側とを含む検出変圧器を含んでもよい。

【0012】

一実施例によると、前記第1の外乱保護部において、前記1次側は、前記少なくとも2つ以上の大電流経路に印加された電圧に基づいて、前記2次側に誘導した臨界電圧以上の電圧を前記臨界電圧以下の電圧に制限し、前記増幅部に送信してもよい。

【0013】

20

一実施例によると、前記補償部は、前記増幅部の出力端と前記増幅部の基準電位とを接続する経路上に配置される1次側と、前記補償部に含まれ、かつ前記大電流経路に接続される補償コンデンサ部と前記アクティブ補償装置の基準電位とを接続する経路上に配置される2次側とを含み、前記第2の外乱保護部において、前記2次側は、前記少なくとも2つ以上の大電流経路に印加された電圧に基づいて、前記1次側に誘導した臨界電圧以上の電圧を前記臨界電圧以下の電圧に制限し、前記増幅部に送信する、アクティブ補償装置。

【0014】

前述したこと以外の他の側面、特徴、及び利点は、以下の発明を実施するための形態、特許請求の範囲、及び図面より明らかになるだろう。

【発明の効果】

30

【0015】

上述したように構成された本発明の様々な実施例によると、高出力システムにおいても、価格、面積、体積、重さが大幅に増加しないアクティブ電流／電圧補償装置を提供することができる。

【0016】

本発明の様々な実施例に係るアクティブ補償装置は、CMチョークを含むパッシブ補償装置に比べ、価格、面積、体積、重さが減少され得る。

【0017】

また、本発明の一実施例に係る電流補償装置は、CMチョークに寄生するとなく、独立して動作することができる補償装置を提供することができる。

40

【0018】

また、本発明の様々な実施例に係るアクティブ補償装置は、電力線から電氣的に絶縁されているアクティブ回路端を有することで、能動回路端に含まれる素子を安定的に保護することができる。

【0019】

また、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置は、EMIノイズが放射される側の周辺状況の負荷に関わらず、電流補償機能を実行することができる電流補償装置を提供することができる。

もちろん、これらの効果により、本発明の範囲が限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 0 】

【図 1】図 1 は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 1 0 0 を含むシステムの構成を概略的に示す。

【図 2】図 2 は、図 1 に示された実施例の一例を示す図である。

【図 3】図 3 は、図 2 に示された実施例のより具体的な一例を示し、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 0 A を概略的に示す。

【図 4 A】図 4 A は、本発明の一実施例に係る検出部 1 2 0 の一例である検出変圧器 1 2 0 A の動作を説明する図である。

【図 4 B】図 4 B は、本発明の一実施例に係る検出部 1 2 0 の一例である検出変圧器 1 2 0 A の動作を説明する図である。

【図 5 A】図 5 A は、本発明の一実施例に係る開閉可能なクランプ構造のコア 1 2 3 A を含む検出変圧器 1 2 0 A を説明する図である。

【図 5 B】図 5 B は、本発明の一実施例に係る開閉可能なクランプ構造のコア 1 2 3 A を含む検出変圧器 1 2 0 A を説明する図である。

【図 6】図 6 は、補償コンデンサ部 1 5 0 A を通して流れる電流 I_{L1} 及び I_{L2} を説明する図である。

【図 7】図 7 は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 1 0 0 A - 1 を概略的に示す。

【図 8】図 8 は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 1 0 0 A - 2 を概略的に示す。

【図 9 A】図 9 A は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 0 A - 3 を概略的に示す。

【図 9 B】図 9 B は、図 9 A の増幅器を単純化した図である。

【図 1 0 A】図 1 0 A は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 0 A - 4 の増幅部 1 3 0 A - 4 を説明する図である。

【図 1 0 B】図 1 0 B は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 0 A - 4 の増幅部 1 3 0 A - 4 を説明する図である。

【図 1 1】図 1 1 は、本発明の他の一実施例に係る補償装置 1 0 0 B の構成を概略的に示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、本発明のまた他の一実施例に係る補償装置 1 0 0 C の構成を概略的に示す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、本発明の一実施例により、図 1 1 に示された実施例に係る補償装置 1 0 0 B が使用されるシステムの構成を概略的に示した図である。

【図 1 4】図 1 4 は発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 1 0 1 を含むシステムの構成を概略的に示す。

【図 1 5】図 1 5 は、図 1 4 に示された一実施例に係る補償装置 1 0 1 の具体的な一例を概略的に示す。

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 1 C の構成を概略的に示す図である。

【図 1 7】図 1 7 は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 2 を含むシステムの構成を概略的に示す。

【図 1 8】図 1 8 は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 2 A を概略的に示す。

【図 1 9】図 1 9 は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 2 A - 1 を概略的に示す。

【図 2 0】図 2 0 は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 2 A - 2 を概略的に示す。

【図 2 1】図 2 1 は、一実施例に係る補償装置 1 0 2 B の構成を概略的に示す図である。

【図 2 2】図 2 2 は、本発明の他の一実施例に係る補償装置 1 0 2 C の構成を概略的に示す図である。

【図 2 3】図 2 3 は、本発明の他の一実施例に係る補償装置 1 0 2 D の構成を概略的に示す図である。

【図 2 4】図 2 4 は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 3 を含むシステムの構成を概略的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図 25】図 25 は、本発明の一実施例により、2 線式システムに使用される補償装置 103A の構成を概略的に示す図である。

【図 26A】図 26A は、一実施例に係る誤動作感知部 60A を説明する図である。

【図 26B】図 26B は、一実施例に係る誤動作感知部 60A を説明する図である。

【図 26C】図 26C は、一実施例に係る誤動作感知部 60A を説明する図である。

【図 27】図 27 は、本発明の他の一実施例に係る補償装置 103B の構成を概略的に示す図である。

【図 28】図 28 は、本発明の一実施例に係る補償装置 104 を含むシステムの構成を概略的に示す図である。

【図 29】図 29 は、本発明の一実施例により、3 相 4 線システムで使用される補償装置 104A の構成を概略的に示す図である。

【図 30】図 30 は、一実施例に係る第 1 のバランス部 70A の構成及び動作を説明する図である。

【図 31】図 31 は、一実施例に係る第 2 のバランス部 80A の構成及び動作を説明する図である。

【図 32】図 32 は、本発明の他の実施例に係る 3 相 3 線システムに使用される補償装置 104B の構成を概略的に示す図である。

【図 33】図 33 は、本発明のまた他の一実施例に係る補償装置 104C の構成を概略的に示す図である。

【図 34】図 34 は、本発明のまた他の実施例に係る 3 相 4 線システムで使用される補償装置 104D の構成を概略的に示す図である。

【図 35】図 35 は、本発明の一実施例に係る補償装置 105 を含むシステムの構成を概略的に示す図である。

【図 36】図 36 は、本発明の一実施例により、3 相 4 線システムで使用される補償装置 105A の構成を概略的に示す図である。

【図 37】図 37 は、補償変圧部 140A によって生成された補償電流 I_C が補償コンデンサ部 150A 及び第 2 のバランス部 80A を通して大電流経路 111A、112A、113A、114A に分配される過程を説明する図である。

【図 38】図 38 は、第 2 のバランス部 80A と、出力インピーダンス調節部 50A によって出力インピーダンス Z_{eq31} 、 Z_{eq32} 、 Z_{eq33} 、 Z_{eq34} が調節される過程を説明する図である。

【図 39】図 39 は、本発明の他の実施例に係る 3 相 3 線システムに使用される補償装置 105B の構成を概略的に示す図である。

【図 40】図 40 は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 106 を含むシステムの構成を概略的に示す。

【図 41】図 41 は、図 40 に示された内容のうち、2 つの増幅部を使用する実施例について、より具体的な一例を示す。

【図 42】図 42 は、アクティブ補償装置 106A1 の具体的な一例を概略的に示す。

【図 43】図 43 は、図 40 に示された実施例のより具体的な一例を示し、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 106B を含むシステムを概略的に示す。

【図 44】図 44 は、図 43 に示された補償装置 106B の一例として、補償装置 106B1 を概略的に示す。

【図 45】図 45 は、図 43 に示されたアクティブ補償装置 106B の他の一例として、アクティブ補償装置 106B2 を概略的に示す。

【図 46】図 46 は、本発明の他の一実施例に係るアクティブ補償装置 106D を含むシステムの構成を概略的に示す。

【図 47】図 47 は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 106F を含むシステムの構成を概略的に示す。

【図 48】図 48 は、図 47 に示されたアクティブ補償装置 106F の一例として、補償装置 106F1 を概略的に図示し、

10

20

30

40

50

【図 49】図 49 は、図 47 に示されたアクティブ補償装置 106F の他の一例として、補償装置 106F2 を概略的に示す。

【図 50】図 50 は、本発明の一実施例に係る補償装置 107 を含むシステムの構成を概略的に示す。

【図 51】図 51 は、図 50 に示された実施例のより具体的な一例を示し、本発明の一実施例に係る補償装置 107B を概略的に示す。

【図 52】図 52 は、図 51 に示された補償装置の具体的な一例として、本発明の一実施例に係る補償装置 107C1 及び 107C2 を概略的に示す。

【図 53】図 53 は、図 51 に示された補償装置の具体的な一例として、本発明の一実施例に係る補償装置 107C1 及び 107C2 を概略的に示す。

【図 54】図 54 は、本発明の他の一実施例に係る補償装置 107D を含むシステムの構成を概略的に示す。

【図 55】図 55 は、本発明の他の一実施例に係るアクティブ補償装置 106E の機能構成を概略的に示す。

【図 56】図 56 は、図 55 に示されたアクティブ補償装置 106E の一例として、アクティブ補償装置 106E1 を概略的に示す。

【図 57】図 57 は、図 55 に示されたアクティブ補償装置 106E の他の一例として、アクティブ補償装置 106E2 を概略的に示す。

【図 58】図 58 は、本発明の一実施例に係る補償装置 108 を含むシステムの構成を概略的に示す図である。

【図 59】図 59 は、本発明の一実施例により、第 2 の線式システムに使用される補償装置 108A の構成を概略的に示す図である。

【図 60】図 60 は、本発明の一実施例に係る補償装置 108A の具体的な動作を説明する図である。

【図 61】図 61 は、本発明の一実施例に係る補償装置 108A において、補償コンデンサ部のインピーダンスの減少を説明する図である。

【図 62】図 62 は、本発明の一実施例に係る補償装置 108A 上で、第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} の流れを説明する図である。

【図 63】図 63 は、本発明の一実施例に係る VSCC 補償装置 108A 及び VSCC 補償装置 108A と同様の容量値を有するパッシブ EMI フィルタ（又はパッシブ補償装置）のノイズ低減性能を比較したシミュレーショングラフである。

【図 64】図 64 は、本発明の他の一実施例に係る補償装置 108B の構成を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明は、様々な変形を加えることができる上に、様々な実施例を有することができ、特定の実施例を図面に例示し、詳細な説明に詳細に説明する。本発明の効果及び特徴、さらに、それらを達成する方法は、図面と共に詳細に後述されている実施例を参照することで明確になるであろう。しかしながら、本発明は、以下に開示される実施例に限定されるものではなく、様々な形態で実現することができる。

【0022】

以下に添付された図面を参照し、本発明の実施例を詳細に説明する。図面を参照して説明するときには、同一又は対応する構成要素は、同一又は同様の一連の図面符号を付与し、これに対する重複説明は省略する。

【0023】

以下の実施例において、第 1 及び第 2 などの用語は、限定的な意味ではなく、1 つの構成要素を他の構成要素と区別するために使用する。以下の実施例において、単数の表現は、文脈上、明確に別の意味を意図しない限り、複数の表現を含む。以下の実施例において、「含む」又は「有する」などの用語は、明細書に記載の特徴、又は構成要素が存在することを意味し、1 つ以上の他の特徴、又は構成要素が付加される可能性を事前に排除する

10

20

30

40

50

ものではない。図面において、説明の便宜のために、構成要素の大きさは拡大又は縮小され得る。ある実施例が他の方法で実現可能である場合、特定の工程の順序は、説明される順序とは異なる順序で実行することもできる。以下の実施例において、領域、構成要素、部、ユニット、モジュールなどが接続されるという場合は、領域、構成要素、部、ユニット、モジュールが直接的に接続される場合だけでなく、領域、構成要素、部、ユニット、モジュールの間に他の領域、構成要素、部、ユニット、モジュールが介在され、間接的に接続される場合も含む。

【0024】

例えば、図面に示された各構成の大きさ及び形態は、説明の便宜のために任意に示すものであり、本発明は、図示に必ず限定されるものではない。

【0025】

この文書に記載のアクティブ補償装置又は補償装置とは、電流補償装置及び／又は電圧補償装置を含んでもよい。また、電流補償装置という用語は、電圧補償装置と互いに互換可能である。

また、以下で説明する様々な実施例に係る様々な補償装置には、互いに異なる実施例に係る補償装置の少なくとも一部が適用されてもよい。

【0026】

図1は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置100を含むシステムの構成を概略的に示す。アクティブ補償装置100は、第1の装置300から2つ以上の大電流経路111及び112を通して共通モード(CM(Common Mode))で入力される第1の電流I11及びI12(例えば、EMIノイズ電流)を能動的に補償してもよい。

【0027】

図1を参照すると、アクティブ補償装置100は、検出部120、増幅部130、及び補償部160を含んでもよい。

【0028】

本明細書において、第1の装置300は、第2の装置200が供給する電源を使用する様々な形態の装置であってもよい。例えば、第1の装置300は、第2の装置200が供給する電源を利用して駆動される負荷であってもよい。また、第1の装置300は、第2の装置200が供給する電源を利用してエネルギーを貯蔵し、貯蔵されたエネルギーを利用して駆動される負荷(例えば、電気自動車)であってもよい。ただし、これに限定されない。

【0029】

本明細書において、第2の装置200は、第1の装置300の電源を電流及び／又は電圧の形態で供給するための様々な形態の装置であってもよい。例えば、第2の装置200は、電源を生成して供給する装置であってもよく、他の装置によって生成された電力を供給する装置(例えば、電気自動車の充電装置)であってもよい。もちろん、第2の装置200は、貯蔵されたエネルギーを供給する装置であってもよい。ただし、これに限定されない。第1の装置300側に電力変換装置が位置してもよい。例えば、上記の電力変換装置のスイッチング動作により、第1の電流I11及びI12が補償装置100に入力され得る。すなわち、第1の装置300側のノイズ源に対応してもよく、第2の装置200側のノイズ受信機に対応してもよい。

【0030】

2つ以上の大電流経路111及び112は、第2の装置200によって供給される電源、すなわち、第2の電流I21及びI22を第1の装置300に送信する経路であってもよく、例えば、電力線であってもよい。例えば、2つ以上の大電流経路111及び112のそれぞれは、活線(Live line)と中性線(Neutral line)であってもよい。大電流経路111及び112の少なくとも一部は、補償装置100を通過することができる。第2の電流I21及びI22は、第2の周波数帯域の周波数を有する交流電流であってもよい。第2の周波数帯域は、例えば、50Hz～60Hzの帯域であってもよい。

10

20

30

40

50

【0031】

また、2つ以上の大電流経路111及び112は、第1の装置300で発生したノイズ、すなわち、第1の電流I11及びI12が第2の装置200に送信される経路であってもよい。第1の電流I11及びI12は、2つ以上の大電流経路111及び112のそれぞれに対して、共通モード（Common Mode）に入力され得る。第1の電流I11及びI12は、様々な原因によって、意図せずに第1の装置300から発生する電流であってもよい。例えば、第1の電流I11及びI12は、第1の装置300と周辺環境との間の仮定の容量（Capacitance）によって発生されるノイズ電流であってもよい。若しくは、第1の電流I11及びI12は、第1の装置300の電力変換装置のスイッチング動作によって発生されるノイズ電流であってもよい。第1の電流I11及びI12は、第1の周波数帯域の周波数を有する電流であってもよい。第1の周波数帯域は、前述した第2の周波数帯域よりも高い周波数帯域であってもよい。第1の周波数帯域は、例えば、150KHz～30MHzの帯域であってもよい。

10

【0032】

一方、2つ以上の大電流経路111及び112は、図1に示されたように、2つの経路を含んでもよく、図8及び図9に示されたように、3つの経路又は4つの経路を含んでもよい。大電流経路111及び112の数は、第1の装置300及び／又は第2の装置200が使用する電源の種類及び／又は形態に応じて変わってもよい。

【0033】

検出部120は、2つ以上の大電流経路111及び112上の第1の電流I11及びI12を感知し、第1の電流I11及びI12に対応する出力信号を生成してもよい。すなわち、検出部120は、大電流経路111及び112上の第1の電流I11及びI12を感知する手段を意味し得る。検出部120には、第1の電流I11及びI12の検出のために大電流経路111及び112の少なくとも一部が通過してもよいが、検出部120内で検出による出力信号が生成される部分は、大電流経路111及び112と絶縁されてもよい。例えば、検出部120は検出変圧器で実現されてもよい。検出変圧器は、大電流経路111及び112と絶縁された状態で、大電流経路111及び112上の第1の電流I11及びI12を感知してもよい。

20

【0034】

一実施例によると、検出部120は、増幅部130の入力端と差動（differential）で接続されてもよい。

30

【0035】

増幅部130は、検出部120に電氣的に接続され、検出部120が出力した出力信号を増幅し、増幅された出力信号を生成してもよい。本発明において、増幅部130による「増幅」は、増幅対象の大きさ及び／又は位相を調節することを意味してもよい。増幅部130は、様々な手段で実現することができ、能動素子を含んでもよい。一実施例において、増幅部130は、OP-AMPを含んでもよい。例えば、増幅部130は、OP-AMPに加え、抵抗やコンデンサなどの複数の受動素子を含んでもよい。他の実施例において、増幅部130は、BJT（Bipolar Junction Transistor）を含んでもよい。例えば、増幅部130は、BJTに加え、抵抗やコンデンサなど複数の受動素子を含んでもよい。ただし、これに限定されず、本発明で説明する「増幅」のための手段は、本発明の増幅部130として制限されることなく使用してもよい。増幅部130の基準電位（基準電位2）と補償装置100の基準電位（基準電位1）とは互いに区別される電位であってもよい。

40

【0036】

増幅部130は、第1の装置300及び／又は第2の装置200と区別される第3の装置400から電源の供給を受け、検出部120が出力した出力信号を増幅し、増幅電流を生成してもよい。この時、第3の装置400は、第1の装置300と第2の装置200とは関係ない電源から電源の供給を受け、増幅部130の入力電源を生成する装置であってもよい。選択的に、第3の装置400は、第1の装置300及び第2の装置200中のい

50

ずれか 1 つの装置から電源の供給を受け、増幅部 130 の入力電源を生成する装置であってもよい。

【0037】

補償部 160 は、増幅部 130 によって増幅された出力信号に基づいて補償電流を生成してもよい。補償部 160 の出力側は、大電流経路 111 及び 112 に補償電流 IC1 及び IC2 を流すために大電流経路 111 及び 112 と接続されてもよいが、増幅部 130 とは絶縁され得る。例えば、補償部 160 は、上記の絶縁のために補償変圧器を含んでもよい。例えば、上記の補償変圧器の 1 次側には、増幅部 130 の出力信号が流れ、補償変圧器の 2 次側には、上記の出力信号に基づく補償電流が生成されてもよい。

【0038】

補償部 160 は、第 1 の電流 I11 及び I12 を相殺させるために、2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 のそれぞれを通して補償電流 IC1 及び IC2 を大電流経路 111 及び 112 に注入 (inject) させたり、又は大電流経路 111 及び 112 から引き出したりしてもよい。一実施例によると、補償電流 IC1 及び IC2 は、第 1 の電流 I11 及び I12 と同じ大きさを有しかつ位相は反対であってもよい。ただし、これに限定されない。

【0039】

図 2 は、図 1 に示された実施例の一例を示す図である。

図 2 を参照すると、補償部 160 は、補償変圧部 140 と、補償コンデンサ部 150 とを含んでもよい。

【0040】

補償変圧部 140 は、増幅部 130 に電氣的に接続され、前述した増幅部 130 によって増幅された出力信号に基づいて補償電流を生成してもよい。

【0041】

補償変圧部 140 は、増幅部 130 の出力端と増幅部 130 の基準電位 (基準電位 2) とを接続する経路に電氣的に接続されて補償電流を生成してもよい。補償変圧部 140 は、補償コンデンサ部 150 と電流補償装置 100 の基準電位 (基準電位 1) とを接続する経路に電氣的に接続されてもよい。増幅部 130 の基準電位 (基準電位 2) と電流補償装置 100 の基準電位 (基準電位 1) とは互いに区別される電位であってもよい。

【0042】

補償コンデンサ部 150 は、補償変圧部 140 によって生成された補償電流 IC1 及び IC2 が、2 つ以上の大電流経路のそれぞれに流れる経路を提供することができる。

【0043】

一実施例によると、補償コンデンサ部 150 は、補償変圧部 140 によって生成された電流が、2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 のそれぞれに流れる経路を提供する補償コンデンサ部 150 で実現されてもよい。この時、補償コンデンサ部 150 は、電流補償装置 100 の基準電位 (基準電位 1) と、2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 のそれぞれを接続する少なくとも 2 つ以上の補償コンデンサを含んでもよい。

【0044】

上記のように構成された電流補償装置 100 は、2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 上の特定の条件の電流を感知してこれを能動的に補償してもよく、装置 100 の小型化にもかかわらず、高電流、高電圧、及び／又は高出力システムに適用されてもよい。

【0045】

一方、一実施例によると、検出部 120 は、少なくとも 2 つ以上の大電流経路が挿入される貫通開口を備えてもよい。検出部 120 は、挿入された 2 つ以上の大電流経路上の第 1 の電流を感知し、感知された第 1 の電流に対応される出力信号を生成してもよい。

【0046】

一実施例において、検出部 120 は、貫通開口を備え、少なくとも 2 つ以上の大電流経路上の第 1 の電流によって生成された磁束密度に基づいて出力信号を生成するコアを含む検出変圧器で実現されてもよい。このとき、コアは、開閉可能なクランプ構造であっても

10

20

30

40

50

よく、開放状態で、少なくとも２つ以上の大電流経路のそれぞれが内側に挿入されるように実現されてもよい。

【００４７】

一実施例において、「クランプ（c l a m p）構造」は、コアの外側の一部が開閉可能に構成された構造を意味してもよい。例えば、クランプ構造のコアの外側の一部は、開放状態で大電流経路１１１及び１１２が貫通開口に挿入されるように構成されてもよい。以後、開放されたコアの外側の一部は、閉鎖され、挿入された大電流経路１１１及び１１２が離脱しないようにしてもよい。

【００４８】

ただし、前述するような検出部１２０に対する説明は、例示的なものであり、本発明の思想はこれに限定されない。従って、感知しようとする電流が流れる経路（又は導線）が「挿入」される形態で経路（又は導線）と結合される電流感知手段は、本発明の検出部１２０として制限されることなく使用されてもよい。

【００４９】

図３は、図２に示された実施例のより具体的な一例を示し、本発明の一実施例に係る補償装置１００Ａを概略的に示す。補償装置１００Ａは、第１の装置３００Ａと接続される２つの大電流経路１１１Ａ及び１１２Ａのそれぞれに共通モードで入力される第１の電流Ｉ１１及びＩ１２（例えば、ノイズ電流）を能動的に補償してもよい。

【００５０】

図２を参照すると、補償装置１００Ａは、検出変圧器１２０Ａ、増幅部１３０Ａ、及び補償部１６０Ａを含んでもよい。

【００５１】

一実施例において、前述した検出部１２０は、検出変圧器１２０Ａを含んでもよい。このとき、検出変圧器１２０Ａは、大電流経路１１１Ａ及び１１２Ａと絶縁された状態で、大電流経路１１１Ａ及び１１２Ａ上の第１の電流Ｉ１１及びＩ１２を感知するための手段であってもよい。検出変圧器１２０Ａは、第１の装置３００Ａ側から大電流経路１１１Ａ及び１１２Ａ（例えば、電力線）に入力されるノイズ電流である第１の電流Ｉ１１及びＩ１２を検出してもよい。

【００５２】

検出変圧器１２０Ａは、大電流経路１１１Ａ及び１１２Ａ上に配置される１次側１２１Ａ及び増幅部１３０Ａの入力端と差動（d i f f e r e n t i a l）で接続された２次側１２２Ａを含んでもよい。検出変圧器１２０Ａは、大電流経路１１１Ａ及び１１２Ａ上に配置される１次側１２１Ａ（例えば、１次巻線）において、第１の電流Ｉ１１及びＩ１２によって誘導される磁束密度に基づいて２次側１２２Ａ（例えば、２次巻線）に誘導電流を生成してもよい。上記の検出変圧器１２０Ａの１次側１２１Ａは、例えば１つのコアに第１の大電流経路１１１Ａ及び第２の大電流経路１１２Ａがそれぞれ巻かれている巻線であってもよい。ただし、これに限定されず、上記の検出変圧器１２０Ａの１次側１２１Ａは、第１の大電流経路１１１Ａ及び第２の大電流経路１１２Ａが上記のコアを通過する形態であってもよい。

【００５３】

具体的には、第１の大電流経路１１１Ａ（例えば、活線）上の第１の電流Ｉ１１によって誘導される磁束密度と、第２の大電流経路１１２Ａ（例えば、中性線）上の第１の電流Ｉ１２によって誘導される磁束密度とが重なり合う（又は補強される）ように構成されてもよい。このとき、大電流経路１１１Ａ及び１１２Ａ上には、第２の電流Ｉ２１及びＩ２２も流れるが、第１の大電流経路１１１Ａ上の第２の電流（Ｉ２１）によって誘導される磁束密度と、第２の大電流経路（１１２Ａ）上の第１の電流（Ｉ２２）によって誘導される磁束密度とは、互いに相殺されるように構成されてもよい。また、一例として、検出変圧器１２０Ａにおいて、第１の周波数帯域（例えば、１５０ＫＨｚ～３０ＭＨｚの範囲を有する帯域）の第１の電流Ｉ１１及びＩ１２によって誘導される磁束密度の大きさは、第２の周波数帯域（例えば、５０Ｈｚ～６０Ｈｚの範囲を有する帯域）の第２の電流Ｉ２１

10

20

30

40

50

及び I 2 2 によって誘導される磁束密度の大きさよりも大きくなるように構成されてもよい。

【0054】

このように、検出変圧器 1 2 0 A は、第 2 の電流 I 2 1 及び I 2 2 によって誘導される磁束密度が互いに相殺されるように構成され、第 1 の電流 I 1 1 及び I 1 2 だけを検知されるようにしてもよい。すなわち、検出変圧器 1 2 0 A の 2 次側 1 2 2 A に誘導される電流は、第 1 の電流 I 1 1 及び I 1 2 が一定の比率で変換された電流であり得る。

【0055】

例えば、検出変圧器 1 2 0 A において、1 次側 1 2 1 A と 2 次側 1 2 2 A との巻線比が $1 : N_{sen}$ であると、このとき、2 次側 1 2 2 A に誘導される電流は、第 1 の電流 I 1 1 及び I 1 2 の $1 / N_{sen}$ 倍であってもよい。検出変圧器 1 2 0 A の 2 次側 1 2 2 A は、増幅部 1 3 0 A の入力端に接続されてもよい。例えば、検出変圧器 1 2 0 A の 2 次側 1 2 2 A は、増幅部 1 3 0 A の入力端と差動で接続され、増幅部 1 3 0 A に誘導電流を供給してもよい。若しくは、増幅部 1 3 0 A の構成に応じて、検出変圧器 1 2 0 A の 2 次側 1 2 2 A は、増幅部 1 3 0 A の入力端と増幅部 1 3 0 A の基準電位（基準電位 2）とを接続する経路上に配置されてもよい。すなわち、2 次側 1 2 2 A の一端は、増幅部 1 3 0 A の入力端と接続され、2 次側 1 2 2 A の他端は、増幅部 1 3 0 A の基準電位（基準電位 2）と接続されてもよい。

【0056】

増幅部 1 3 0 A は、前述した増幅部 1 3 0 に相当してもよい。増幅部 1 3 0 A は、検出変圧器 1 2 0 A によって感知され、2 次側 1 2 2 A に誘導される電流を増幅させてもよい。例えば、増幅部 1 3 0 A は、上記の誘導電流の大きさを一定の比率で増幅させるか、及び／又は位相を調節してもよい。

【0057】

補償部 1 6 0 A は、前述した補償部 1 6 0 に相当してもよい。補償部 1 6 0 A は、補償変圧器 1 4 0 A と、補償コンデンサ部 1 5 0 A とを含んでもよい。前述した増幅部 1 3 0 A によって増幅された増幅電流は、補償変圧器 1 4 0 A の 1 次側 1 4 1 A へ流れる。

【0058】

補償変圧器 1 4 0 A は、能動素子を含む増幅部 1 3 0 A を大電流経路 1 1 1 A 及び 1 1 2 A から絶縁させるための手段であってもよい。すなわち、補償変圧器 1 4 0 A は、大電流経路 1 1 1 A 及び 1 1 2 A と絶縁された状態で、増幅電流に基づいて大電流経路 1 1 1 A 及び 1 1 2 A に注入するための補償電流を（2 次側 1 4 2 A に）生成するための手段であってもよい。

【0059】

補償変圧器 1 4 0 A は、増幅部 1 3 0 A の出力端と差動（differential）で接続される 1 次側 1 4 1 A、及び大電流経路 1 1 1 A 及び 1 1 2 A と接続される 2 次側 1 4 2 A を含んでもよい。補償変圧器 1 4 0 A は、1 次側 1 4 1 A（例えば、1 次巻線）を流れる増幅電流によって誘導される磁束密度に基づいて、2 次側 1 4 2 A（例えば、2 次巻線）に補償電流を誘導してもよい。

【0060】

このとき、2 次側 1 4 2 A は、後述する補償コンデンサ部 1 5 0 A と電流補償装置 1 0 0 A の基準電位（基準電位 1）とを接続する経路上に配置されてもよい。すなわち、2 次側 1 4 2 A の一端は、補償コンデンサ部 1 5 0 A を通して大電流経路 1 1 1 A 及び 1 1 2 A と接続され、2 次側 1 4 2 A の他端は、補償装置 1 0 0 A の基準電位（基準電位 1）と接続されてもよい。一方、補償変圧器 1 4 0 A の 1 次側 1 4 1 A、増幅部 1 3 0 A、及び検出変圧器 1 2 0 A の 2 次側 1 2 2 A は、補償装置 1 0 0 A の残りの構成要素と区別される基準電位（基準電位 2）と接続されてもよい。電流補償装置 1 0 0 A の基準電位（基準電位 1）と増幅部 1 3 0 A の基準電位（基準電位 2）とは、区別され得る。

【0061】

このように、本発明は、補償電流を生成する構成要素に対して、残りの構成要素とは異

10

20

30

40

50

なる基準電位を使用し、別の電源を使用することにより、補償電流を生成する構成要素が絶縁された状態で動作するようにしてもよく、これによって補償装置 100 A の信頼性を向上させることができる。

【0062】

補償変圧器 140 A において、1 次側 141 A と 2 次側 142 A との巻線比が $1 : N_{in}$ であると、2 次側 142 A に誘導される電流は、1 次側 141 A に流れる電流（すなわち、増幅電流）の $1 / N_{in}$ 倍であってもよい。

【0063】

補償変圧器 140 A を通して変換された電流は、補償コンデンサ部 150 A を通して大電流経路 111 A 及び 112 A（例えば、電力線）に、補償電流 I_{C1} 及び I_{C2} として注入されてもよい。補償コンデンサ部 150 A は、前述したように、補償変圧器 140 A によって生成された電流が、2 つの大電流経路 111 A 及び 112 A のそれぞれに流れる経路を提供することができる。

【0064】

一実施例によると、従って、補償電流 I_{C1} 及び I_{C2} は、第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} を相殺させるために、第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} と同じ大きさを有し、かつ位相は反対であってもよい。従って、増幅部 130 A の電流利得の大きさは、 $N_{sen} N_{inj}$ になるように設計されてもよい。

【0065】

補償コンデンサ部 150 A は、一端が補償変圧器 140 A の 2 次側 142 A と接続され、他の端が大電流経路 111 A 及び 112 A と接続される 2 つの Y-コンデンサ（Y-cap（Y-capacitor））を含んでもよい。上記の 2 つの Y-cap のそれぞれの一端は、補償変圧器 140 A の 2 次側 142 A と接続されるノードを共有し、上記の 2 つの Y-cap のそれぞれの反対端は、それぞれ第 1 の大電流経路 111 A 及び第 2 の大電流経路 112 A と接続されるノードを有してもよい。

【0066】

補償コンデンサ部 150 A は、補償変圧器 140 A によって誘導された補償電流 I_{C1} 及び I_{C2} を電力線に流してもよい。例えば、補償電流 I_{C1} 及び I_{C2} が、第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} を補償（又は相殺）することにより、電流補償装置 100 A は、ノイズを低減させることができる。

補償装置 100 A は、補償変圧器 140 A 及び検出変圧器 120 A を利用することで、絶縁式（isolated）構造を実現してもよい。

【0067】

図 4 A 及び図 4 B は、本発明の一実施例に係る検出部 120 の一例である検出変圧器 120 A の動作を説明する図である。

【0068】

特に、図 4 A は、検出変圧器 120 A が第 1 の誘導電流 I_{D1} を生成する原理を説明する図である。

【0069】

説明の便宜のために、検出変圧器 120 A の第 1 次側 121 A 及び第 2 次側 122 A は、図 4 A に示されたように構成されたことを前提に説明する。言い換えれば、検出変圧器 120 A のコア 123 A に、大電流経路 111 A 及び 112 A 及び第 2 次側 122 A の巻線が磁束及び／又は磁束密度の生成方向を考慮して巻取りされていることを前提に説明する。

【0070】

大電流経路 111 A に第 1 の電流 I_{11} が入力されることにより、コア 123 A には、磁束密度 B_{11} が誘導され得る。同様に、大電流経路 112 A に第 1 の電流 I_{12} が入力されることにより、コア 123 A には、磁束密度 B_{12} が誘導され得る。

【0071】

誘導された磁束密度 B_{11} 及び B_{12} によって、第 2 次側 122 A の巻線には、第 1 の

10

20

30

40

50

誘導電流 I_{D1} が誘導されてもよい。

【0072】

このように、検出変圧器 120A は、第1の電流 I_{11} 及び I_{12} によって誘導される第1の磁束密度 B_{11} 及び B_{12} が重なり合うことができるように（又は、互いに補強することができるように）構成され、2つ以上の大電流経路 111A 及び 112A と絶縁された第2次側 122A で第1の電流 I_{11} 及び I_{12} と対応される第1の誘導電流 I_{D1} を生成してもよい。

【0073】

一方、検出変圧器 120A は、2つ以上の大電流経路 111A 及び 112A のそれぞれに流れる第2の電流 I_{21} 及び I_{22} によって誘導される第2の磁束密度が所定の磁束密度の条件を満たすように構成されてもよい。

10

【0074】

図4Bは、第2の電流 I_{21} 及び I_{22} によって検出変圧器 120A に誘導される第2の磁束密度 B_{21} 及び B_{22} を説明する図である。

【0075】

図4Aと同様に、検出変圧器 120A の第1次側 121A 及び第2次側 122A は、図4Bに示されたように構成されたことを前提に説明する。言い換えれば、検出変圧器 120A のコア 123A に、2つ以上の大電流経路 111A 及び 112A 及び第2次側 122A の巻線が磁束及び／又は磁束密度の生成方向を考慮して巻取りされていることを前提に説明する。

20

【0076】

大電流経路 111A に第2の電流 I_{21} が入力されることにより、コア 123A には、磁束密度 B_{21} が誘導され得る。同様に、大電流経路 112A に第2の電流 I_{22} が入力（又は、出力）されることにより、コア 123A には、磁束密度 B_{22} が誘導され得る。

【0077】

検出変圧器 120A は、第2の電流 I_{21} 及び I_{22} （2つ以上の大電流経路 111A 及び 112A のそれぞれに流れる）によって誘導される第2の磁束密度 B_{21} 及び B_{22} が所定の磁束密度の条件を満たすように構成されてもよい。この時、所定の磁束密度の条件は、図4Bに示されたように、互いに相殺される条件であってもよい。

【0078】

言い換えれば、検出変圧器 120A は、2つ以上の大電流経路 111A 及び 112A のそれぞれに流れる第2の電流 I_{21} 及び I_{22} によって誘導される第2の誘導電流 I_{D2} が所定の第2の誘導電流の条件を満たすように構成されてもよい。この時、所定の第2の誘導電流条件は、第2の誘導電流 I_{D2} の大きさが所定の臨界大きさ未満の条件であってもよい。

30

【0079】

このように、検出変圧器 120A は、第2の電流 I_{21} 及び I_{22} によって誘導される第2の磁束密度 B_{21} 及び B_{22} が互いに相殺されるように構成され、第1の電流 I_{11} 及び I_{12} だけを検知されるようにしてもよい。

【0080】

検出変圧器 120A において、第1の周波数帯域（例えば、150kHz～30MHz の範囲を有する帯域）の第1の電流 I_{11} 及び I_{12} によって誘導される第1の磁束密度 B_{11} 及び B_{12} の大きさは、第2の周波数帯域（例えば、50Hz～60Hz の範囲を有する帯域）の第2の電流 I_{21} 及び I_{22} によって誘導される第2の磁束密度 B_{21} 及び B_{22} の大きさよりも大きくなるように構成されてもよい。

40

【0081】

本発明では、A 構成要素が B するように「構成」されるということは、A の構成要素のデザインパラメータが B することに適するように設定されていることを意味してもよい。例えば、検出変圧器 120A において、特定の周波数帯域の電流によって誘導される磁束の大きさが大きくなるように構成されるのは、検出変圧器 120A の大きさ、コアの直径

50

、巻取りの数、インダクタンスの大きさ、相互インダクタンスの大きさなどのパラメータが特定の周波数帯域の電流によって誘導される磁束の大きさが強くなるように適切に設定されたことを意味してもよい。

【0082】

検出変圧器120Aの第2次側122Aは、増幅部130Aに第1の誘導電流を供給するため、図2に示されたように、増幅部130Aの入力端と差動(Differential)で接続してもよい。また、増幅部130Aの構成に応じて、検出変圧器120Aの第2次側122Aは、増幅部130Aの入力端と増幅部130Aの基準電位(基準電位2)を接続する経路上に配置されてもよい。

【0083】

一方、上記のように、検出部120が検出変圧器120Aで実現されるのは、例示的なものであり、本発明の思想はこれに限定されない。従って、大電流経路111A及び112A上に共通モードで入力される第1の電流I11及びI12だけを検知することができる手段は、検出部120として制限されることなく使用されてもよい。

【0084】

ただし、これは例示的なものであり、本発明の思想はこれに限定されない。すなわち、大電流経路111A及び112A及び第2次側122Aの巻線がコア123Aに巻き取られる数は、電流補償装置100Aが使用されるシステムの要求条件に応じて適宜決定されてもよい。

【0085】

本発明の一実施例によると、検出変圧器120Aは、貫通開口を備え、少なくとも2つ以上の大電流経路上の第1の電流によって生成された磁束密度に基づいて出力信号を生成するコアを含んでもよい。このとき、コアは、開閉可能なクランプ構造であり、開放状態で、少なくとも2つ以上の大電流経路111A及び112Aのそれぞれが内側に挿入されてもよい。

【0086】

図5A及び図5Bは、本発明の一実施例に係る開閉可能なクランプ構造のコア123Aを含む検出変圧器120Aを説明する図である。

【0087】

図5Aを参照すると、検出部120は、クランプ構造のコア123Aを含む検出変圧器120Aで実現されてもよい。検出変圧器120Aの開口には、図示されたように、大電流経路111A及び112Aが挿入されてもよい。

【0088】

以下では、検出変圧器120Aのコア123Aに、大電流経路111A及び112A及び第2次側122Aの巻線が磁束及び／又は磁束密度の生成方向を考慮して挿入(又は、巻取り)されていることを前提に説明する。

【0089】

大電流経路111Aに第1の電流I11が入力されることにより、コア123Aには、磁束密度B11が誘導され得る。同様に、大電流経路112Aに第1の電流I12が入力されることにより、コア123Aには、磁束密度B12が誘導され得る。誘導された磁束密度B11及びB12によって、第2次側122Aの巻線には、第1の誘導電流ID1が誘導されてもよい。

【0090】

このように、検出変圧器120Aは、第1の電流I11及びI12によって誘導される第1の磁束密度B11及びB12が重なり合うことができるように(又は、互いに補強することができるように)構成され、2つ以上の大電流経路111A及び112Aと絶縁された第2次側122Aで第1の電流I11及びI12と対応される第1の誘導電流ID1を生成してもよい。

【0091】

一方、検出変圧器120Aは、2つ以上の大電流経路111A及び112Aのそれぞれ

10

20

30

40

50

に流れる第2の電流 I_{21} 及び I_{22} によって誘導される第2の磁束密度が所定の磁束密度の条件を満たすように構成されてもよい。

【0092】

図5Bは、本発明の検出変圧器120Aの第1次側121Aに大電流経路111A及び112Aが1回巻き取られた場合に、第2の電流 I_{21} 及び I_{22} によって検出変圧器120Aに誘導される第2の磁束密度 B_{21} 及び B_{22} を説明する図である。

【0093】

図5Bを参照すると、検出部120は、クランプ構造のコア123Aを含む検出変圧器120Aで実現されてもよい。図5Aと同様に、検出変圧器120Aの開口には、図示されたように、大電流経路111A及び112Aが挿入されてもよい。

【0094】

図4Bと同様に、検出変圧器120Aは、2つ以上の大電流経路111A及び112Aのそれぞれに流れる第2の電流 I_{21} 及び I_{22} によって誘導される第2の誘導電流 I_{D2} が所定の第2の誘導電流の条件を満たすように構成されてもよい。この時、所定の第2の誘導電流条件は、第2の誘導電流 I_{D2} の大きさが所定の臨界大きさ未満の条件であってもよい。

【0095】

このように、検出変圧器120Aは、第2の電流 I_{21} 及び I_{22} によって誘導される第2の磁束密度 B_{21} 及び B_{22} が互いに相殺されるように構成され、第1の電流 I_{11} 及び I_{12} だけを検知されるようにしてもよい。

ただし、これは例示的なものであり、本発明の思想はこれに限定されない。

【0096】

本発明の一実施例に係る検出変圧器120Aにおいて、大電流経路111A及び112A、及び第2次側122Aの巻線の両方はコア123Aに挿入されてもよい。このような場合、大電流経路111A及び112A、及び第2次側122Aの巻線が、単にコア123Aの開口を通過する形態で、検出変圧器120Aを構成してもよい。

【0097】

図5A及び図5Bに開示された本発明の実施例によると、コア123Aは、大電流経路111A及び112Aを中央開口に通過又は挿入させるため、一部が開閉可能なクランプ(c l a m p)構造であってもよい。

【0098】

本発明のクランプ式コア123Aは、開放された状態で、中央貫通開口を大電流経路111A及び112Aが通過して行くように構成されてもよく、大電流経路111A及び112Aが挿入された後、コア123Aの開放された部分を閉鎖してもよい。ただし、これは一例に過ぎず、コア123Aは、大電流経路111A及び112Aが貫通開口に挿入され得る多様な形状で実現されてもよい。例えば、コア123Aは、図5A及び図5Bに示すような円形に加え、四角形態の形状で実現されてもよい。

【0099】

このように、本発明の一実施例によると、コア123Aに大電流経路111A及び112Aが単に挿入(又は単に通過)されるように構成され、コア123Aに大電流経路111A及び112Aを数回巻取る検出部120と比較したとき、その大きさを劇的に減少させることができる。

【0100】

特に、高出力／高電流システムでは、大電流経路111A及び112Aとして厚い銅導線などの加工が容易ではない素材を使用するので、大電流経路111A及び112Aがコア123Aに単純に挿入されるようにすることで、高出力／高電流システムを用いて製品の生産性や組立性を向上させることができる。

【0101】

図6は、補償コンデンサ部150Aを通して流れる電流 I_{L1} 及び I_{L2} を説明する図である。

【0102】

図6を参照すると、補償コンデンサ部150Aは、補償コンデンサを通して2つの大電流経路111A及び112Aの間に流れる電流 I_{L1} が所定の第1の電流の条件を満たすように構成されてもよい。この時、所定の第1の電流条件は、電流 I_{L1} の大きさが所定の第1の臨界大きさ未満の条件であってもよい。

【0103】

また、補償コンデンサ部150Aは、補償コンデンサを通して、2つの大電流経路111A及び112Aのそれぞれと電流補償装置100Aの基準電位（基準電位1）との間に流れる電流 I_{L2} が所定の第2の条件を満たすように構成されてもよい。この時、所定の第2の電流条件は、電流 I_{L2} の大きさが所定の第2の臨界大きさ未満の条件であってもよい。

10

【0104】

補償コンデンサ部150Aに沿って2つの大電流経路111A及び112Aのそれぞれに流れる補償電流 I_{C1} 及び I_{C2} は、大電流経路111A及び112A上の第1の電流 I_{11} 及び I_{22} を相殺し、第1の電流 I_{11} 及び I_{22} が第2の装置200Aに送信されることを防止してもよい。一実施例によると、第1の電流 I_{11} 及び I_{22} 、及び補償電流は、同じ大きさを有し、かつ位相は互いに反対である電流であってもよい。

【0105】

これにより、本発明の一実施例に係る電流補償装置100Aは、第1の装置300Aと接続される2つの大電流経路111A及び112Aのそれぞれに、共通モードで入力される第1の電流 I_{11} 及び I_{12} を能動的に補償し、第2の装置200Aの誤動作や破損を防止することができる。

20

【0106】

図7は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置100A-1を概略的に示す。図7に示された補償装置100A-1は、補償装置100Aの一例であり得る。補償装置100A-1に含まれる増幅部130A-1は、補償装置100Aの増幅部130Aの一例である。

【0107】

補償装置100A-1において、補償装置100Aの増幅部130Aは、Op-ampを含む非反転増幅器の構造を有する増幅部130A-1で実現されている。増幅部130A-1では、基準電位2を基準に、第3の装置400AからOP-ampへ V_{cc} 及び $-V_{cc}$ の電源が供給されてもよい。増幅部130A-1に含まれる $R1$ 、 $R2$ 、 R_{f1} 、 C_{f1} 、 R_{f2} 、及び C_{f2} は、非反転増幅器の利得（gain）を周波数に応じて調節するための素子である。具体的には、第1の周波数帯域（例えば、150KHz～30MHz）内で伝導性放射（CE）の制限規格を満たすために、 $R1$ 、 $R2$ 、 R_{f1} 、 C_{f1} 、 R_{f2} 、及び C_{f2} の値が決定され得る。例えば、第1の電流 I_{11} 及び I_{12} と補償電流 I_{C1} 及び I_{C2} とは、互いに同様の大きさを有し、かつ位相は反対になるように、 $R1$ 、 $R2$ 、 R_{f1} 、 C_{f1} 、 R_{f2} 、及び C_{f2} の値を決定してもよい。

30

【0108】

例えば、検出変圧器120Aにおいて、1次側121Aと2次側122Aとの巻線比が $1:N_{sen}$ であり、補償変圧器140Aにおいて、1次側141Aと2次側142Aとの巻線比が $1:N_{inj}$ であると、 $R1$ 、 $R2$ 、 R_{f1} 、 C_{f1} 、 R_{f2} 、及び C_{f2} の値は、増幅部130A-1の電流利得が $N_{sen}N_{inj}$ になるように設計されてもよい。

40

【0109】

増幅部130A-1は、高域フィルタ（high pass filter）401を含んでもよい。高域フィルタ401に含まれる素子 $R0$ 及び $C0$ は、ノイズ低減の対象となる第1の周波数帯域以下の低周波で増幅部130A-1が動作することを遮断することができる。

一実施例により、補償装置100A-1の出力側（すなわち、第2の装置200A側）に、減結合コンデンサ部170A（図15を参照）が配置されてもよい。

50

【0110】

図8は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置100A-2を概略的に示す。図8に示された補償装置100A-2は、補償装置100Aの一例である。補償装置100A-2の増幅部130A-2は、補償装置100Aの増幅部130Aの一例である。

【0111】

補償装置100A-2は、補償装置100Aの増幅部130Aが、npn BJT及びpnp BJTを含むpush-pull増幅器構造を有する増幅部130A-2で実現されている。

【0112】

増幅部130A-2の入力端には、2次側122Aに抵抗 R_{in} が並列接続されてもよい。10 R_{in} は、増幅部130A-2の入力インピーダンスを調節してもよい。 C_b 及び C_e は、AC信号のみが選択的に結合させることができる。

【0113】

第3の装置400Aは、増幅部130A-2を駆動するために、基準電位2を基準とするDC低電圧(V_{DC})を供給する。 C_{DC} は、DC用の減結合コンデンサであり、第3の装置400Aに並列接続されてもよい。 C_{DC} は、npn BJT及びpnp BJTの両方のコレクタの間をAC信号のみが選択的に結合させてもよい。

【0114】

増幅部130A-2において、 R_{npn} 、 R_{pnp} 、 R_{bb} 、及び R_e は、BJTの動作点を調節してもよい。 R_{npn} 、 R_{pnp} 、 R_{bb} 、及び R_e は、BJTの動作点に応じて設計されてもよい。 R_{npn} は、npn BJTのコレクタ(collector)端であり、第3の装置400A端と、npn BJTのベース(base)端を接続してもよい。 R_{bb} は、npn BJTのベース(base)端と、pnp BJTのベース端とを接続してもよい。 R_{pnp} は、pnp BJTのコレクタ(collector)端であり、かつ基準電位2と、pnp BJTのベース端とを接続してもよい。20

【0115】

一方、検出変圧器120Aにおいて、1次側121Aと2次側122Aとの巻線比が1: N_{sen} であり、補償変圧器140Aにおいて、1次側141Aと2次側142Aとの巻線比が1: N_{inj} であると、増幅部130A-2の電流利得は、 $N_{sen}N_{inj}$ になるように設計してもよい。30

【0116】

一方、BJTのベース(base)－エミッタ(emitter)の間に印加される電圧に応じて、コレクタ(collector)－エミッタ(emitter)に流れる電流が変わる。ノイズによる増幅部130A-2の入力電圧が0よりも大きい正のスイング(positive swing)の場合には、npn BJTが動作可能である。このときの動作電流は、第1の経路501を通して流れてもよい。ノイズによる増幅部130A-2の入力電圧が0よりも小さい負のスイング(negative swing)の場合には、pnp BJTが動作可能である。このときの動作電流は、第2の経路502を通して流れてもよい。

【0117】

一方、BJT素子のトランスコンダクタンス(transconductance) (BJTの入力電圧に対する出力電流の比)を $g_{m,BJT}$ とすると、増幅部130A-2の全体トランスコンダクタンス(transconductance) $g_{m,BJT}$ は、数式1のように表すことができる。40

【数式1】

$$g_{amp} = \frac{I_{out}}{V_{sen}} = \frac{g_{m,BJT}}{1 + g_{m,BJT} R_e}$$

【0118】

10

20

30

40

50

数式 1 において、 I_{out} は、増幅部 130A-2 の出力電流として、補償変圧器 140A の 1 次側 141A に流れる電流である。 V_{sen} は、増幅部 130A-2 の入力電圧として、増幅部 130A-2 の差動入力端の両端の電位差、すなわち、検出変圧器 120A の 2 次側 122A に誘導される電圧である。 $g_{m,BJT}$ は、上述したように、BJT がフィードバックループなしで自ら有するトランスコンダクタンス（入力電圧に対する出力電流の比）を示す。

【0119】

従って、増幅部 130A-2 の電流利得 $A_{i,amp}$ は、数式 2 のように表すことができる。

【数式 2】

$$A_{i,amp} = \frac{I_{out}}{I_{sen}} \approx g_{m,amp} R_{in} = \frac{g_{m,BJT}}{1 + g_{m,BJT} R_e} R_{in}$$

10

【0120】

数式 2 において、 I_{sen} は、増幅部 130A-2 の入力電流として、検出変圧器 120A によって 2 次側 122A に誘導される電流である。 I_{out} は、増幅部 130A-2 の出力電流として、補償変圧器 140A の 1 次側 141A に流れる電流である。

【0121】

このことから、増幅部 130A-2 の電流利得は、数式 3 のように近似され得る。

20

【数式 3】

$$A_{i,amp} \approx \frac{R_{in}}{R_e}$$

【0122】

一方、上述したように、増幅部 130A-2 の電流利得 $A_{i,amp}$ は、 $N_{sen} N_{inj}$ になるように設計されることで、補償電流 IC1 及び IC2 及び第 1 の電流 I11 及び I12 の大きさが等しくなってもよく、補償電流 IC1 及び IC2 で第 1 の電流 I11 及び I12 を相殺してもよい。

30

【0123】

補償電流 IC1 及び IC2 で第 1 の電流 I11 及び I12 を相殺させるために、増幅部 130A

−2 の電流利得 $A_{i,amp}$ $(\approx \frac{R_{in}}{R_e})$ は、 N_{inj} になるように設計されてもよい。

【0124】

一実施例により、補償装置 100A-2 の出力側（すなわち、第 2 の装置 200A 側）に、選択的に減結合コンデンサ部 170A（図 15 を参照）が配置されてもよい。

【0125】

図 9A は、本発明の一実施例に係る補償装置 100A-3 を概略的に示す。補償装置 100A-3 は、電流補償装置 100A の一例であり、増幅部 130A-3 は、増幅部 130A の一例であってもよい。

40

【0126】

補償装置 100A-3 は、補償装置 100A の増幅部 130A が、npn BJT 及び pnp BJT を含む push-pull 増幅器構造を有する増幅部 130A-3 で実現されている。

増幅部 130A-3 の Cb 及び Ce は、AC 信号のみが選択的に結合させることができる。

【0127】

50

第3の装置400Aは、増幅部130A-3を駆動するために、基準電位2を基準とするDC低電圧 V_{DC} を供給する。 C_{DC} は、上記の V_{DC} に対するDC用の減結合コンデンサであり、第3の装置400Aに並列接続されてもよい。 C_{DC} は、npn BJT及びpnp BJTの両方のコレクタの間をAC信号のみが選択的に結合させてもよい。

【0128】

増幅部130A-3において、 R_{npn} 、 R_{pnp} 、 R_{bb} 、及び R_e は、BJTの動作点を調節してもよい。 R_{npn} は、npn BJTのコレクタ (collector) 端であり、第3の装置400A端と、npn BJTのベース (base) 端を接続してもよい。 R_{bb} は、npn BJTのベース (base) 端と、pnp BJTのベース端とを接続してもよい。 R_{pnp} は、pnp BJTのコレクタ (collector) 端であり、かつ基準電位2と、pnp BJTのベース端とを接続してもよい。

10

【0129】

一方、一実施例において、検出変圧器120Aの2次側122A側は、両BJTのベース及びエミッタ端に接続されてもよく、補償変圧器140Aの1次側141Aは、両BJTのコレクタ及びベースに接続されてもよい。増幅部130A-3は、出力電流をBJTのベースに再注入させる回帰構造を有してもよい。回帰構造のため、増幅部130A-3は、補償装置100A-3の動作のための一定の電流利得を安定的に得ることができる。

【0130】

ノイズによる増幅部130A-3の入力電圧が0よりも大きい正のスイング (positive swing) の場合には、npn BJTが動作可能である。このときの動作電流は、第1の経路601を通して流れてもよい。ノイズによる増幅部130A-3の入力電圧が0よりも小さい負のスイング (negative swing) の場合には、pnp BJTが動作可能である。このときの動作電流は、第2の経路602を通して流れてもよい。

20

【0131】

図9Bは、図9Aの増幅器を単純化した図である。

図9Bを参照すると、検出変圧器120Aの第2次側122Aに生成された誘導電流 I_i (又は I_{sen}) 増幅部130A-3に入力される第1の誘導電流、又は第1の誘導電流を含む出力信号であってもよい。また、 $I_{O_{BJT}}$ (又は $I_{out, BJT}$) は、補償変圧器140Aの第1次側141Aを通る $I_{O_{BJT}}$ は増幅部130A-3から出力された増幅電流又は増幅信号であってもよい。

30

【0132】

一方、BJT素子自体が有する電流利得 β は、数式4のように表すことができる。

【数式4】

$$\beta = \frac{I_{out, BJT}}{I_{sen} + I_{out, BJT}}$$

【0133】

数式4において、 β は、BJT素子自体が有する電流利得を表し、 I_{sen} は、 I_i を表し、検出変圧器120Aの2次側122Aに流れる電流であり、 $I_{out, BJT}$ は、 $I_{O_{BJT}}$ を表し、補償変圧器140Aの1次側141Aに流れる電流である。 I_{sen} を $I_{out, BJT}$ の関数で表すと数式5のようになる。

40

【数式5】

$$I_{sen} = \frac{I_{out, BJT}}{\beta} - I_{out, BJT} = \frac{1-\beta}{\beta} I_{out, BJT}$$

【0134】

50

従って、増幅部 130A-3 の電流利得 $A_{i,amp}$ は、数式 6 のように表すことができる。

【数式 6】

$$A_{i,amp} = \frac{I_{out,BJT}}{I_{sen}} = -\frac{-\beta}{1+(-\beta)} \approx -1$$

【0135】

BJT の電流利得 β は、1 よりも非常に大きな値（例えば、100 以上）を有するので、 $A_{i,amp}$ は、-1 に近似することができる。従って、例えば、補償装置 100A-3 の場合、 $N_{sen}N_{inj} = 1$ を満たすように設計されることにより、補償電流 I_{C1} 及び I_{C2} で第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} を相殺してもよい。

10

【0136】

補償装置 100A-2 の増幅部 130A-2 とは異なり、補償装置 100A-3 の増幅部 130A-3 は、入力端に R_{in} が存在しておらず、補償する出力電流 $I_{out,BJT}$ を再び入力端に帰還させるフィードバック構造を有することができる。従って、増幅部 130A-3 は、電流利得に制限的である代わりに、増幅部 130A-2 より安定的に電流利得を得ることができる。

【0137】

実施例により、補償装置 100A-3 の出力側（すなわち、第 2 の装置 200A 側）に、減結合コンデンサ部 170A（図 15 を参照）が配置されてもよい。

20

【0138】

図 10A 及び図 10B は、本発明の一実施例に係る補償装置 100A-4 の増幅部 130A-4 を説明する図である。

【0139】

図 10A を見ると、本発明の一実施例に係る増幅部 130A-4 は、増幅素子の増幅比率を調節する少なくとも 1 つのインピーダンス Z_1 及び Z_2 を含んでもよい。

【0140】

例えば、増幅部 130A-4 は、npn 型 BJT、pnp 型 BJT、BJT それぞれのエミッタ（Emitter）端のコンデンサ C_e 、BJT それぞれのベース（Base）端のコンデンサ C_b 、BJT それぞれのコレクタ（Collector）端の抵抗 R_{npn} 及び R_{pnp} 、2 つの BJT のエミッタ端の抵抗 R_e 、2 つの BJT のベース端の抵抗 R_{bb} を含んでもよい。2 つの BJT それぞれのエミッタ（Emitter）端のコンデンサ C_e の第 1 の端は、検出変圧器 120A の第 2 次側 122A と接続され、第 2 の端は、BJT それぞれのエミッタ（Emitter）端に接続されたものであってもよい。BJT それぞれのコレクタ（Collector）端の抵抗 R_{npn} 及び R_{pnp} は、2 つの BJT のエミッタ端の抵抗 R_e 、及び 2 つの BJT のベース端の抵抗 R_{bb} は、それぞれ BJT の DC 動作点を設計するための構成であってもよい。

30

【0141】

増幅部 130A-3 と対比してみると、図 10A の増幅器は、増幅素子の増幅比率を調節する少なくとも 1 つのインピーダンス Z_1 及び Z_2 を含んでもよい。第 1 のインピーダンス Z_1 及び第 2 のインピーダンス Z_2 は、それぞれ抵抗 R 素子、コンデンサ C 素子、又はインダクタ L 素子を 1 つ又はそれ以上で複合的に使用して実現されてもよい。

40

【0142】

例えば、第 1 のインピーダンス Z_1 及び第 2 のインピーダンス Z_2 は、それぞれ RC 直列又は RLC 直列に実現されてもよく、周波数に応じた電流補償の位相及び大きさをより精巧に補償するように設計されてもよい。

【0143】

第 1 のインピーダンス Z_1 の第 1 の端は、補償変圧器 140A の第 1 次側 141A に接

50

続されたものであってもよく、第2の端は、2つのBJTそれぞれのエミッタ（E m i t t e r）端と接続されてもよい。また、第2のインピーダンスの第1の端は、補償変圧器140Aの第1次側141Aに接続されたものであってもよく、第2の端は、BJTそれぞれのベース（B a s e）端のコンデンサC bに接続されたものであってもよい。

【0144】

本発明の他の実施例に係る増幅部130A-4の増幅度 $A_{i,amp}$ は、前述した少なくとも1つのインピーダンス Z_1 及び Z_2 の値に応じて調節してもよい。例えば、第1のインピーダンス Z_1 は、 R_1 であり、第2のインピーダンス Z_2 が $(n-1)R_1$ である場合、増幅度 $A_{i,amp}$ は、 $-n$ （ $n>1$ ）で設計可能である。このとき、 n の設計値は、素子の特性誤差を考慮し、チューニング可能である。

10

【0145】

図10Bは、図10Aの増幅器を単純化した図である。

図10Bを参照すると、検出変圧器120Aの第2次側122Aに生成された第1の誘導電流 I_i は、増幅部130A-4に入力される入力電流であってもよい。また、補償変圧器140Aの第1次側141Aを通る増幅電流 I_{OBT} は、増幅部130Aから出力された出力電流であってもよい。

増幅部130Aの増幅度 $A_{i,amp}$ は、数式7のように表すことができる。

【数式7】

$$A_{i,amp} = \frac{I_{OBT}}{I_i} = \frac{1}{-1 - \frac{1}{\beta} + \frac{z_2 + \frac{r_{\pi}}{\beta}}{z_1 + z_2}} \approx -n$$

20

（ $\beta \gg 1$ 、 $Z_2 \gg r_{\pi}/\beta$ 、 $Z_1 = R_1$ 、 $Z_2 = (n-1)Z_1$ ）

【0146】

数式7のように、本発明の増幅器は、電流増幅度 $A_{i,amp} = -n$ （ $n>1$ ）で設計することが可能である。上記の例によると、増幅度 $A_{i,amp}$ を $N_{sen} * N_{inj}$ に設計してもよく、誤差を考慮し、上記の Z_1 及び Z_2 を設定することにより、電流増幅度の正確なチューニングが可能である。

【0147】

30

特に、電流補償装置が図5A及び5Bで説明したクランプ構造の検出部120Aを含む場合、第1の電流の検出利得が大きくないので、少なくとも1つのインピーダンス Z_1 及び Z_2 を適切に調節することにより、検出部120Aによる利得の低下を補完することができる。

【0148】

図11は、本発明の他の一実施例に係る補償装置100Bの構成を概略的に示す図である。以下では、前述した図面の内容と重複する内容の説明は省略する。

【0149】

本発明の他の一実施例に係る補償装置100Bは、第1の装置300Bと接続される大電流経路111B、112B、113Bのそれぞれに共通モードで入力される第1の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} を能動的に補償してもよい。

40

【0150】

このため、本発明の他の一実施例に係る補償装置100Bは、3つの大電流経路111B、112B、113Bと、検出変圧器120Bと、増幅部130Bと、補償変圧器140Bと、補償コンデンサ部150Bとを含んでもよい。

【0151】

前述した実施例に係る補償装置と対比してみると、補償装置100Bは、3つの大電流経路111B、112B、113Bを含み、これによって検出変圧器120Bと補償コンデンサ部150Bとの間に相異点が生じる。従って、以下では、上述した相異点を中心に補償装置100Bについて説明する。

50

【0152】

本発明の他の一実施例に係る補償装置100Bは、互いに区別される第1、第2、第3の大電流経路111B、112B、113Bを含んでもよい。一実施例によると、第1の大電流経路111BはR相、第2の大電流経路112BはS相、第3の大電流経路113BはT相の電力線であってもよい。第1の電流I11、I12、I13は、第1の大電流経路111B、第2の大電流経路112B、及び第3の大電流経路113Bのそれぞれに共通モードで入力されてもよい。

【0153】

一実施例によると、検出変圧器120Bの第1次側121Bは、第1、第2、第3の大電流経路111B、112B、113Bのそれぞれに配置され、2次側122Bに誘導電流を生成してもよい。3つの大電流経路111B、112B、113B上の第1の電流I11、I12、I13によって検出変圧器120Bに生成される磁束密度は、互いに補強されてもよい。

10

【0154】

一方、補償装置100Bは、3つの大電流経路111B、112B、113Bを含む場合、図5A及び5Bなどのクランプ式検出部を使用すると、検出部の大きさ及び補償装置100Bの大きさの減少効果を最大化することができる。

【0155】

一方、補償コンデンサ部150Bは、補償変圧器によって生成された補償電流IC1、IC2、IC3が第1の大電流経路111B、第2の大電流経路112B、及び第3の大電流経路113Bのそれぞれに流れる経路を提供することができる。

20

【0156】

このような実施例に係るアクティブ電流補償装置100Bは、3相3線の電力システムの3つの大電流経路上に共通モードで発生する第1の電流I11、I12、I13を補償（又は相殺）するために使用されてもよい。

【0157】

図12は、本発明のまた他の一実施例に係る補償装置100Cの構成を概略的に示す図である。以下では、前述した図面の内容と重複する内容の説明は省略する。

【0158】

補償装置100Cは、第1の装置300Cと接続される大電流経路111C、112C、113C、114Cのそれぞれに共通モードで入力される第1の電流I11、I12、I13、I14を能動的に補償してもよい。

30

【0159】

このため、本発明の一実施例に係る補償装置100Cは、4つの大電流経路111C、112C、113C、114Cと、検出変圧器120Cと、増幅部130Cと、補償変圧器140Cと、補償コンデンサ部150Cとを含んでもよい。

【0160】

前述した実施例に係る補償装置と対比してみると、補償装置100Cは、4つの大電流経路111C、112C、113C、114Cを含み、これによって検出変圧器120Cと補償コンデンサ部150Cと間に相異点が生じる。従って、以下では、上述した相異点を中心に補償装置100Cについて説明する。

40

【0161】

一実施例に係る補償装置100Cは、互いに区別される第1、第2、第3、及び第4の大電流経路111C、112C、113C、114Cを含んでもよい。一実施例によると、第1の大電流経路111CはR相、第2の大電流経路112CはS相、第3の大電流経路113CはT相、第4の大電流経路114CはN相の電力線であってもよい。第1の電流I11、I12、I13、I14は、第1の大電流経路111C、第2の大電流経路112C、第3の大電流経路113C、及び第4の大電流経路114Cのそれぞれに共通モードで入力してもよい。

【0162】

50

一実施例によると、検出変圧器 120C の第 1 次側 121C は、第 1、第 2、第 3、及び第 4 の大電流経路 111C、112C、113C、114C のそれぞれに配置され、2 次側 122C に誘導電流を生成してもよい。4 つの大電流経路 111C、112C、113C、114C 上の第 1 の電流 I11、I12、I13、I14 によって検出変圧器 120C に生成される磁束密度は、互いに補強されてもよい。

【0163】

一方、補償装置 100C は、4 つの大電流経路 111C、112C、113C、114C を含む場合、図 5A 及び 5B のようなクランプ式検出部を使用すると、検出部の大きさ及び補償装置 100C の大きさの減少効果を最大化することができる。

【0164】

一方、補償コンデンサ部 150C は、補償変圧器によって生成された補償電流 IC1、IC2、IC3、IC4 が第 1 の大電流経路 111C、第 2 の大電流経路 112C、第 3 の大電流経路 113C、及び第 4 の大電流経路 114C のそれぞれに流れる経路を提供することができる。

【0165】

このような実施例に係る補償装置 100C は、3 相 4 線の電力システムの 4 つの大電流経路上に共通モードで発生される第 1 の電流 I11、I12、I13、I14 を補償（又は相殺）するために使用されてもよい。

【0166】

図 13 は、本発明の一実施例により、図 11 に示された実施例に係る補償装置 100B が使用されるシステムの構成を概略的に示した図である。

【0167】

実施例に係る補償装置 100B は、第 2 の装置 200B と第 1 の装置 300B とを接続する大電流経路上で 1 つ以上の他の補償装置 500 と共に使用されてもよい。

【0168】

例えば、実施例に係る補償装置 100B は、共通モード（Common Mode）で入力される第 1 の電流を補償する第 1 の補償装置 510 と共に使用してもよい。この時、第 1 の補償装置 510 は、補償装置 100B と同様に能動素子で実現されてもよく、受動素子のみで実現されてもよい。

【0169】

また、実施例に係る補償装置 100B は、差動モード（Differential Mode）で入力される第 3 の電流を補償する第 2 の補償装置 520 と共に使用してもよい。このとき、第 2 の補償装置 520 はまた、能動素子で実現されてもよく、受動素子のみで実現されてもよい。

【0170】

また、実施例に係る補償装置 100B は、電圧を補償する第 n の補償装置 530 と共に使用してもよい。このとき、第 n の補償装置 530 はまた、能動素子で実現されてもよく、受動素子のみで実現されてもよい。

【0171】

一方、図 13 で説明する補償装置 500 の種類や数量、配置順序は、例示的なものであり、本発明の思想はこれに限定されない。従って、システムの設計に応じて様々な数量及び種類の補償装置がシステムに含まれてもよい。また、選択的に、図 13 に示された実施例は、本明細書の他の全ての実施例にも同様に適用され得ることはもちろんである。

【0172】

図 14 は発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 101 を含むシステムの構成を概略的に示す。図 14 を参照すると、補償装置 101 は、図 1 に示された補償装置に加え、減結合コンデンサ部 170 をさらに含んでもよい。前述した実施例と重複する構成要素の詳細な説明は省略する。

【0173】

減結合コンデンサ部 170 は、前述した補償部 160 から第 2 の装置 200 側への出力

10

20

30

40

50

インピーダンスが所定の条件を満たすようにする手段であってもよい。言い換えれば、減結合コンデンサ部 170 は、補償電流が、少なくとも 2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 に沿って、第 2 の装置 200 側に出力されるようにし、再び補償装置 101 側に戻らないようにするための手段であってもよい。

【0174】

例えば、補償装置 101 は、補償部 160 からの出力インピーダンスが補償部 160 自体のインピーダンス以下の条件を満たす場合、共通モードで入力された第 1 の電流の補償効果を高めることができる。上記の一実施例によると、補償電流の少なくとも一部が上記の第 2 の装置 200 側に流れる量が、補償電流の少なくとも一部が 2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 のそれぞれに沿って補償装置 101 の内部側に流れる量よりも大きい条件を満たすことができる。

10

【0175】

第 2 の装置 200 側のインピーダンスは、電力システム及びフィルタの周囲の状況に応じて任意に変わってもよい。例えば、家電製品の場合、その構成要素（例えば電動機、電熱器、発光素子など）に応じて、様々なインピーダンス値を有してもよい。

【0176】

減結合コンデンサ部 170 は、補償装置 101 の補償電流の出力性能が第 2 の装置 200 のインピーダンス値の変化に応じて大きく変動しないようにし、様々なシステムで適用できるようにする。

【0177】

一実施例に係る補償装置 100 及び 101 は、第 1 の装置 300 側から入力されるノイズを電源側の前端で補償する、フィードフォワード（Feed forward）タイプの補償フィルタであってもよい。しかしながら、本発明はこれに限定されず、図 23 及び図 47 などで図示されたように、本発明は、電源側の前端で検出されたノイズを後端で補償するタイプの補償装置も含んでもよい。

20

【0178】

図 15 は、図 14 に示された一実施例に係る補償装置 101 の具体的な一例を概略的に示す。図 15 を参照すると、補償装置 101 A は、図 3 に示された補償装置 100 A に、減結合コンデンサ部 170 A をさらに含んでもよい。

【0179】

減結合コンデンサ部 170 A は、補償部 160 A から第 2 の装置 200 A 側への出力インピーダンスが所定の条件を満たすようにする手段であってもよい。

30

【0180】

第 1 の装置 300 A 側のインピーダンス Z_n 及び／又は第 2 の装置 200 A 側のインピーダンス Z_{line} は、電力システム及びフィルタの周囲の状況に応じて任意に変わってもよい。減結合コンデンサ部 170 A は、補償装置 101 A の補償電流の出力性能が、第 2 の装置 200 A のインピーダンス値の変化に応じて大きく変動しないようにしてもよい。

【0181】

このような減結合コンデンサ部 170 A は、第 2 の装置 200 A と補償コンデンサ部 150 A とを接続する少なくとも 2 つ以上の大電流経路 111 A 及び 112 A のそれぞれから分岐された経路上に配置される少なくとも 2 つ以上のコンデンサを含んでもよい。

40

【0182】

図 15 を参照すると、減結合コンデンサ部 170 A に含まれる 2 つのコンデンサそれぞれの一端は、補償装置 101 A の基準電位（基準電位 1）に接続されてもよく、上記の 2 つのコンデンサのそれぞれの反対端は、それぞれ第 1 の大電流経路 111 A 及び第 2 の大電流経路 112 A と接続されてもよい。一実施例によると、減結合コンデンサ部 170 A は、補償装置 101 A の電源側（すなわち、第 2 の装置 200 A 側）に接続されてもよい。ただし、これに限定されない。

【0183】

50

減結合コンデンサ部 170A のインピーダンス Z_Y は、ノイズ低減の対象となる第 1 の周波数帯域で十分に小さい値を有するように設計されてもよい。例えば、減結合コンデンサ部 170A のインピーダンス Z_Y は、数式 8 を満たすことができる。

【数式 8】

$$Z_{line} || Z_Y \approx Z_Y$$

【0184】

数式 8 を参照すると、補償装置 101A から第 2 の装置 200A 側を見たインピーダンス $Z_{line} || Z_Y$ は、減結合コンデンサ部 170A により、任意の Z_{line} 値に関わらず、設計された Z_Y の値を有することができる。例えば、減結合コンデンサ部 170A のインピーダンス Z_Y は、指定された周波数帯域（例えば、第 1 の周波数帯域）内で指定された値よりも小さい値を有するように設計されてもよい。減結合コンデンサ部 170A のインピーダンス Z_Y がノイズ低減の対象となる第 1 の周波数帯域で十分に小さい値を有することで、電流補償装置 101A が第 2 の装置 200A 側のインピーダンス Z_{line} に関わらず、正常に動作してもよい。

【0185】

減結合コンデンサ部 170A の結合により、補償装置 101A は、いくつかのシステムにおいても、独立的なモジュールとして使用され得る。

【0186】

一方、本発明の一実施例に係る検出部 120 は、一般的な検出変圧器 120A 又は図 5A 及び 5B で説明したクランプ構造を含んでもよい。

【0187】

一実施例によると、検出部 120 は、ノイズ第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} を検出することを目的としているので、大きなインピーダンスを有する必要がない。検出変圧器 120A 又はクランプ構造は、受動フィルタ（例えば、CM チョーク）のインピーダンスの千分の一から百分の一のインピーダンスを有することができる。従って、検出変圧器 120A の大きさは、CM チョークの大きさよりもはるかに小さくなることができる。

【0188】

一方、補償装置 101 及び 101A の増幅部 130 及び 130A が、前述した様々な実施例に係る増幅部 130A-1、130A-2、130A-3、130A-4 を含んでもよいことはもちろんである。以下においても同様である。

【0189】

図 16 は、本発明の一実施例に係る補償装置 101C の構成を概略的に示す図である。以下では、前述した図面の説明と重複する内容は省略する。

【0190】

図 16 に示された補償装置 101C は、図 11 に示された補償装置 100B の出力側（すなわち、第 2 の装置 200C 側に、減結合コンデンサ部 170C をさらに含んでもよい。

【0191】

減結合コンデンサ部 170C は、3 つのコンデンサを含んでもよい。上記の 3 つのコンデンサのそれぞれの一端は、それぞれ第 1 の大電流経路 111C、第 2 の大電流経路 112C、及び第 3 の大電流経路 113C に接続されてもよい。上記の 3 つのコンデンサの反対端は、電流補償装置 100C の基準電位（基準電位 1）に接続されてもよい。

【0192】

減結合コンデンサ部 170C のインピーダンス Z_Y は、ノイズ低減の対象となる第 1 の周波数帯域で指定された値よりも小さい値を有するように設計されてもよい。減結合コンデンサ部 170C の結合のために、電流補償装置 100C は、いくつかのシステム（例えば、3 相 3 線システム）においても、独立したモジュールとして使用され得る。

【0193】

図示されてはいないが、図12に示すような3相4線システムにおいても、4つのコンデンサを含む減結合コンデンサ部が結合されてもよいことはもちろんである。一例を挙げると、3相4線システムにおいて、4つのコンデンサを含む減結合コンデンサ部は、補償コンデンサ部と第2の装置との間に配置されてもよい。ただし、これに限定されない。

【0194】

図17は、本発明の一実施例に係る補償装置102を含むシステムの構成を概略的に示す。電流補償装置102は、図1に示された補償装置100において、外乱保護部13のみを加えたものであってもよい。補償装置102には、上述した実施例に係る補償装置の全てが適用されてもよい。従って、外乱保護部13による相異点を中心に説明する。

10

【0195】

図17を参照すると、補償装置102は、前述したような検出部120、増幅部130、補償部160に加え、外乱保護部13をさらに含んでもよい。

【0196】

外乱保護部13は、外乱(d i s t u r b a n c e)から増幅部130を保護することができる。例えば、増幅部130に含まれる能動素子が外乱保護部13によって保護され得る。

【0197】

補償装置102は、電気機器に実装されてもよいが、一般的には電気機器が動作する状況は安定しないことがある。すなわち、補償装置102に外部から過電圧又は過電流など、妨害信号が大電流経路111及び112を通して入ることができる。例えば、雷や雷サージ(l i g h t n i n g s u r g e)などにより、数kVのパルス電圧が大電流経路111及び112のうちの少なくとも1つに発生し得る。上述したような過電圧／過電流は、検出部120又は補償部160を通して増幅部130に送信されてもよい。増幅部130は、様々な種類の能動素子を含んでもよく、外部妨害に脆弱であり、過電圧／過電流により誤動作又は故障が発生する場合がある。

20

【0198】

本発明の様々な実施例において、補償装置102は、大電流経路111及び112から増幅部130が絶縁される構造を有することにより、上述した外乱から増幅部130を一次的に保護することができる。

30

【0199】

さらに確実に、外乱からの保護のために補償装置102は、外乱保護部13を含んでもよい。一実施例において、外乱保護部13は、検出部120と増幅部130とが接続される増幅部130の入力端及び検出部120と補償部160とが接続される増幅部130の出力端のうちの少なくとも1つに、所定の臨界電圧以上の電圧が印加される場合、印加された電圧を上記の臨界電圧以下の電圧に制限することができる。例えば、外乱保護部13は、検出部120を通して増幅部130に送信される過電圧を遮断するための第1の外乱保護部11と、補償部160を通して増幅部130に送信される過電圧を遮断するための第2の外乱保護部12とを含んでもよい。

【0200】

一実施例によると、第1の外乱保護部11は、増幅部130の入力端と差動(d i f f e r e n t i a l)で接続されてもよい。第1の外乱保護部11は、検出部120の出力端に並列に接続されてもよい。第2の外乱保護部12は、補償部160の入力端に並列に接続されてもよい。

40

第1の外乱保護部11及び第2の外乱保護部12は、大電流経路111及び112から絶縁されてもよい。

【0201】

一実施例によると、第1の外乱保護部11は、増幅部130の入力端に所定の臨界電圧未満の電圧が印加される場合、第1のインピーダンスを有し、増幅部130の入力端に所定の臨界電圧以上の電圧が印加される場合、上記の第1のインピーダンスよりも低い第2

50

のインピーダンスを有してもよい。第1のインピーダンスは非常に大きな値であり、例えば、無限大に近い値であってもよい。同様に、第2の外乱保護部12は、増幅部130の出力端に所定の臨界電圧未満の電圧が印加される場合、第1のインピーダンスを有し、増幅部130の出力端に所定の臨界電圧以上の電圧が印加される場合、上記の第1のインピーダンスよりも低い第2のインピーダンスを有してもよい。

【0202】

一実施例によると、外乱保護部13は、外乱保護部13にかかる電圧が指定された電圧未満であるときに、外乱保護部13を通して電流を流さないが、外部過電圧により外乱保護部13にかかる電圧が指定された電圧以上になると、電流を（並列に）流すことにより、増幅部130に過電圧が送信されないように増幅部130を保護することができる。

10

【0203】

図18は、本発明の一実施例に係る補償装置102Aを概略的に示す。電流補償装置102Aは、図2に示された補償装置100Aにおいて、外乱保護部13の例として、第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aのみを加えたものであってもよい。補償装置102Aは、上述した実施例に係る様々な補償装置又は増幅部の全てが適用され得る。第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aによる相異点を中心に説明する。

【0204】

図18を参照すると、補償装置102Aは、検出変圧器120A、増幅部130A、及び補償部160A（例えば、補償変圧器140A及び補償コンデンサ部150A）に加え、第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aを含んでもよい。

20

【0205】

第1の外乱保護素子11A及び第2の外乱保護素子12Aは、前述した第1の外乱保護部11及び第2の外乱保護部12の一例であってもよい。

【0206】

第1の外乱保護素子11A及び第2の外乱保護素子12Aは、TVS（Transient Voltage Suppression）ダイオード素子を含んでもよい。ただし、これに限定されない。

【0207】

例えば、雷サージなどの外部過電圧Sは、大電流経路111A及び112Aのうちの少なくとも1つに発生することがある。例えば、図18のように、第2の大電流経路112Aに外部過電圧Sが発生した場合、これは、第1の送信経路P1又は第2の送信経路P2を通して磁気エネルギーの形態で増幅部130Aに送信されてもよい。第1の送信経路P1は、検出変圧器120Aを通じた経路であり、第2の送信経路P2は、補償変圧器140Aを通じた経路を示す。増幅部130Aの能動素子は、外部の妨害を受けやすいため、保護装置が必要である。

30

【0208】

第1の外乱保護素子11Aは、第1の送信経路P1に送信される過電圧から増幅部130Aを保護するために、検出変圧器120Aの2次側122Aに並列に接続されてもよい。第2の外乱保護素子12Aは、第2の送信経路P2に送信される過電圧から増幅部130Aを保護するために、補償変圧器140Aの1次側141Aに並列に接続されてもよい。

40

【0209】

第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aは、例えば、TVSダイオード素子を含んでもよい。このとき、TVSダイオード素子による増幅部130Aの性能減少を最小限に抑えるため、十分に低い（例えば、指定された値以下の）ダイオード接合容量（junction capacitance）を有するTVSダイオード素子が使用されてもよい。例えば、TVSダイオードの接合容量は、数百pF以下であってもよい。第1及び第2の外乱保護素子11A及び12AのTVSダイオードが低い接合容量を有しても、絶縁式構造により、その耐久性が確保され得る。

【0210】

50

第1及び第2の外乱保護素子11A及び12A（例えば、TVSダイオード）は、降伏電圧（breakdown voltage）を有してもよい。例えば、第1の外乱保護素子11Aにかかる電圧が降伏電圧未満であるときに、第1の外乱保護素子11Aを通して電流が流れなくなってもよい。しかしながら、外部過電圧Sにより、第1の外乱保護素子11Aの両端に降伏電圧以上の電圧がかかると、第1の外乱保護素子11Aのインピーダンスが低くなり、第1の外乱保護素子11Aを通して電流が流れてもよい。第2の外乱保護素子12Aも、第1の外乱保護素子11Aと同様に動作してもよい。

【0211】

第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aは、増幅部130Aの入力端及び出力端のうちの少なくとも1つの所定の臨界電圧（例えば、降伏電圧）以上の電圧が印加される場合、上記の所定の臨界電圧以上の電圧による電力の少なくとも一部を消費してもよい。上記の所定の臨界電圧以上の電圧による電力の残りの少なくとも一部は、残りの素子（例えば、増幅部130Aに含まれる素子）によって消費されてもよい。

10

【0212】

一実施例によると、絶縁式構造、及び第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aの結合により、補償装置102Aは、任意のシステムにおいて、独立的なモジュールとして使用され得る。

【0213】

図19は、本発明の一実施例に係る補償装置102A-1を概略的に示す。補償装置102A-1は、図18に示された補償装置102Aの一例であり、増幅部130A-3は、補償装置102Aの増幅部130Aの一例である。

20

【0214】

一方、補償装置102A-1は、図9Aに示された補償装置100A-3を参照して説明された増幅部130A-3に、第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aのみを加えたものであってもよい。従って、図9Aの補償装置100A-3と重複する説明は省略し、第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aによる相異点を中心に説明する。

【0215】

増幅部130A-3は、陽の信号を増幅する第1の増幅素子と、陰の信号を増幅する第2の増幅素子とを含んでもよい。例えば、増幅部130A-3は、npnBJT及びpnpBJTを含む増幅素子を活用したpush-pull増幅器で実現されてもよい。

30

【0216】

補償装置102A-1の増幅部130A-3は、補償する出力電流を再び入力端に帰還させるフィードバック構造を有してもよい。増幅部130A-3は、電流利得に制限的である代わりに、安定的に電流利得を得ることができる。

【0217】

補償装置102A-1は、検出変圧器120Aを通して送信される過電圧から増幅部130A-3を保護するために、検出変圧器120Aの2次側122Aに並列に接続される第1の外乱保護素子11Aを含んでもよい。また、補償変圧器140Aを通して送信される過電圧から増幅部11A-1を保護するために、補償変圧器140Aの1次側141Aに第2の外乱保護素子12Aが並列に接続されてもよい。

40

【0218】

第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aは、例えば、指定された値以下（例えば、数百pF以下）の接合容量を有するTVSダイオード素子で実現されてもよい。

【0219】

第1及び第2の外乱保護素子11A及び12A（例えば、TVSダイオード）は、降伏電圧（breakdown voltage）を有してもよく、上記の降伏電圧は、増幅部130A-3の動作電圧に応じて設計されてもよい。

【0220】

図20は、本発明の一実施例に係る補償装置102A-2を概略的に示す。補償装置102A-2は、図18に示された補償装置102Aの一例であり、増幅部130A-4は

50

、補償装置 102A の増幅部 130A の一例である。

【0221】

一方、補償装置 102A-2 は、図 10A に示された補償装置 100A-4 を参照して説明された増幅部 130A-4 に、第 1 及び第 2 の外乱保護素子 11A 及び 12A のみを加えたものであってもよい。従って、図 10A の補償装置 100A-4 と重複する説明は省略し、第 1 及び第 2 の外乱保護素子 11A 及び 12A による相異点を中心に説明する。

【0222】

本発明の一実施例に係る増幅部 130A-4 は、前述した第 1 の増幅素子及び第 2 の増幅素子に加え、第 1 の増幅素子及び第 2 の増幅素子の増幅比率を調節する少なくとも 1 つのインピーダンス Z_1 及び Z_2 をさらに含んでもよい。

10

【0223】

補償装置 102A-2 も、電流補償装置 102A-1 と同様に、増幅部 130A-4 を保護するために、検出変圧器 120A の 2 次側 122A に並列に接続される第 1 の外乱保護素子 131A を含んでもよい。また、補償変圧器 140A を通して送信される過電圧から増幅部 131A-2 を保護するために、補償変圧器 140A の 1 次側 141A に第 2 の外乱保護素子 132A が並列に接続されてもよい。

【0224】

図 21 は、一実施例に係る補償装置 102B の構成を概略的に示す図である。

補償装置 102B は、図 18 に示された補償装置 102A に減結合コンデンサ部 170B をさらに含む実施例であると言える。

20

【0225】

若しくは、補償装置 120B は、図 15 に示された補償装置 101A に、第 1 及び第 2 の外乱保護素子 11A 及び 12A をさらに含む実施例であると言える。

【0226】

若しくは、補償装置 120B は、図 6 に示された補償装置 100A に、減結合コンデンサ部 170B と、第 1 及び第 2 の外乱保護素子 11A 及び 12A とをさらに含む実施例であると言える。従って、重複する説明は省略する。

【0227】

アクティブ補償装置 102B が安定した性能を維持するためには、補償装置 102B の出力側（すなわち、第 2 の装置 200A 側）のインピーダンスが、第 1 の装置 300A 側（すなわち、ノイズ源側）のインピーダンス Z_n よりも十分に小さくなればよい。

30

【0228】

減結合コンデンサ部 170B は、補償装置 102B の補償電流の出力性能が第 2 の装置 200A のインピーダンス値の変化に応じて大きく変動しないようにし、様々なシステムにおいて補償装置としての役割を実行できるようにする。

【0229】

一実施例によると、絶縁式構造、第 1 及び第 2 の外乱保護素子 11A 及び 12A、及び減結合コンデンサ部 170B の結合により、補償装置 102B は、任意のシステムにおいて、独立的なモジュールとして使用されることができる。

【0230】

図 22 は、本発明の他の一実施例に係る補償装置 102C の構成を概略的に示す図である。

40

補償装置 102C は、図 16 に示された補償装置 101C に第 1 及び第 2 の外乱保護素子 11C 及び 12C をさらに含む実施例であると言える。

【0231】

また、補償装置 102C は、図 11 に示された補償装置 100B に、減結合コンデンサ部 170C と、第 1 及び第 2 の外乱保護素子 11C 及び 12C とをさらに含む実施例であると言える。従って、重複する説明は省略する。

【0232】

図 22 を参照すると、補償装置 102C は、3 相 3 線の電力システムの大電流経路上に

50

共通モードで発生する第1の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} を補償（又は相殺）してもよい。

【0233】

補償装置102Cは、3つの大電流経路111C、112C、113Cと、検出変圧器120Cと、増幅部130Cと、補償変圧器140Cと、補償コンデンサ部150Cと、第1の外乱保護素子11Aと、第2の外乱保護素子12Aと、減結合コンデンサ部170Cとを含んでもよい。

【0234】

一実施例によると、第1の大電流経路111CはR相、第2の大電流経路112CはS上、第3の大電流経路113CはT相の電力線であってもよい。

10

【0235】

検出変圧器120Cの1次側121Cは、第1の大電流経路111C、第2の大電流経路112C、及び第3の大電流経路113Cのそれぞれに配置され、2次側122Cに誘導電流を生成してもよい。

【0236】

補償コンデンサ部150Cは、補償変圧器によって生成された補償電流 I_{C1} 、 I_{C2} 、 I_{C3} が第1、第2、第3の大電流経路111C、112C、113Cのそれぞれに流れる経路を提供することができる。

【0237】

補償装置102Cには、3つのY-コンデンサ（Y-cap）を含む減結合コンデンサ部170Cが配置されてもよい。上記の3つのY-capのそれぞれの一端は、それぞれ第1、第2、第3の大電流経路111C、112C、113Cに接続されてもよい。上記の3つのY-capの反対端は、補償装置102Cの基準電位（基準電位1）に接続されてもよい。

20

【0238】

第1の外乱保護素子11Cは、検出変圧器120Aの2次側122Cに並列に接続されてもよい。第2の外乱保護素子12Cは、補償変圧器140Cの1次側141Cに並列に接続されてもよい。

【0239】

一方、図示されてはいないが、減結合コンデンサ部170C及び外乱保護素子11C及び12Cを含む補償装置102Cは、3相4線の電力システムに合わせて変形されてもよい（図12を参照）。3相4線の電力システムの補償装置の説明は、図12を参照して説明した内容に対応してもよい。

30

【0240】

図23は、本発明の他の一実施例に係る補償装置102Dの構成を概略的に示す図である。補償装置102Dには、前述した様々な実施例に係る補償装置の少なくとも一部が適用されてもよい。また、図17～図22を参照して説明した内容と重複する内容の説明は省略する。

【0241】

図23を参照すると、補償装置102Dは、第2の装置200A側（例えば、電源側）から引き出される共通モードノイズ電流を感知し、第1の装置300A側（例えば、ノイズ源側）からの電流で補償する、フィードバック（Feedback）タイプのCSCC補償装置102Dを示してもよい。すなわち、補償装置102Dでは、検出変圧器120Dが第2の装置200A側に配置され、補償コンデンサ部150Dが第1の装置300A側に配置されてもよい。

40

【0242】

図24は、本発明の一実施例に係る補償装置103を含むシステムの構成を概略的に示す図である。

【0243】

本発明の一実施例に係る補償装置103は、図2に示された補償装置100に、誤動作

50

感知部 60 及び誤動作感知部 60 を他の構成と接続する接続回路のみを加えた実施例であると言える。従って、前述した実施例に係る補償装置と重複する説明は省略し、相異点である誤動作感知部 60 を中心に説明する。

【0244】

一実施例によると、2つ以上の大電流経路 111 及び 112 は、誤動作感知部 60 と電氣的に接続されてもよい。この時、誤動作感知部 60 は、2つ以上の大電流経路 111 及び 112 の状態を確認し、これに対応する信号を生成してもよい。例えば、誤動作感知部 60 は、2つ以上の大電流経路 111 及び 112 のそれぞれの電圧及び／又は2つ以上の大電流経路 111 及び 112 の線間電圧を確認し、これに基づいて大電流経路 111 及び 112 が正常であるか否かを示す信号を生成してもよい。

10

【0245】

一実施例によると、検出部 120 は、誤動作感知部 60 と電氣的に接続されてもよい。誤動作感知部 60 は、検出部 120 の動作状態を確認し、これに対応する信号を生成してもよい。例えば、誤動作感知部 60 は、検出部 120 が検出変圧器で実現される例において、検出変圧器の第1次側及び第2次側が絶縁しているか否かを確認し、これに基づいて検出部 120 が正常であるか否かを示す信号を生成してもよい。

【0246】

一実施例によると、増幅部 130 は、誤動作感知部 60 と電氣的に接続されてもよい。誤動作感知部 60 は、増幅部 130 の動作状態を確認し、これに対応する信号を生成してもよい。誤動作感知部 60 が増幅部 130 の異常を確認する方法は後述する。

20

補償変圧部 140 は、増幅部 130 に電氣的に接続され、前述した増幅部 130 によって増幅された出力信号に基づいて補償電流を生成してもよい。

【0247】

一実施例によると、補償変圧部 140 は、後述する誤動作感知部 60 と電氣的に接続されてもよい。誤動作感知部 60 は、補償変圧部 140 の動作状態を確認し、これに対応する信号を生成してもよい。例えば、誤動作感知部 60 は、補償変圧部 140 が補償変圧器で実現される例において、補償変圧器の第1次側及び第2次側が絶縁しているか否かを確認し、これに基づいて補償変圧部 140 が正常であるか否かを示す信号を生成してもよい。

【0248】

補償コンデンサ部 150 は、補償変圧部 140 によって生成された補償電流が、2つ以上の大電流経路のそれぞれに流れる経路を提供することができる。

30

【0249】

一実施例によると、補償コンデンサ部 150 は、誤動作感知部 60 と電氣的に接続されてもよい。誤動作感知部 60 は、補償コンデンサ部 150 の動作状態を確認し、これに対応する信号を生成してもよい。例えば、誤動作感知部 60 は、補償コンデンサ部 150 を通して、2つ以上の大電流経路 111 及び 112 のそれぞれに流れる電流の大きさを確認し、これに基づいて補償コンデンサ部 150 が正常であるか否かを示す信号を生成してもよい。

【0250】

誤動作感知部 60 は、前述した2つ以上の大電流経路 111 及び 112、検出部 120、増幅部 130、補償変圧部 140、及び補償コンデンサ部 150 のうちの少なくとも1つ（以下では確認対象とする）の動作状態を確認し、確認された動作状態に対応する信号を生成することができる。

40

【0251】

一実施例において、誤動作感知部 60 は、確認対象の動作状態に対応する信号を出力する誤動作感知信号出力部、及び動作状態に対応する信号を表示する誤動作感知信号表示部を含んでもよい。

【0252】

一実施例において、誤動作感知信号出力部は、確認対象の内部の少なくとも1つのノ

50

ド (Node) 電圧が所定の基準電圧範囲に含まれるか否かに基づいて、確認対象の動作状態に対応する信号を電圧の形態で出力してもよい。誤動作感知信号出力部によって出力される信号 (すなわち、電圧) は、外部装置に出力されるか、又は誤動作感知信号表示部に出力されてもよい。このとき、外部装置は、前述した第 1 の装置 300 と第 2 の装置 200 とを含む様々な装置を意味してもよい。

【0253】

一実施例において、誤動作感知信号表示部は、前述した誤動作感知信号出力部が生成した信号に基づいて、オン (On) される発光素子を含んでもよい。このとき、発光素子は、例えば、発光ダイオードを含んでもよい。

【0254】

他の実施例において、誤動作感知信号表示部は、少なくとも 2 つ以上発光素子を含む発光素子のグループを含んでもよい。この時、誤動作感知信号表示部は、感知信号出力部が生成した信号に基づいて、発光素子グループの少なくとも 1 つ以上の発光素子のオン／オフ (On / Off) を制御してもよい。例えば、誤動作感知信号表示部は、誤動作感知信号出力部が生成した電圧の大きさに比例して点灯される発光素子の数を増加させることができる。

【0255】

誤動作感知部 60 は、前述したように、確認対象の内部の少なくとも 1 つのノード (Node) 電圧に基づいて、確認対象の動作状態を確認してもよく、確認対象の内部の少なくとも 1 つの経路 (Path) 電流に基づいて、確認対象の動作状態を確認してもよい。もちろん誤動作感知部 60 は、動作状態の確認対象の温度、温度の変化量、磁場及び／又は電場の大きさに基づいて、確認対象の動作状態を確認してもよい。ただしこれは、例示的なものであり、本発明の思想はこれに限定されない。

【0256】

互いに相補的に配置される第 1 の増幅素子及び第 2 の増幅素子で構成される増幅部 130 を含む例において、誤動作感知部 60 は、増幅部 130 の動作状態を確認し、これに対応されている信号を生成してもよい。このような場合、誤動作感知部 60 は、第 1 の増幅素子と第 2 の増幅素子とを電気的に接続する経路上に配置される中央ノードの電圧に基づいて、増幅部 130 の動作状態に対応する信号を生成してもよい。

【0257】

誤動作感知部 60 は、このような中央ノードの電圧が増幅部 130 の動作電圧と所定の関係にある値 (例えば、動作電圧の半分に対応する値) である場合、増幅部 130 の動作状態が正常であることを示す信号を出力したり、表示したりしてもよい。

【0258】

一方、上述した内容のうち、増幅素子が「互いに相補的に配置」されることは、図 26 B 及び図 26 C に示されたように、いずれか 1 つの増幅素子が陽の信号を増幅させるように配置され、残りの増幅素子が陰の信号を増幅させるように配置されていることを意味してもよい。

【0259】

上記のように構成された補償装置 103 は、2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 上の特定の条件の電流を感知してこれを能動的に補償してもよく、装置 103 の小型化にもかかわらず、高電流、高電圧、及び／又は高出力システムに適用されてもよい。

【0260】

一方、上記のように構成された補償装置 103 は、1 つの封止構造体の内に封止される基板を含むモジュールの形態で実現されてもよい。また、補償装置 103 の各構成と、第 1 の装置 300、第 2 の装置 200、第 3 の装置 400、基準電位 1、基準電位 2、及び他の外部機器と接続される端子は、ピン (Pin) の形態で、基板の一面に垂直した方向に突出するように備えられてもよい。

【0261】

例えば、誤動作感知部 60 が生成した動作状態に対応する信号を出力する端子は、ピン

10

20

30

40

50

の形態を有し、かつ上述したモジュールから突出するように備えられてもよい。これにより、ユーザは、モジュールを分解せず、対応するピンの電圧などを確認することにより、補償装置 103 の特定の構成における異常を簡単に確認することができる。

【0262】

以下では、図 25～図 27 を図 24 と共に参照し、様々な実施例に係る補償装置 103 を説明する。

【0263】

図 25 は、本発明の一実施例により、2 線式システムに使用される補償装置 103 A の構成を概略的に示す図である。

【0264】

補償装置 103 A は、図 24 の補償装置 103 の一例であってもよく、図 3 の補償装置 100 A に誤動作感知部 60 A のみを加えたものであってもよい。従って、補償装置 103 A の説明は、図 24 及び図 3 の説明に対応してもよい。

【0265】

図 26 A～図 26 C は、一実施例に係る誤動作感知部 60 A を説明する図である。以下では、図 26 A～図 26 C を共に参照して説明する。

【0266】

一実施例において、誤動作感知部 60 A は、増幅部 130 A の動作状態を確認し、確認された動作状態に対応する信号を生成してもよい。このため、誤動作感知部 60 A は、図 26 C に示されたように、誤動作感知信号出力部 61 A と、誤動作感知信号表示部 62 A とを含んでもよい。上記の誤動作感知信号出力部 61 A は、確認対象の動作状態に対応する信号を出力し、上記の誤動作感知信号表示部 62 A は、動作状態に対応する信号を表示してもよい。

【0267】

他の実施例において、誤動作感知部 60 A は、図 26 B に示されたように誤動作感知信号出力部 61 A のみを含んでもよい。

【0268】

誤動作感知信号出力部 61 A は、増幅部 130 A の内部の少なくとも 1 つのノード (Node) 電圧が所定の基準電圧範囲に属するか否かに基づいて、増幅部 130 A の動作状態に対応する信号を電圧の形態で出力してもよい。

【0269】

例えば、図 26 B に示されたように、増幅部 130 A が互いに相補的に配置される第 1 の増幅素子 31 A 及び第 2 の増幅素子 32 A で構成される場合は、誤動作感知信号出力部 61 A は、第 1 の増幅素子 31 A と第 2 の増幅素子 32 A とを電気的に接続する経路上に配置される中央ノード 33 A の電圧に基づいて、増幅部 130 A の動作状態に対応される信号を生成してもよい。

【0270】

例えば、誤動作感知信号出力部 61 A は、中央ノード 33 A の電圧が増幅部 130 A の動作電圧 (例えば 12 [V]) の半分 (例えば 6 [V]) に対応する値、すなわち、増幅部 130 A の動作電圧の半分から一定の範囲内の値 (例えば、4～8 [V]) である場合、増幅部 130 A の動作状態が正常であることを示す信号を出力してもよい。この時、増幅部 130 A の動作電圧、及び増幅部 130 A の動作電圧の半分の値の範囲などは、補償装置 103 A の設計に応じて適宜決定してもよい。

【0271】

誤動作感知信号出力部 61 A が生成した信号は、外部装置及び／又は後述する誤動作感知信号表示部 62 A に出力されてもよい。

【0272】

誤動作感知信号表示部 62 A は、誤動作感知信号出力部 61 A が生成した信号を、ユーザが認知可能な形式で表示することができる。このような誤動作感知信号表示部 62 A は、様々な表示手段で実現され得る。

10

20

30

40

50

【0273】

例えば、誤動作感知信号表示部62Aは、図26Cに示されたように、増幅部130Aの状態を正常又は異常として示すための発光素子を含んでもよい。このとき、発光素子は、例えば、発光ダイオードを含んでもよく、点灯時には正常を示し、消灯時には異常を示すことができる。

【0274】

他の実施例において、誤動作感知信号表示部62Aは、増幅部130Aの中央ノード33Aの電圧をより具体的に表示するために、少なくとも2つ以上の発光素子を含む発光素子のグループを含んでもよい。誤動作感知信号表示部62Aは、感知信号出力部61Aが生成した信号に基づいて、発光素子グループの少なくとも1つ以上の発光素子のオン及びオフ（On及びOff）を制御してもよい。例えば、誤動作感知信号表示部62Aは、中央ノード33Aの電圧の大きさに比例して点灯される発光素子の数を増加させてもよい。

【0275】

上記のような発光素子は、必ず補償装置103A内に位置しなければならないことなく、誤動作感知信号出力部61Aと電氣的に接続され、ユーザが認知するのに適切な外部の位置に位置してもよい。これは、本明細書の他の実施例にも同様に適用され得る。

【0276】

図27は、本発明の他の一実施例に係る補償装置103Bの構成を概略的に示す図である。

【0277】

補償装置103Bは、図11に示された補償装置100Bに、誤動作感知部60Bをさらに含む実施例であると言える。誤動作感知部60Bの説明は、図24～図26を参照して説明に対応してもよい。従って、重複する内容は省略する。

【0278】

一実施例に係る補償装置103Bは、3相3線の電力システムの大電流経路上に共通モードで発生する第1の電流I11、I12、I13を補償（又は相殺）してもよい。

【0279】

補償装置103Bは、3つの大電流経路111B、112B、113Bと、検出変圧器120Bと、増幅部130Bと、補償変圧器140Bと、補償コンデンサ部150Bと、誤動作感知部60Bとを含んでもよい。

【0280】

一実施例によると、第1の大電流経路111BはR相、第2の大電流経路112BはS相、第3の大電流経路113BはT相の電力線であってもよい。

【0281】

検出変圧器120Bの1次側121Bは、第1の大電流経路111B、第2の大電流経路112B、及び第3の大電流経路113Bのそれぞれに配置され、2次側122Bに誘導電流を生成してもよい。

【0282】

補償コンデンサ部150Bは、補償変圧器によって生成された補償電流IC1、IC2、IC3が第1、第2、第3の大電流経路111B、112B、113Bのそれぞれに流れる経路を提供することができる。

【0283】

一方、図示されていないが、補償装置103Bに、前述した減結合コンデンサ部170、第1及び第2の外乱保護素子11A及び12Aのうちの少なくとも一部がさらに備えられることはもちろんである。

【0284】

一方、図示されてはいないが、誤動作感知部60Bを含む補償装置103Bは、3相4線の電力システムに合わせて変形されてもよい（図12を参照）。3相4線の電力システムの補償装置の説明は、図12を参照して説明した内容に対応してもよい。

【0285】

図 28 は、本発明の一実施例に係る補償装置 104 を含むシステムの構成を概略的に示す図である。

【0286】

補償装置 104 は、図 2 の補償装置 100 の 3 相 4 線システムに、第 1 及び第 2 のバランス部 70 及び 80 が加えられた実施例であってもよい。

【0287】

また、補償装置 104 は、一例として、図 12 に示された 3 相 4 線システムに、第 1 及び第 2 のバランス部 70 及び 80 が加えられた実施例であってもよい。従って、重複する説明は省略する。一方、バランスはノイズバランスを示してもよい。

【0288】

一方、本発明の実施例に係る補償装置 104 は、3 相 4 線システムのみには適用され得ることではなく、3 相 3 線システムや単相 2 線システムに合わせて変形されてもよいことはもちろんである。

【0289】

一実施例に係る補償装置 104 は、2 つ以上の大電流経路 111、112、113、114 と、検出部 120 と、増幅部 130 と、補償変圧部 140 と、補償コンデンサ部 150 と、第 1 のバランス部 70 と、第 2 のバランス部 80 とを含んでもよい。

【0290】

一実施例によると、2 つ以上の大電流経路 111、112、113、114 は、3 相 4 線の電力システムにおいて、それぞれ R 線、S 線、T 線、及び N 線であってもよい。もちろん、2 つ以上の大電流経路 111、112、113、114 は、図 32 に示されたように、3 相 3 線の電力システムにおいて、それぞれ R 線、S 線、及び T 線であってもよく、図 33 に示されたように、単相 2 線の電力システムにおいて、それぞれ L 線及び N 線であってもよい。このように、本発明において、2 つ以上の大電流経路 111、112、113、114 の数は、多様に設定されてもよい。

【0291】

前述したように、2 つ以上の大電流経路 111、112、113、114 のそれぞれは、第 2 の装置 200 によって供給される電源、すなわち、第 2 の電流 I21、I22、I23、I24 を第 1 の装置 300 に送信する経路であってもよい。一実施例によると、第 2 の電流 I21、I22、I23、I24 は、第 2 の周波数帯域の周波数を有する交流電流であってもよい。例えば、第 2 の周波数帯域は、50 Hz ~ 60 Hz の範囲を有する帯域であってもよい。

【0292】

また、2 つ以上の大電流経路 111、112、113、114 のそれぞれは、共通モードノイズである第 1 の電流 I11、I12、I13、I14 が流れる経路であってもよい。第 1 の電流 I11、I12、I13、I14 は、様々な原因により（例えば、第 1 の装置 300 から）発生されることができる。第 1 の電流 I11、I12、I13、I14 は、第 1 の周波数帯域の周波数を有する電流であってもよい。この時、第 1 の周波数帯域は、前述した第 2 の周波数帯域よりも高い周波数帯域であってもよいが、例えば、150 KHz ~ 30 MHz の範囲を有する帯域であってもよい。

【0293】

第 1 のバランス部 70 は、大電流経路 111、112、113、114 の間の第 1 の電流 I11、I12、I13、I14 のバランスを調節してもよい。

【0294】

本発明において、「バランスを調節」ということは、バランス調節対象の間の物理量の差が減少するように、各調節対象の物理量を調節することを意味してもよい。従って、第 1 のバランス部 70 は、大電流経路 111、112、113、114 のそれぞれに流れる第 1 の電流 I11、I12、I13、I14 の大きさの差を減少させることができる。例えば、1 つ目の大電流経路 111 の第 1 の電流 I11 の大きさは 1 であり、2 つ目の大電流経路 112 の第 1 の電流 I12 の大きさは 3 であり、3 つ目の大電流経路 113 の

10

20

30

40

50

第1の電流 I_{13} の大きさは1.5であり、4つ目の大電流経路114の第1の電流 I_{14} の大きさは2.5である場合を想定する。上述した想定に応じて、第1のバランス部70は、第1の電流 I_{11} の大きさを2.01に、第1の電流 I_{12} の大きさを2.02に、第1の電流 I_{13} の大きさを1.99に、第1の電流 I_{14} の大きさを1.98に調節してもよい。

【0295】

このように、本発明は、各大電流経路上のノイズ電流である第1の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} の分布を均等にし、補償装置104の残りの構成要素によるノイズの除去がよりよく行われるようにする。

【0296】

一実施例によると、第1のバランス部70は、大電流経路111、112、113、114の間に第1の周波数帯域の電流のみが流れるようにする大電流経路接続部を含むように構成されてもよい。この時、大電流経路接続部は、例えば、第1の周波数帯域の電流のみを通電させる容量を有するコンデンサで実現されてもよい。

【0297】

検出部120は、大電流経路111、112、113、114に電氣的に接続され、2つ以上の大電流経路111、112、113、114上でバランスが調節された第1の電流を感知し、感知結果に対応する出力信号を生成してもよい。

【0298】

増幅部130は、検出部120に電氣的に接続され、検出部120が出力した出力信号を増幅し、増幅された出力信号を生成してもよい。

【0299】

補償装置104は、例えば、バランスが調節された第1の電流と同じ大きさを有しかつ位相は反対である補償電流 I_{C1} 、 I_{C2} 、 I_{C3} 、 I_{C4} を生成し、大電流経路111、112、113、114上のバランスが調節された第1の電流を補償してもよい。

【0300】

補償変圧部140は、増幅部130に電氣的に接続され、前述した増幅部130によって増幅された出力信号に基づいて補償電流を生成してもよい。

【0301】

補償コンデンサ部150は、補償変圧部140によって生成された補償電流が、2つ以上の大電流経路111、112、113、114のそれぞれに流れる経路を提供することができる。

【0302】

第2のバランス部80は、大電流経路111、112、113、114上でバランスが調節された第1の電流に、補償コンデンサ部150によって提供される補償電流 I_{C1} 、 I_{C2} 、 I_{C3} 、 I_{C4} が加えられた合成電流のバランスを調節してもよい。

【0303】

前述したように、本発明において「バランスを調節」ということは、バランス調節対象の間の物理量の差が減少するように、各調節対象の物理量を調節することを意味してもよい。従って、第2のバランス部80は、大電流経路111、112、113、114のそれぞれに流れる合成電流間の大きさの差を減少させることができる。例えば、1つ目の大電流経路111の合成電流の大きさは0.01であり、2つ目の大電流経路112の合成電流の大きさは0.02であり、3つ目の大電流経路113の合成電流の大きさは-0.01であり、4つ目の大電流経路114の合成電流の大きさは-0.02である場合を想定する。上述した仮定の下で、第2のバランス部80は、全ての大電流経路111、112、113、114における合成電流の大きさを0に調節してもよい。

【0304】

このように、本発明は、補償変圧部140及び補償コンデンサ部150による電流補償の後に、残存する微細な第1の電流の分布を再び均等にして減少させることにより、第2の装置200側に送信される第1の電流をより完全に遮断することができる。

10

20

30

40

50

【0305】

一実施例によると、第2のバランス部80は、大電流経路111、112、113、114の間に第1の周波数帯域の電流のみが流れるようにする大電流経路接続部を含むように構成されてもよい。この時、大電流経路接続部は、例えば、第1の周波数帯域の電流のみを通电させる容量を有するコンデンサで実現されてもよい。

【0306】

上記のように構成された補償装置104は、2つ以上の大電流経路111、112、113、114上の特定の条件の電流を感知してこれを能動的に補償してもよく、装置104の小型化にもかかわらず、高電流、高電圧、及び／又は高出力システムに適用されてもよい。

10

【0307】

以下では、図29～図34を図28と共に参照し、様々な実施例に係る補償装置104を説明する。

【0308】

図29は、本発明の一実施例により、3相4線システムで使用される補償装置104Aの構成を概略的に示す図である。

【0309】

本発明の一実施例に係る補償装置104Aは、第1の装置との接続（第1の装置は、P4～P7に接続）される4つの大電流経路111A、112A、113A、114Aのそれぞれに共通モードで入力される第1の電流I11、I12、I13、I14を能動的に補償してもよい。

20

【0310】

このため、本発明の一実施例に係る補償装置104Aは、4つの大電流経路111A、112A、113A、114Aと、検出変圧器120Aと、増幅部130Aと、補償変圧器140Aと、補償コンデンサ部150Aと、第1のバランス部70Aと、第2のバランス部80Aとを含んでもよい。

【0311】

また、補償装置104Aは、外部装置と接続される端子P1～P11を含んでもよい。この時、端子P1は基準電位1と接続される端子であり、端子P2は基準電位2と接続される端子であり、端子P3は増幅部130Aの電源を供給する第3の装置と接続される端子であり、端子P4～P7は、第1の装置と接続される端子であり、端子P8～P11は、第2の装置と接続される端子であってもよい。

30

【0312】

図30は、一実施例に係る第1のバランス部70Aの構成及び動作を説明する図である。

【0313】

第1のバランス部70Aは、大電流経路111A、112A、113A、114Aの間の第1の電流I11、I12、I13、I14のバランスを調節し、バランスが調節された第1の電流I11'、I12'、I13'、I14'を生成してもよい。

【0314】

一実施例において、第1のバランス部70Aは、図30に示されたようにR線、S線、T線に対応する大電流経路111A、112A、113AのそれぞれとN線に対応する大電流経路114Aとを接続するコンデンサ71A、72A、73Aを含むように実現されてもよい。

40

【0315】

第1のバランス部70Aを構成するコンデンサ71A、72A、73Aの容量は、第1の電流の周波数が属する第1の周波数帯域の電流のみが選択的に流れるように決定されてもよい。例えば、第1の周波数帯域が150kHz～30MHzである場合、バランス部70Aを構成するコンデンサ71A、72A、73Aの容量は、それぞれ30μFに決定され、その周波数帯域でコンデンサ71A、72A、73Aが短絡（Short）回路の

50

ように動作するようにすることができる。これにより、コンデンサ 71 A、72 A、73 Aを通して大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 Aの間の第1の電流のバランスが調節されてもよい。

【0316】

例えば、1つ目の大電流経路 111 A上の第1の電流 I_{11} の大きさが、残り的大電流経路 112 A、113 A、114 A上の第1の電流 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} の大きさよりも相対的に大きい場合、第1の電流は、コンデンサ 71 Aを通して4つ目の大電流経路 114 Aに送信され、コンデンサ 72 A及び73 Aを通して、残り的大電流経路 112 A及び113 Aに送信されてもよい。

【0317】

一方、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 Aの間に均等な大きさに、第1の電流が分配（又はバランス）されるため、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 Aごとに第1のバランス部 70 Aを見る時のインピーダンス Z_{eq11} 、 Z_{eq12} 、 Z_{eq13} 、 Z_{eq14} の間の差は、所定の臨界インピーダンスの差以下であってもよい。

【0318】

一実施例において、第1のバランス部 70 Aは、第1の周波数帯域で大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 Aのそれぞれの電圧間の差を所定の臨界電圧の差以下に減少させてもよい。前述したように、第1の周波数帯域でコンデンサ 71 A、72 A、73 Aは、短絡（Short）回路のように動作するので、第1のバランス部 70 Aによって大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 Aのそれぞれの電圧間の差は、所定の臨界電圧の差以下に減少することができる。言い換えれば、各大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A上のノード N1、N2、N3、N4の電圧間の差が所定の臨界電圧の差以下に減少することができる。

【0319】

このように、本発明は、バランスが調節された第1の電流 I_{11}' 、 I_{12}' 、 I_{13}' 、 I_{14}' を生成し、補償装置 104 Aの他の構成要素に送信することにより、ノイズの効果的な除去が行われるようにしてもよい。

【0320】

図 29を再参照すると、前述した検出部 120は、検出変圧器 120 Aで実現されてもよい。検出変圧器 120 Aは、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 Aと絶縁された状態で、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A上のバランスが調節された第1の電流 I_{11}' 、 I_{12}' 、 I_{13}' 、 I_{14}' を感知してもよい。

【0321】

検出変圧器 120 Aは、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A上に配置される第1次側 121 Aにおいて、バランスが調節された第1の電流 I_{11}' 、 I_{12}' 、 I_{13}' 、 I_{14}' によって誘導される第1の磁束密度に基づいて、第2次側 122 Aに第1の誘導電流を生成してもよい。

【0322】

一方、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A側（又は第1次側 121 A）及び第2次側 122 Aの巻線が巻き取られる数は、補償装置 104 Aが使用されているシステムの要求条件に応じて適宜決定され得る。例えば、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A側（又は第1次側 121 A）の巻線及び第2次側 122 Aの巻線の両方は、変圧器コアに1回だけ巻き取られることができる。このような場合、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A側（又は第1次側 121 A）の巻線及び第2次側 122 Aの巻線が、単にコアの中央ホールを通過する形態で、検出変圧器 120 Aを構成してもよい。ただしこれは、例示的なものであり、本発明の思想はこれに限定されない。また、検出部 120が検出変圧器 120 Aで実現されることは、例示的なものであり、本発明の思想はこれに限定されない。

【0323】

10

20

30

40

50

検出変圧器 120 A は、第 2 の電流 I_{21} 、 I_{22} 、 I_{23} 、 I_{24} によって誘導される第 2 の磁束密度が互いに相殺可能に構成され、バランスが調節された第 1 の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} だけを検知してもよい。

【0324】

増幅部 130（例えば、増幅器 130 A は、前述した検出部 120 が出力した出力信号を増幅し、増幅された出力信号を生成してもよい。増幅部は、前述した様々な実施例に係る増幅部で実現されてもよい。

【0325】

補償変圧部 140（例えば、補償変圧器 140 A）は、前述した増幅部 130 によって増幅された出力信号に基づいて補償電流を生成してもよい。

10

【0326】

補償コンデンサ部 150 は、前述したように、補償変圧器 140 A によって生成された電流が、4 つの大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A のそれぞれに流れる経路を提供する補償コンデンサ部 150 A で実現されてもよい。

【0327】

補償コンデンサ部 150 A は、補償コンデンサを通して 4 つの大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A の間に流れる電流が所定の第 1 の電流の条件を満たすように構成されてもよい。この時、所定の第 1 の電流条件は、電流の大きさが所定の第 1 の臨界大きさ未満の条件であってもよい。

【0328】

20

また、補償コンデンサ部 150 A は、補償コンデンサを通して 4 つの大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A のそれぞれと補償装置 104 A の基準電位（基準電位 1）との間に流れる電流が所定の第 2 の条件を満たすように構成されてもよい。この時、所定の第 2 の電流条件は、電流の大きさが所定の第 2 の臨界大きさ未満の条件であってもよい。

【0329】

補償コンデンサ部 150 A を通して 4 つの大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A のそれぞれに流れる補償電流は、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A 上のバランスが調節された第 1 の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} を相殺し、バランスが調節された第 1 の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} が第 2 の装置 200 A に送信されることを防止してもよい。

【0330】

前述したプロセスによって補償装置 104 A は、例えば、バランスが調節された第 1 の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} と同じ大きさを有しかつ位相は反対である補償電流 I_{C1} 、 I_{C2} 、 I_{C3} 、 I_{C4} を生成し、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A 上のバランスが調節された第 1 の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} を補償してもよい。

【0331】

図 31 は、一実施例に係る第 2 のバランス部 80 A の構成及び動作を説明する図である。

40

【0332】

第 2 のバランス部 80 は、大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A 上でバランスが調節された第 1 の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} に、補償コンデンサ部 150 A によって提供される補償電流 I_{C1} 、 I_{C2} 、 I_{C3} 、 I_{C4} が加えられた合成電流 I_{31} 、 I_{32} 、 I_{33} 、 I_{34} のバランスを調節し、バランスが調節された合成電流 I_{31} 、 I_{32} 、 I_{33} 、 I_{34} を生成してもよい。

【0333】

一実施例において、第 2 のバランス部 80 A は、R 線、S 線、T 線に対応する大電流経路 111 A、112 A、113 A のそれぞれと N 線に対応する大電流経路 114 A とを接続するコンデンサ 81 A、82 A、83 A で実現されてもよい。

50

【0334】

第2のバランス部80Aを構成するコンデンサ81A、82A、83Aの容量は、合成電流の周波数が属する第1の周波数帯域の電流のみが選択的に流れるように決定されてもよく、これに対する詳細な説明は、第1バランシング部70Aの説明に代える。

【0335】

一実施例において、1つ目の大電流経路111A上の合成電流I31の大きさは、残り的大電流経路112A、113A、114A上の合成電流I32、I33、I34の大きさよりも相対的に大きい場合、合成電流I31は、コンデンサ81Aを通して4つ目の大電流経路114Aに送信され、再びコンデンサ82A及び83Aを通して、残り的大電流経路112A及び113Aに送信されてもよい。

10

【0336】

一方、大電流経路111A、112A、113A、114Aの間に均等な大きさに、合成電流が分配（又はバランス）されるため、大電流経路111A、112A、113A、114Aごとに第1のバランス部80Aを見る時のインピーダンス Z_{eq21} 、 Z_{eq22} 、 Z_{eq23} 、 Z_{eq24} の間の差は、所定の臨界インピーダンスの差以下であってもよい。

【0337】

一実施例において、第2のバランス部80Aは、第1の周波数帯域で大電流経路111A、112A、113A、114Aのそれぞれ（例えば、ノードN5、N6、N7、N8）の電圧間の差を所定の臨界電圧の差以下に減少させてもよい。第1の周波数帯域でコンデンサ81A、82A、83Aは、短絡（Short）回路のように動作するので、第2のバランス部80Aによって大電流経路111A、112A、113A、114Aのそれぞれの電圧間の差は、所定の臨界電圧の差以下に減少することができる。

20

【0338】

このように、本発明は、補償変圧部140Aによる電流補償の後に、残存する微細な第1の電流の分布を再び均等にして減少させることにより、第2の装置側に送信される第1の電流をより完全に遮断することができる。

【0339】

これにより、本発明の一実施例に係る補償装置104Aは、第1の装置と接続される4つの大電流経路111A、112A、113A、114Aのそれぞれに共通モードで入力される第1の電流I11、I12、I13、I14を能動的に補償し、第2の装置の誤動作や破損を防止してもよい。

30

【0340】

図32は、本発明の他の実施例に係る3相3線システムに使用される補償装置104Bの構成を概略的に示す図である。以下では、図28～図31を参照し、説明した内容と重複する内容の説明は省略する。

【0341】

また、検出変圧器120B、増幅部130B、補償変圧器140B、及び補償コンデンサ部150Bの説明は、図11で説明した3相3線システムの各構成の説明に対応することがあるので、省略する。

40

【0342】

補償装置104Bは、3つの大電流経路111B、112B、113Bを含む。これにより、相異点が発生する第1のバランス部70B及び第2のバランス部80Bを中心に補償装置104Bについて説明する。

【0343】

一実施例によると、1つ目の大電流経路111BはR線、2つ目の大電流経路112BはS線、3つ目の大電流経路113BはT線の電力線であってもよい。第1の電流I11、I12、I13は、1つ目の大電流経路111B、2つ目の大電流経路112B、及び3つ目の大電流経路113Bのそれぞれに共通モードで入力されてもよい。

【0344】

50

第1のバランス部70Bは、大電流経路111B、112B、113Bの間の第1の電流I11、I12、I13のバランスを調節し、バランスが調節された第1の電流I11'、I12'、I13'を生成してもよい。

【0345】

一実施例において、第1のバランス部70Bは、図32に示されたように、R線、S線、T線に対応する大電流経路111B、112B、113Bのそれぞれに一端が接続され、他端が共通して接続されるコンデンサに実現されてもよい。例えば、1つ目の大電流経路111B上の第1の電流I11の大きさは、残り的大電流経路112B及び113B上の第1の電流I12及びI13の大きさよりも相対的に大きい場合、第1の電流I11は、コンデンサ71B及びコンデンサ72B及び73Bを通して、残り的大電流経路112B及び113Bに送信されてもよい。

10

【0346】

検出変圧器120Bの第1次側121Bは、1つ目の大電流経路111B、2つ目の大電流経路112B、及び3つ目の大電流経路113Bのそれぞれに配置され、バランスが調節された第1の電流I11'、I12'、I13'を検出してもよい。

【0347】

補償コンデンサ部150Bは、補償変圧器によって生成された補償電流IC1、IC2、IC3が、1つ目の大電流経路111B、2つ目の大電流経路112B、及び3つ目の大電流経路113Bのそれぞれに流れる経路を提供することができる。

【0348】

第2のバランス部80Bは、大電流経路111B、112B、113B上でバランスが調節された第1の電流I11'、I12'、I13'に、補償コンデンサ部150Bによって提供される補償電流IC1、IC2、IC3が加えられた合成電流I31、I32、I33のバランスを調節し、バランスが調節された合成電流I31'、I32'、I33'を生成してもよい。第2のバランス部80Bの構成及び動作原理は、第1のバランス部70Bの構成及び動作原理と実質的に同一であるので、これに対する詳細な説明は省略する。

20

【0349】

図33は、本発明のまた他の一実施例に係る補償装置104Cの構成を概略的に示す図である。以下では、図28～図31を参照し、説明した内容と重複する内容の説明は省略する。

30

【0350】

また、検出変圧器120C、増幅部130C、補償変圧器140C、及び補償コンデンサ部150Cの説明は、図3及び図6などで説明した単相2線システムの各構成に（すなわち、検出変圧器120A、増幅部130A、補償変圧器140A、及び補償コンデンサ部150A）の説明に対応することがあるので、省略する。

【0351】

補償装置104Cは、2つの大電流経路111C及び112Cを含み、これにより相異点が発生する第1のバランス部70C及び第2のバランス部80Cを中心に、補償装置104Cについて説明する。

【0352】

一実施例によると、1つ目の大電流経路111CはL線、2つ目の大電流経路112CはN線の電力線であってもよい。

40

【0353】

第1のバランス部70Cは、大電流経路111C及び112Cの間の第1の電流I11及びI12のバランスを調節し、バランスが調節された第1の電流I11'及びI12'を生成してもよい。

【0354】

一実施例において、第1のバランス部70Cは、図33に示されたようにL線及びN線に対応する大電流経路111C及び112Cを互に接続するコンデンサ71Cで実現されてもよい。前述したように、例えば、1つ目の大電流経路111C上の第1の電流I11

50

の大きさは、残り的大電流経路 1 1 2 C 上の第 1 の電流 I_{12} の大きさよりも相対的に大きい場合、第 1 の電流 I_{11} は、コンデンサ 7 1 C を通して 2 つ目の大電流経路 1 1 2 C に送信されてもよい。

【0355】

第 2 のバランス部 8 0 C は、大電流経路 1 1 1 C 及び 1 1 2 C 上でバランスが調節された第 1 の電流 I_{11}' 及び I_{12}' に、補償コンデンサ部 1 5 0 C によって提供される補償電流 I_{C1} 及び I_{C2} が加えられた合成電流 I_{31} 、 I_{32} のバランスを調節し、バランスが調節された合成電流 I_{31}' 及び I_{32}' を生成してもよい。第 2 のバランス部 8 0 C の構成及び動作原理は、第 1 のバランス部 7 0 C の構成及び動作原理と実質的に同一であるので、これに対する詳細な説明は省略する。

10

【0356】

このような実施例に係る補償装置 1 0 4 C は、単相 2 線の電力システムに入力されるか又は発生する第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} を相殺させるために（又は補償するために）使用されてもよい。

【0357】

図 3 4 は、本発明のまた他の実施例に係る 3 相 4 線システムで使用される補償装置 1 0 4 D の構成を概略的に示す図である。

【0358】

一実施例に係る補償装置 1 0 4 D は、図 2 8 ～図 3 1 で説明した補償装置 1 0 4 A と同様の補償装置に、位相調節部 9 0 をさらに含むように構成されてもよい。従って、以下では、位相調節部 9 0 の役割を中心に説明する。

20

【0359】

一実施例に係る位相調節部 9 0 は、第 2 の装置 2 0 0 D と補償装置 1 0 4 D との間に、少なくとも 2 つ以上の大電流経路を電氣的に接続し、電氣的に接続された少なくとも 2 つ以上の大電流経路が 1 つの大電流経路として使用されるようにしてもよい。この時、2 つ以上の大電流経路を「電氣的に接続」することは、2 つ以上の大電流経路を電氣的に短絡（Short）させることを意味してもよい。

【0360】

例えば、位相調節部 9 0 は、1 つ目の大電流経路と 2 つ目の大電流経路との間のスイッチング素子 9 1 の動作に応じて、R 線（S 線）及び N 線だけを利用し、3 相 4 線に適合するように設計された補償装置を単相 2 線システムに使用してもよい。

30

【0361】

もちろん、位相調節部 9 0 は、1 つ目の大電流経路と 2 つ目の大電流経路との間のスイッチング素子 9 1 と、2 つ目の大電流経路と 3 つ目の大電流経路との間のスイッチング素子 9 2 との両方を動作させ、R 線（S 線及び T 線）及び N 線を利用し、3 相 4 線に適合するように設計された補償装置を単相 2 線システムに使用してもよい。

【0362】

これによって本願発明は、補償装置 1 0 4 D を変更又は交替することなく、様々な電力システムで 사용할ことができる。

【0363】

40

図 3 5 は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 5 を含むシステムの構成を概略的に示す図である。

【0364】

図 3 5 の補償装置 1 0 5 は、図 2 8 の補償装置 1 0 4 に比べ、補償コンデンサ部 1 5 0 に相異点があり、出力インピーダンス調節部 5 0 が加えられてもよい。従って、図 2 8 の補償装置 1 0 4 の構成要素と重複するものは説明を省略し、補償コンデンサ部 1 5 0 及び出力インピーダンス調節部 5 0 を中心に説明する。

【0365】

補償コンデンサ部 1 5 0 は、補償変圧部 1 4 0 によって生成された補償電流 I_C が基準大電流経路 1 1 4 に流れる経路を提供することができる。この時、基準大電流経路 1 1 4

50

は、大電流経路 111、112、113、114 のいずれか 1 つを意味するものであり、選択に応じて、残りの大電流経路 111、112、113 のいずれか 1 つも、基準大電流経路に相当する場合がある。

【0366】

一実施例によると、補償コンデンサ部 150 は、補償変圧部 140 によって生成された補償電流 IC は、基準大電流経路 114 に流れる経路を提供するコンデンサで実現されてもよい。この時、補償コンデンサ部 150 は、補償装置 105 の基準電位（基準電位 1）と基準大電流経路 114 とを接続するコンデンサを含んでもよい。

【0367】

第 2 のバランス部 80 は、基準大電流経路 114 に提供された補償電流 IC を、2 つ以上の大電流経路 111、112、113、114 に分配してもよい。例えば、大電流経路 114 に提供された補償電流 IC の大きさが 8 である場合、第 2 のバランス部 80 は、4 つの大電流経路 111、112、113、114 のそれぞれに大きさが 2 であるの補償電流が流れるように補償電流 IC を分配してもよい。

10

【0368】

一方、第 2 のバランス部 80 は、大電流経路 111、112、113、114 上で合成電流のバランスを調節してもよい。このとき、合成電流は、第 1 のバランス部によってバランスが調節された第 1 の電流に分配された補償電流が加えられた電流を意味してもよい。例えば、第 2 のバランス部 80 は、大電流経路 111、112、113、114 のそれぞれに流れる合成電流間の大きさの差を減少させることができる。

20

【0369】

一実施例によると、第 2 のバランス部 80 は、大電流経路 111、112、113、114 の間に第 1 の周波数帯域の電流のみが流れるようにする大電流経路接続部を含むように構成されてもよい。この時、大電流経路接続部は、例えば、第 1 の周波数帯域の電流のみを通電させる容量を有するコンデンサで実現されてもよい。

【0370】

第 2 のバランス部 80 は、後述する出力インピーダンス調節部 50 と共に補償変圧部 140 から第 2 の装置 200 側への出力インピーダンスを調節してもよい。

【0371】

出力インピーダンス調節部 50 は、第 2 のバランス部 80 と共に補償変圧部 140 から第 2 の装置 200 側への出力インピーダンスを調節してもよい。例えばインピーダンス調節部 50 は、補償変圧部 140 から第 2 の装置 200 側に見える出力インピーダンスを減少させ、補償電流 IC が逆方向（例えば、補償変圧部 140 の方向）に流れることを防止してもよい。一実施例において、出力インピーダンス調節部 50 は、所定の容量を有するコンデンサで実現されてもよい。

30

【0372】

以下では、図 36～図 39 を図 35 と共に参照し、様々な実施例に係る補償装置 105 を説明する。

【0373】

図 36 は、本発明の一実施例により、3 相 4 線システムで使用される補償装置 105 A の構成を概略的に示す図である。

40

【0374】

図 35 の補償装置 105 A は、図 29～図 31 を参照して説明された補償装置 104 A に比べ、補償コンデンサ部 150 A に相異点があり、出力インピーダンス調節部 50 A が加えられてもよい。従って、補償装置 104 及び 104 A の構成要素と重複するものは説明を省略し、補償コンデンサ部 150 A 及び出力インピーダンス調節部 50 A を中心に説明する。以下に図 36～図 38 を通して、補償コンデンサ部 150 A 及び出力インピーダンス調節部 50 A を中心に、補償装置 105 A について説明する。

【0375】

また、補償装置 105 A は、外部装置と接続される端子 P1～P11 を含んでもよい。

50

このとき、端子 P 1 は、基準電位 1 と接続される端子であり、端子 P 2 は、基準電位 2 と接続される端子であり、端子 P 3 は、増幅部 130 A の電源を供給する第 3 の装置と接続される端子であり、端子 P 4 ~ P 7 は、第 1 の装置と接続される端子であり、端子 P 8 ~ P 11 は、第 2 の装置と接続される端子であってもよい。

【0376】

一方、一実施例に係る第 1 のバランス部 70 A の構成及び動作は、図 30 を参照した説明に対応してもよい。

【0377】

図 37 は、補償変圧部 140 A によって生成された補償電流 I_C が補償コンデンサ部 150 A 及び第 2 のバランス部 80 A を通して大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A に分配される過程を説明する図である。

10

【0378】

補償コンデンサ部 150 A は、補償変圧部 140 A によって生成された補償電流が基準大電流経路 114 A に流れる経路を提供することができる。一方、基準大電流経路 114 A に送信された補償電流は、第 2 のバランス部 80 A を通して、各大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A に分配されてもよい。

【0379】

例えば、基準大電流経路 114 A に送信された補償電流は、第 2 のバランス部 80 A の 1 つ目のコンデンサ 81 A を通して、1 つ目の大電流経路 111 A に送信されてもよい（経路 W1）。同様に、2 つ目のコンデンサ 82 A 及び 3 つ目のコンデンサ 83 A を通して 2 目の大電流経路 112 A 及び 3 つ目の大電流経路 113 A のそれぞれに補償電流が送信されてもよい（経路 W2 及び W3 を参照）。一方、大電流経路 111 A、112 A、113 A に送信されて、残りの補償電流は、4 つ目の大電流経路（又は基準大電流経路 114 A）に残存し得る（経路 W4 を参照）。

20

【0380】

4 つの大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A のそれぞれに提供された補償電流は、各大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A 上のバランスが調節された第 1 の電流 I_{11}' 、 I_{12}' 、 I_{13}' 、 I_{14}' を相殺させ、バランスが調節された第 1 の電流 I_{11}' 、 I_{12}' 、 I_{13}' 、 I_{14}' が第 2 の装置 200 A に送信されることを防止することができる。この時、バランスが調節された第 1 の電流 I_{11}' 、 I_{12}' 、 I_{13}' 、 I_{14}' 及び補償電流は、例えば、同一の（又は同一のものと見なすことができる）大きさを有しかつ位相が互いに反対である（又は反対に対応する位相の）電流であってもよい。

30

【0381】

一実施例において、補償コンデンサ部 150 A は、補償コンデンサを通して基準大電流経路 114 A と補償装置 105 A の基準電位（基準電位 1）との間に流れる電流が所定の第 2 の条件を満たすよう構成されてもよい。この時、所定の第 2 の電流条件は、電流の大きさが所定の第 2 の臨界大きさ未満の条件であってもよい。

【0382】

第 2 のバランス部 80 は、上述したように、補償コンデンサ部 150 A により提供された補償電流を各大電流経路 111 A、112 A、113 A、114 A に分配するほか、合成電流のバランスを調節し、バランスが調節された合成電流を生成してもよい。このとき、合成電流は、第 1 のバランス部 70 A によってバランスが調節された第 1 の電流 I_{11}' 、 I_{12}' 、 I_{13}' 、 I_{14}' に分配された補償電流が加えられた電流を意味してもよい。

40

【0383】

一実施例に係る第 2 のバランス部 80 A の構成及び動作は、図 31 を参照した説明に対応することがあるので、省略する。

【0384】

図 38 は、第 2 のバランス部 80 A と、出力インピーダンス調節部 50 A によって出力

50

インピーダンス Z_{eq31} 、 Z_{eq32} 、 Z_{eq33} 、 Z_{eq34} が調節される過程を説明する図である。

【0385】

一実施例において、出力インピーダンス調節部 50 A は、図 38 に示されたように、基準大電流経路 114 A と補償変圧部 140 A の基準電位との間に電流が流れる経路を提供するコンデンサ 51 A を含んでもよい。

【0386】

また、前述したように、第 2 のバランス部 80 A は、基準大電流経路 114 A と、残り的大電流経路 111 A、112 A、113 A のそれぞれの間に電流が流れる経路を提供するコンデンサ 81 A、82 A、83 A を含んでもよい。

【0387】

一実施例において、補償変圧部 140 A から第 2 の装置側への出力インピーダンス Z_{eq31} 、 Z_{eq32} 、 Z_{eq33} 、 Z_{eq34} は、コンデンサ 51 A 及びコンデンサ 81 A、82 A、83 A のそれぞれを直列に接続したインピーダンス及び第 2 の装置のインピーダンス Z_{eq41} 、 Z_{eq42} 、 Z_{eq43} 、 Z_{eq44} を並列に接続した合成インピーダンスであってもよい。例えば、1 つ目の大電流経路 111 A において、出力インピーダンス Z_{eq31} は、コンデンサ 51 A 及びコンデンサ 81 A を直列に接続したインピーダンス及び第 2 の装置のインピーダンス Z_{eq41} を並列に接続した合成インピーダンスであってもよい。

【0388】

このように、第 2 のバランス部 80 A 及び出力インピーダンス調節部 50 A は、第 2 の装置のインピーダンス Z_{eq41} 、 Z_{eq42} 、 Z_{eq43} 、 Z_{eq44} と並列に接続された形態のインピーダンスとして作用し、補償変圧部 140 A が第 2 の装置側に見える出力インピーダンス Z_{eq31} 、 Z_{eq32} 、 Z_{eq33} 、 Z_{eq34} を減少させ、様々な大きさの第 2 の装置のインピーダンス Z_{eq41} 、 Z_{eq42} 、 Z_{eq43} 、 Z_{eq44} においても補償電流による電流補償が円滑に行われるようにする。

【0389】

図 39 は、本発明の他の実施例に係る 3 相 3 線システムに使用される補償装置 105 B の構成を概略的に示す図である。

【0390】

図 39 の補償装置 105 B は、図 32 を参照して説明された補償装置 104 B に比べ、補償コンデンサ部 150 B 及び出力インピーダンス調節部 50 B に相異点があり得る。従って、図 32 の補償装置 104 B の構成要素と重複するもの（例えば、検出変圧器 120 B、増幅部 130 B、補償変圧器 140 B、第 1 及び第 2 のバランス部 70 B 及び 80 B など）は、説明を省略し、補償コンデンサ部 150 B 及び出力インピーダンス調節部 50 B を中心に説明する。

【0391】

補償コンデンサ部 150 B は、補償変圧器によって生成された補償電流 I_C が基準大電流経路である 3 つ目の大電流経路 113 B に流れる経路を提供することができる。この時、基準大電流経路 113 B は、大電流経路 111 B、112 B、113 B のいずれかを意味するものであり、選択に応じて、残り的大電流経路 111 B 及び 112 B も基準大電流経路になってもよい。

【0392】

一実施例において、補償コンデンサ部 150 B は、コンデンサ 151 B で実現されてもよい。

第 2 のバランス部 80 B は、基準大電流経路 113 B に送信された補償電流を各大電流経路 111 B、112 B、113 B に分配してもよい。

【0393】

一実施例において、第 2 のバランス部 80 B は、R 線、S 線、T 線に対応する大電流経路 111 B、112 B、113 B のそれぞれに一端が接続され、他端が共通に接続される

10

20

30

40

50

コンデンサ 81B、82B、83B で実現されてもよい。

【0394】

一実施例において、基準大電流経路 113B に送信された補償電流は、第 2 のバランス部 80B の 1 つ目のコンデンサ 81B を通して、1 つ目の大電流経路 111B に送信してもよい。同様に、2 つ目のコンデンサ 82B 及び 3 つ目のコンデンサ 83B を通して、2 つ目の大電流経路 112B 及び 3 つ目の大電流経路 113B のそれぞれにも補償電流が送信されてもよい。

【0395】

3 つの大電流経路 111B、112B、113B のそれぞれに提供された補償電流は、各大電流経路 111B、112B、113B 上のバランスが調節された第 1 の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} を相殺させる（又は補償する）ことができる。

10

【0396】

一実施例において、補償コンデンサ部 150B は、補償コンデンサを通して基準大電流経路 113B と補償装置 105B の基準電位（基準電位 1）との間に流れる電流の大きさが所定の第 2 の臨界の大きさ未満の条件であってもよい。

【0397】

第 2 のバランス部 80B は、上述したように、補償コンデンサ部 150B によって提供された補償電流を各大電流経路 111B、112B、113B に分配するほか、合成電流のバランスを調節し、バランスが調節された合成電流を生成してもよい。

20

【0398】

第 2 のバランス部 80B を構成するコンデンサ 81B、82B、83B の容量は、合成電流の周波数が属する第 1 の周波数帯域の電流のみが選択的に流れるように決定されてもよい。

【0399】

一実施例において、第 2 のバランス部 80B は、出力インピーダンス調節部 50B と共に、補償部 140B から第 2 の装置側への出力インピーダンスを調節してもよい。

【0400】

一実施例において、出力インピーダンス調節部 50B は、基準大電流経路 113B と補償部 140B の基準電位との間に電流が流れる経路を提供するコンデンサ 51B を含んでもよい。

30

【0401】

第 2 のバランス部 80B 及び出力インピーダンス調節部 50B によって補償部 140B から第 2 の装置側への出力インピーダンスが調節される原理は、図 38 で詳細に説明するので、これに対する詳細な説明は省略する。

【0402】

このような実施例に係る補償装置 105B は、3 相 3 線の電力システムで発生する共通モードの第 1 の電流 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} を相殺するために（又は補償するために）使用されてもよい。

【0403】

図 40 は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 106 を含むシステムの構成を概略的に示す。アクティブ補償装置 106 は、第 1 の装置 300 から 2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 上で共通モード（CM（Common Mode））で発生するノイズ電流 I_n （例えば、EMI ノイズ電流）及び／又はノイズ電圧（例えば、EMI ノイズ電圧）を能動的に補償してもよい。

40

【0404】

アクティブ補償装置 106 は、検出部 120 と、第 1 の増幅部 131 と、第 2 の増幅部 132 と、第 N の増幅部 133 と、補償部 160 とを含んでもよい。N は、2 つ以上の自然数である。すなわち、本発明の様々な実施例に係るアクティブ補償装置 106 は、2 つ以上の並列増幅部を含んでもよい。

【0405】

50

補償装置 106 は、図 1 に示された補償装置 100 において、増幅部 130 が、第 1 の増幅部 131、第 2 の増幅部 132、及び第 N の増幅部 133 の並列構造で構成された実施例である。従って、前述した補償装置 100 で説明した構成要素（例えば、検出部 120 及び補償部 160 など）と重複している内容は省略し、第 1 の増幅部 131、第 2 の増幅部 132、及び第 N の増幅部 133 を中心に説明する。

【0406】

例えば、第 1 の装置 300 側の電力変換装置のスイッチング動作により、共通モードのノイズ電流 I_n が大電流経路 111 及び 112 上に入力されてもよい。若しくは、例えば、第 1 の装置 300 側から漏れたノイズ電流がグラウンド（例えば、基準電位 1）を経由し、第 2 の装置 200 を介して大電流経路 111 及び 112 に流れ入ってくることで、ノイズ電流 I_n を発生することができる。

10

【0407】

大電流経路 111 及び 112 上に同一の方向に発生するノイズ電流 I_n を共通モードノイズ電流とすることができる。また、共通モードノイズ電圧（図示せず）は、大電流経路 111 及び 112 の間に発生する電圧ではなく、グラウンド（例えば、基準電位 1）と大電流経路 111 及び 112 との間に発生する電圧であってもよい。

【0408】

例えば、ノイズ電流 I_n は、第 1 の装置 300 と周辺環境との間の寄生容量（capacitance）によるノイズ電流であってもよい。ノイズ電流 I_n は、前述した第 1 の電流（例えば、 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} など）に対応してもよい。

20

例えば、第 1 の装置 300 側は、ノイズ源に対応することができ、第 2 の装置 200 側は、ノイズ受信機に対応することができる。

【0409】

検出部 120 は、2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 上のノイズ電流 I_n を感知し、ノイズ電流 I_n に対応する出力信号を第 1、第 2、及び第 N の増幅部 131、132、133 側に生成してもよい。

【0410】

例えば、検出部 120 は、大電流経路 111 及び 112 に相当する電力線が巻かれた CM チョークに増幅部 131 及び 132 側の電線が重ねて巻かれている形態であってもよい。検出部 120 は、大電流経路 111 及び 112 と絶縁された状態で、大電流経路 111 及び 112 上のノイズ電流 I_n に基づく出力信号（例えば、誘導電圧又は誘導電流）を、第 1、第 2、第 N の増幅部 131、132、133 側の電線にそれぞれ誘導してもよい。すなわち、検出部 120 は、複数の出力信号を発生することができる。上記の出力信号（例えば、誘導電圧又は誘導電流）は、第 1、第 2、第 N の増幅部 131、132、133 の入力信号であってもよい。ただし、これは一実施例にすぎない。

30

【0411】

本発明の様々な実施例によると、アクティブ補償装置は、複数の増幅部を含んでもよい。例えば、検出部 120 は、大電流経路 111 及び 112 上のノイズ電流 I_n に基づいて、複数の増幅部のそれぞれに対応する出力信号を発生することができる。複数の増幅部には、検出部 120 による出力信号がそれぞれ入力されてもよい。

40

【0412】

図 40 は、第 1、第 2、第 N の増幅部 131、132、133 が示されているが、N は 2 つ以上の自然数であるので、様々な実施例に係るアクティブ補償装置の増幅部は、2 つの第 1 及び第 2 の増幅部 131 及び 132 のみで構成されてもよいことはもちろんである。以下では、第 1、第 2、第 N の増幅部 131、132、133 を例として説明する。

【0413】

一実施例によると、検出部 120 は、第 1、第 2、第 N の増幅部 131 及び 132 の入力端のそれぞれと差動（differential）で接続されてもよい。

【0414】

第 1、第 2、第 N の増幅部 131、132、133 は、検出部 120 に電氣的に接続さ

50

れ、検出部 120 が出力した出力信号を増幅し、増幅された出力信号を生成してもよい。増幅部 131、132、133 は、様々な手段で実現されてもよく、能動素子を含んでもよい。一実施例において、増幅部 131、132、133 のそれぞれは、OP-AMP 又は BJT (Bipolar Junction Transistor) のうちの少なくとも 1 つを含んでもよい。

【0415】

増幅部 131、132、133 は、第 1 の装置 300 及び／又は第 2 の装置 200 と区別される第 3 の装置 400 から電源の供給を受け、検出部 120 が出力した出力信号を増幅し、増幅電流又は増幅電圧を生成してもよい。

【0416】

複数の増幅部 131、132、133 のそれぞれは、前述した様々な増幅部で実現されてもよい。

【0417】

増幅部 131、132、133 で増幅された出力信号（例えば、電流又は電圧）は、補償部 160 に入力され得る。例えば、第 1 の増幅部 131 は、補償部 160 側に第 1 の増幅電流（又は第 1 の増幅電圧）を出力し、第 2 の増幅部 132 は、上記の補償部 160 側に第 2 の増幅電流（又は第 2 の増幅電圧）を出力し、第 N の増幅部 133 は、上記の補償部 160 側に第 N の増幅電流（又は第 N の増幅電圧）を出力してもよい。

【0418】

補償部 160 は、第 1、第 2、第 N の増幅部 131、132、133 からそれぞれ出力された増幅信号に基づいて、補償電流又は補償電圧を生成してもよい。

【0419】

一実施例によると、補償部 160 は、第 1 の増幅部 131 から出力された第 1 の増幅電流、第 2 の増幅部 132 から出力された第 2 の増幅電流、及び第 N の増幅部 133 から出力された第 N の増幅電流に基づいて、補償電流を生成してもよい。上記の補償電流は、大電流経路 111 及び 112 上に注入 (inject) されるか、又は大電流経路 111 及び 112 から引き出されることで、大電流経路 111 及び 112 上のノイズ電流 I_n を相殺又は低減してもよい。

【0420】

上記の補償電流は、大電流経路 111 及び 112 上に注入されることで、ノイズ電流 I_n を相殺させるか、又はノイズ電流 I_n の少なくとも一部をグラウンド（例えば、基準電位 1）に流し、ノイズ電流 I_n を減少させてもよい。この場合、補償部 160 は、電流補償に相当することができる。電流補償の詳細な説明は、図 41 及び図 42、及び図 48 及び図 49 で後述される。

【0421】

他の一実施例によると、補償部 160 は、第 1 の増幅部 131 から出力された第 1 の増幅電圧及び第 2 の増幅部 132 から出力された第 2 の増幅電圧に基づいて、大電流経路 111 及び 112 上に直列に補償電圧を発生することができる。補償部 160 の出力側は、大電流経路 111 及び 112 に直列に補償電圧を発生することができるが、増幅部 131 及び 132 と絶縁されてもよい。例えば、補償部 160 は、上記の絶縁のため、補償変圧器からなってもよい。上記の補償電圧は、大電流経路 111 及び 112 上に流れるノイズ電流 I_n を抑制する効果を与えることができる。この場合、補償部 160 は、電圧補償に相当することができる。電圧補償の詳細な説明は、図 43～図 45 で後述される。

【0422】

補償部 160 は、第 1 の装置 300 側から入力されるノイズを電源側である前端で補償するフィードフォワード (feed forward) タイプであってもよい。しかしながら、本発明はこれに限定されず、アクティブ補償装置 106 は、ノイズを後端に戻って補償する補償部を含んでもよい。

【0423】

図 41 は、図 40 に示された内容のうち、2 つの増幅部を使用する実施例について、よ

10

20

30

40

50

り具体的な一例を示したものであって、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 106 A 1 を含むシステムを概略に示したものであり、図 4 2 は、アクティブ補償装置 106 A 1 の具体的な一例を概略的に示す。

【0424】

図 4 1 及び図 4 2 を参照すると、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 106 A 1 は、検出変圧器 120 A 1 と、第 1 の増幅部 131 A と、第 2 の増幅部 132 A と、補償変圧器 140 A 1 と、補償コンデンサ部 150 A とを含んでもよい。前述した補償部 160 は、例えば、補償変圧器 140 A 1 と補償コンデンサ部 150 A とで実現されてもよい。

【0425】

一実施例によると、検出変圧器 120 A 1 は、前述した検出部 120 の一例であり、第 1 及び第 2 の増幅部 131 A 及び 132 A は、前述した第 1 及び第 2 の増幅部 131 及び 132 の一例である。従って、前述した検出部 120 及び第 1 及び第 2 の増幅部 131 及び 132 の説明は、検出変圧器 120 A 1、及び第 1 及び第 2 の増幅部 131 A 及び 132 A の説明に対応してもよい。従って、図 4 0 で説明した内容と重複する内容は省略する。

【0426】

一実施例において、検出変圧器 120 A 1 は、大電流経路 111 及び 112（例えば、電力線）に入力されるノイズ電流 I_n により、検出変圧器 120 A 1 の両端に誘導された電圧を検出することができる。

【0427】

検出変圧器 120 A 1 は、コア C 1、及び大電流経路 111 及び 112（例えば、電力線）に対応する 1 次側（例えば、1 次巻線）、及び増幅部 131 A 及び 132 A の入力端と接続された 2 次側（例えば、2 次巻線）を含んでもよい。一例として、1 次側に対応する大電流経路 111 及び 112 は、上記のコア C 1 を通過し、2 次側に相当する増幅部側の電線は、上記のコア C 1 に巻かれている形態であってもよい。ただし、これに限定されない。

【0428】

一実施例によると、検出変圧器 120 A 1 の 1 次側は、コア C 1 に第 1 の大電流経路 111 及び第 2 の大電流経路 112 がそれぞれ通過するか、又は巻かれていてもよい。

【0429】

一実施例によると、検出変圧器 120 A 1 の 2 次側は、第 1 の増幅部 131 A の入力端に差動で接続される第 1 の電線 L 1 及び第 2 の増幅部 132 A の入力端に差動で接続される第 2 の電線 L 2 が、上記のコア C 1 にそれぞれ巻かれている形態であってもよい。

【0430】

検出変圧器 120 A 1 は、大電流経路 111 及び 112 がコア C 1 を通過する 1 次側からのノイズ電流 I_n によって、誘導される磁束密度に基づいて 2 次側に誘導電流又は誘導電圧を生成してもよい。

【0431】

本発明の一実施例によると、検出変圧器 120 A 1 は、上記のノイズ電流 I_n に基づいて、第 1 の増幅部 131 A に入力される信号及び第 2 の増幅部 132 A に入力される信号をそれぞれ出力してもよい。すなわち、検出変圧器 120 A 1 は、2 次側で複数の出力信号を並列に出力してもよい。

【0432】

2 つの並列増幅部を用いる場合、例えば、検出変圧器 120 A 1 の 2 次側のうちの第 1 の電線 L 1 で発生される第 1 の誘導電流は、第 1 の増幅部 131 A に差動で入力されてもよく、検出変圧器 120 A 1 の 2 次側の第 2 の電線 L 2 で発生される第 2 の誘導電流は、第 2 の増幅部 132 A に差動で入力されてもよい。

【0433】

若しくは、例えば、増幅部 131 A 及び 132 A の構成に応じて、検出変圧器 120 A

10

20

30

40

50

1の2次側の第1の電線L1は、第1の増幅部131Aの入力端と第1の増幅部131Aの基準電位（基準電位2）とを接続する経路上に配置されてもよい。すなわち、2次側の第1の電線L1の一端は、第1の増幅部131Aの入力端と接続され、2次側の第1の電線L1の他端は、第1の増幅部131Aの基準電位（基準電位2）と接続されてもよい。同様に、検出変圧器120A1の2次側の第2の電線L2は、第2の増幅部132Aの入力端と第2の増幅部132Aの基準電位（基準電位2）とを接続する経路上に配置されてもよい。

【0434】

例えば、検出変圧器120A1において、1次側及び2次側の第1の電線L1の巻線比が $1:N_{sen1}$ であると、第1の電線L1に誘導される電流、すなわち、第1の増幅部131Aに入力される電流は、 $I_n/2N_{sen1}$ である。また、検出変圧器120A1において、1次側及び2次側の第2の電線L2の巻線比が $1:N_{sen2}$ であると、第2の電線L2に誘導される電流、すなわち、第2の増幅部132Aに入力される電流は、 $I_n/2N_{sen2}$ である。すなわち、第1及び第2の増幅部131A及び132Aは、ノイズ電流 I_n を2つの増幅部にそれぞれ分けて並列に検出することができる。

【0435】

従って、一実施例によると、第1の電線L1及び第2の電線L2の巻線回数が同様である場合、第1の増幅部131A及び第2の増幅部132Aの入力電流は、互いに同一又は対応してもよい。すなわち、第1の電線L1及び第2の電線L2の巻線回数が同様である場合、ノイズ電流 I_n の検出による出力電流は、 $1/2$ ずつに分けられて第1の増幅部131A及び第2の増幅部132Aにそれぞれ入力されてもよい。ただし、本発明はこれに限定されず、他の実施例によると、第1の電線L1及び第2の電線L2の巻線回数は異なる場合がある。この場合、第1の増幅部131Aの入力電流及び第2の増幅部132Aの入力電流も互いに異なってもよい。

【0436】

第1の増幅部131Aは、上記の2次側の第1の電線L1に誘導される第1の誘導電流を、第1の増幅部131Aの利得（例えば、 F_1 ）に基づいて増幅させることができる。同様に、第2の増幅部132Aは、上記の2次側の第2の電線L2に誘導される第2の誘導電流を、第2の増幅部132Aの利得（例えば、 F_2 ）に基づいて増幅させることができる。

【0437】

一実施例によると、第1の増幅部131Aの利得 F_1 及び第2の増幅部132Aの利得 F_2 は、互いに同じ大きさを有するように設計されてもよい。例えば、 $F_1 = -F_2$ を満たすように設計されてもよい。この場合、第1の増幅部131A及び第2の増幅部132Aは、互いに相補的に動作してもよい。例えば、第1の増幅部131A及び第2の増幅部132Aは、full-bridge形態で動作してもよい。

【0438】

しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、一実施例によると、第1の増幅部131Aの利得 F_1 と第2の増幅部132Aの利得 F_2 とは、互いに異なる場合がある。

【0439】

補償変圧器140A1及び補償コンデンサ部150Aは、前述した補償部160に対応してもよい。第1の増幅部131Aによって増幅された電流及び第2の増幅部132Aによって増幅された電流は、それぞれ補償変圧器140A1の1次側に流れる。

【0440】

補償変圧器140A1は、コアC2と、増幅部131A及び132Aの出力端と接続される1次側（例えば、1次巻線）と、大電流経路111及び112と接続される2次側（例えば、2次巻線）とを含んでもよい。補償変圧器140A1は、1つのコアC2に、上記の1次側の電線L3及びL4及び上記の2次側の電線が巻かれている形態であってもよい。補償変圧器140A1の1次側に、第1の増幅部131Aの出力電流が流れる電線L

3 及び第 2 の増幅部 132A の出力電流が流れる電線 L4 は、上記のコア C2 にそれぞれ巻かれている形態であってもよい。

【0441】

補償変圧器 140A1 は、1 次側に流れる電流によって誘導される磁束密度に基づいて 2 次側の電線に誘導電流を生成してもよい。

【0442】

一方、補償変圧器 140A1 の 1 次側には、第 1 の増幅部 131A から出力された電流が流れる第 3 の電線 L3 及び第 2 の増幅部 132A から出力された電流が流れる第 4 の電線 L4 がそれぞれ巻かれてもよい。

【0443】

一実施例によると、第 3 の電線 L3 には、第 1 の増幅部 131A の出力電流である $F1 * I_n / 2 N_{sen1}$ が流れることができる。また、第 4 の電線 L4 には、第 2 の増幅部 132A の出力電流である $F2 * I_n / 2 N_{sen2}$ が流れることができる。

【0444】

例えば、補償変圧器 140A1 において、1 次側の第 3 の電線 L3 及び 2 次側の巻線比を $1 : N_{inj1}$ 、1 次側の第 4 の電線 L4 及び 2 次側の巻線比を $1 : N_{inj2}$ とすると、補償変圧器 140A1 の 2 次側に誘導される電流は、「 $F1 * I_n / 2 (N_{sen1} * N_{inj1}) + F2 * I_n / 2 (N_{sen2} * N_{inj2})$ 」と同様であってもよい。

【0445】

一実施例によると、第 1 の増幅部 131A とその入出力端及び第 2 の増幅部 132A とその入出力端は、互いに対称であってもよい ($F1 = F2$ 、 $N_{sen1} = N_{sen2}$ 、 $N_{inj1} = N_{inj2}$)。ただし、本発明がこれに限定されない。

【0446】

補償変圧器 140A1 を通して変換された電流（すなわち、2 次側電流）は、補償コンデンサ部 150A を通して大電流経路 111 及び 112（例えば、電力線）に補償電流 IC として注入されるか、又は引き出されてもよい。

【0447】

一実施例において、補償電流 IC が大電流経路 111 及び 112 に注入される場合、ノイズ電流 I_n を相殺させるため、補償電流 IC は、ノイズ電流 I_n と位相が反対であってもよい。他の一実施例において、補償電流 IC が大電流経路 111 及び 112 から引き出される場合、補償電流 IC は、ノイズ電流 I_n に比例してもよい。これにより、アクティブ補償装置 106A1 は、ノイズを低減させることができる。

【0448】

本発明の一実施に係るアクティブ補償装置 106A1 の第 1 及び第 2 の増幅部 131A 及び 132A は、full-bridge 回路を利用して、同一の DC 電圧供給（例えば、第 3 の装置 400 の電圧供給）に対しても 2 倍の電流スイングを収容及び生成することができる。

【0449】

一方、図 42 を参照すると、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置 106A1 は、減結合コンデンサ部 170A をさらに含んでもよい。減結合コンデンサ部 170A の説明は、図 14～図 15 の減結合コンデンサ部 170 及び 170A の説明に対応するので、省略する。

【0450】

一方、本発明に係る増幅部は、第 1 の増幅部 131A 及び第 2 の増幅部 132A からなるものに限定されず、図 40 に示されたように、第 1 の増幅部 131A と、第 2 の増幅部 132A と、第 N の増幅部（図示せず）とを含む複数の増幅部を含んでもよい。

【0451】

一実施例によると、上記の複数の増幅部は、図 42 に示されたように、検出変圧器 120A1 及び補償変圧器 140A1 にそれぞれ並列に接続されてもよい。第 N の増幅部（図示せず）が検出変圧器 120A1 及び補償変圧器 140A1 と接続される方式は、第 1 及

10

20

30

40

50

び第2の増幅部131A及び132Aが検出変圧器120A1及び補償変圧器140A1と接続される方式に対応してもよい。

【0452】

例えば、図42を参照して説明すると、検出変圧器120A1のコアC1には、2次側に相当し、第Nの増幅部（図示せず）の入力端に差動で接続される第Nの電線（図示せず）が追加的に巻線されてもよい。例えば、検出変圧器120A1の2次側の第Nの電線（図示せず）で発生される第Nの誘導電流は、第Nの増幅部に差動で入力されてもよい。

【0453】

また、第Nの増幅部（図示せず）は、上記の入力された第Nの誘導電流及び第Nの増幅部の電流利得に基づいて、第Nの増幅部（図示せず）の出力電流を出力してもよい。第Nの増幅部の出力電流が流れる電線は、補償変圧器140A1のコアC2に追加的に巻線されてもよい。この場合、補償変圧器140A1は、上記の第1、第2、及び第Nの増幅部それぞれの出力電流と、それぞれの出力端との巻線比で補償電流を生成してもよい。

【0454】

図43は、図40に示された実施例のより具体的な一例を示し、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置106Bを含むシステムを概略的に示す。

【0455】

図44は、図43に示された補償装置106Bの一例として、補償装置106B1を概略的に図示し、図45は、図43に示されたアクティブ補償装置106Bの他の一例として、アクティブ補償装置106B2を概略的に示す。

【0456】

図43を参照すると、補償装置106Bは、検出部120Bと、第1の増幅部131Bと、第2の増幅部132Bと、補償変圧器190Bとを含んでもよい。検出部120B、第1及び第2の増幅部131B及び132B、及び補償変圧器190Bは、それぞれ前述した検出部120、第1及び第2の増幅部131及び132、及び補償部160の一例である。前述した内容と共通する内容は省略する。

【0457】

検出部120Bは、ノイズ電流 I_n に基づいて、第1の出力信号及び第2出力信号をそれぞれ出力してもよく、上記の第1の出力信号は、第1の増幅部131Bに入力され、第2出力信号は、第2の増幅部132Bに入力されてもよい。例えば、第1の出力信号は、第1の増幅部131Bの入力端に差動電圧で入力されてもよく、第2の出力信号は、第2の増幅部132Bの入力端に差動電圧で入力されてもよい。検出部120Bの構成に応じて、上記の第1の出力信号及び第2出力信号は、互いに同一でもよく、異なってもよい。

【0458】

第1の増幅部131Bは、第1の増幅部131Bに入力された電圧及び第1の増幅部131Bの電圧利得の積に対応する第1の出力電圧 V_1 を出力してもよい。第2の増幅部132Bは、第2の増幅部132Bに入力された電圧及び第2の増幅部132Bの電圧利得の積に対応する第2の出力電圧 V_2 を出力してもよい。第1及び第2の出力電圧 V_1 及び V_2 は、それぞれ増幅部131B及び132Bの基準電位2に対する電位を示してもよい。

【0459】

本発明の一実施例に係る補償装置106Bにおいて、第1の出力電圧 V_1 と第2の出力電圧 V_2 との間の差は、補償変圧器190Bに入力されてもよい。すなわち、第1の出力電圧 V_1 と第2の出力電圧 V_2 との間の差は、補償変圧器190Bの入力電圧に対応してもよい。

【0460】

補償変圧器190Bは、前述した補償部160の一例である場合がある。言い換えれば、前述した補償部160は、一実施例に係る補償装置106Bにおいて、補償変圧器190Bで実現されてもよい。

【0461】

補償変圧器 190B の 1 次側にかかる電圧は、上述した第 1 の増幅部 131B の出力電圧 V_1 と第 2 の増幅部 131B の出力電圧との間の差に対応してもよい。

【0462】

補償変圧器 190B は、上記の 1 次側にかかる電圧に基づいて、2 次側の大電流経路 111 及び 112 上に直列に補償電圧を誘導してもよい。上記の大電流経路 111 及び 112 上に直列に生成された補償電圧は、大電流経路 111 及び 112 上に流れるノイズ電流 I_n を抑制する効果を与えることができる。

【0463】

図 43 において、補償変圧器 190B は、電源側である前端で（すなわち、検出部 120B と第 2 の装置 200 との間に）補償電圧を生成することとして図示されているが、本発明はこれに限定されない。一例として、補償変圧器 190B は、検出部 120B と第 1 の装置 300 との間の電流経路 111 及び 112 上に補償電圧を生成してもよい。

10

【0464】

以下の図 44 及び図 45 を参照し、補償装置 106B の一例である補償装置 106B1 及び 106B2 を説明する。

【0465】

補償装置 106B1 及び補償装置 106B2 の増幅部 131B 及び 132B と、補償変圧器 190B とは、互いに対応してもよい。一実施例によると、補償装置 106B1 の検出部 120B1 と、補償装置 106B2 の検出部 120B2 とは、互いに異なってもよい。

20

【0466】

一実施例に係る補償装置 106B1 及び 106B2 の検出部 120B1 及び 120B2 は、第 1 の大電流経路 111 及び第 2 の大電流経路 112 が巻かれている CM チョークに、2 次側の電線が重ねて巻かれた形態であってもよい。このように CM チョークを利用して検出部 120B1 及び 120B2 を形成する場合、検出部 120B1 及び 120B2 は、検出及び変圧の機能だけではなく、CM チョークとしての受動フィルタの役割も可能である。

【0467】

すなわち、CM チョークに 2 次側の電線を重ねて巻いて検出部 120B1 及び 120B2 を形成した場合、検出部 120B1 及び 120B2 は、ノイズ電流 I_n の検出及び変圧と共に、ノイズ電流 I_n を抑制又は阻止する役割を同時に行ってもよい。

30

【0468】

検出部 120B1 及び 120B2 の 1 次側は、CM チョークに第 1 の大電流経路 111 及び第 2 の大電流経路 112 がそれぞれ巻かれている巻線であってもよい。

【0469】

一方、一実施例において（図 44 参照）、検出部 120B1 の 2 次側には、1 つの電線が上記の CM チョークに重ねて巻かれてもよい。上記の 1 つの電線は、第 1 の増幅部 131B の入力端に並列に接続され、同時に第 2 の増幅部 132B の入力端に並列に接続されてもよい。例えば、検出部 120B1 の 2 次側に誘導された電圧 V_{sen} が第 1 の増幅部 131B の入力端に差動で入力され、同時に第 2 の増幅部 132B の入力端に差動で入力されてもよい。

40

【0470】

図 44 の実施例において、例えば、上記の検出部 120B1 の 2 次側に誘導された電圧 V_{sen} は、第 1 の増幅部 131B 及び第 2 の増幅部 132B に等しく入力されることができる。

【0471】

第 1 の増幅部 131B は、第 1 の増幅部 131B の差動入力電圧 V_{sen} に、第 1 の増幅部 131B の電圧利得 G_1 を乗じた値に対応する第 1 の出力電圧 V_1 を出力してもよい。第 2 の増幅部 132B は、第 2 の増幅部 132B の差動入力電圧 V_{sen} に、第 2 の増幅部 132B の電圧利得 G_2 を乗じた値に対応する第 2 の出力電圧 V_2 を出力してもよい。

50

。第1の出力電圧 V_1 及び第2の出力電圧 V_2 は、増幅部131B及び132Bの基準電位2を基準とする電位であってもよい。上記の第1の出力電圧 V_1 と第2の出力電圧 V_2 との間の差は、補償変圧器190Bの入力電圧になってもよい。図44の一実施例によると、 $G_1 = -G_2$ を満たすことができる。

【0472】

一方、他の一実施例において（図45を参照）、検出部120B2の2次側には、第1の増幅部131B及び第2の増幅部132Bにそれぞれ対応する電線が、上記のCMチョークにそれぞれ重ねて巻かれてもよい。例えば、検出部120B2の2次側には、第1の増幅部131Bの入力端に差動で接続される第1の電線L11及び第2の増幅部132Aの入力端に差動で接続される第2の電線L12が、上記のCMチョークにそれぞれ巻かれている形態であってもよい。

10

【0473】

例えば、検出部120B2の2次側中の第1の電線L11に誘導された電圧 V_{sen1} は、第1の増幅部131Bに差動で入力され、検出部120B2の2次側中の第2の電線L12に誘導された電圧 V_{sen2} は、第2の増幅部132Bに差動で入力されてもよい。

【0474】

図45の実施例において、上記の第1の増幅部131Bの差動入力電圧 V_{sen1} 及び第2の増幅部132Bの差動入力電圧 V_{sen2} は、2次側の第1の電線L11の巻線数及び2次側の第2の電線L12の巻線数に基づいて発生され得る。一実施例によると、第1の電線L11及び第2の電線L12は、各増幅部131B及び132Bに反対位相の入力電圧を発生させるように巻線され得る。例えば、2次側の第1の電線L11及び第2の電線L12の巻線数が同様である場合、各増幅部131B及び132Bの差動入力電圧 V_{sen1} 及び V_{sen2} は、互いに同様の大きさを有し、かつ位相は反対になってもよい。すなわち、 $V_{sen1} = -V_{sen2}$ であることができる。例えば、第1の増幅部131Bの入力電圧 V_{sen1} は、検出部120B2の1次側に（すなわち、CMチョークの両端に）誘導される電圧に、1次側及び2次側の第1の電線L11の巻線比を乗じた値に対応してもよい。第2の増幅部132Bの入力電圧 V_{sen2} は、検出部120B2の1次側に誘導される電圧に、1次側及び2次側の第2の電線L12の巻線比を乗じた値に対応してもよい。図45の一実施例によると、 $G_1 = +G_2$ を満たすことができる。

20

30

【0475】

第1の増幅部131Bは、第1の増幅部131Bの入力電圧 V_{sen1} に、第1の増幅部131Bの電圧利得 G_1 を乗じた値に対応する第1の出力電圧 V_1 を出力してもよい。第2の増幅部132Bは、第2の増幅部132Bの差動入力電圧 V_{sen2} に、第2の増幅部132Bの電圧利得 G_2 を乗じた値に対応する第2の出力電圧 V_2 を出力してもよい。第1の出力電圧 V_1 及び第2の出力電圧 V_2 は、増幅部131B及び132Bの基準電位2を基準とする電位である。上記の第1の出力電圧 V_1 と第2の出力電圧 V_2 との間の差は、補償変圧器190Bの入力電圧になってもよい。

【0476】

一方、図44及び図45を共に再参照すると、補償変圧器190Bは、1つのコアに1次側の電線及び2次側の電線が通過するか、又は少なくとも1回以上巻かれた構造であってもよい。上記の1次側の電線は、第1の増幅部131Bの出力端及び第2の増幅部132Bの出力端をつなぐ電線であってもよい。上記の2次側の電線は、大電流経路111及び112に対応してもよい。

40

【0477】

第1の増幅部131Bの出力と第2の増幅部132Bの出力との間の電位差は、補償変圧器190Bの1次側の電圧となり、補償変圧器190Bは、上記の電位差に基づいて、2次側の大電流経路111及び112上に直列に補償電圧 V_{inj1} を生成することができる。

【0478】

50

補償変圧器 190B の 2 次側に誘導される補償電圧 V_{inj1} は、第 1 の増幅部 131B の出力と第 2 の増幅部 132B の出力との間の電位差に、上記の 1 次側及び 2 次側の巻線比を乗じた値に対応してもよい。

【0479】

一実施例に係る補償装置 106B1 及び 106B2 は、大電流経路 111 及び 112 上に電圧補償 V_{inj1} を行うことができ、これは検出部 120B1 及び 120B2 の CM チョークのインダクタンスを増加させる効果に相当する効果を与え、ノイズ電流 I_n を抑制する効果を与えることができる (L boost type)。

【0480】

一方、一実施例に係る補償装置 106B1 及び 106B2 は、減結合コンデンサ部 170B をさらに含んでもよい。

【0481】

一実施例によると、減結合コンデンサ部 170B は、検出部 120B1 及び 120B2 と、第 1 の装置 300 との間に配置されてもよい。減結合コンデンサ部 170B は、一端が基準電位 1 と接続され、他端が大電流経路 111 及び 112 とそれぞれ接続される 2 つの Y-コンデンサで構成されてもよい。

【0482】

図 46 は、本発明の他の一実施例に係るアクティブ補償装置 106D を含むシステムの構成を概略的に示す。図 46 は、前述したような様々な補償装置 (例えば、106) が、3 相 3 線システムで使用される構成を概略的に示した図である。

【0483】

図 46 の補償装置 106D は、図 40 を参照して説明された単相 2 線システムの補償装置 106 に比べ、3 相 3 線システムで使用されることが相異点である。従って、重複する点は省略し、相異点を中心に説明する。

【0484】

前述した補償装置 106 (図 40 参照) と対比してみると、補償装置 106D は、3 つの大電流経路 111D、112D、113D を含み、これによって、検出部 120D の 1 次側及び補償部 160D の 2 次側で相異点がある。

【0485】

一実施例によると、第 1 の大電流経路 111D は R 相、第 2 の大電流経路 112D は S 相、第 3 の大電流経路 113D は T 相の電力線であってもよい。ノイズ電流 I_n は、第 1 の大電流経路 111D、第 2 の大電流経路 112D、及び第 3 の大電流経路 113D のそれぞれに共通モードで入力されてもよい。

【0486】

検出部 120D の 1 次側は、第 1 の大電流経路 111D、第 2 の大電流経路 112D、及び第 3 の大電流経路 113D 上にそれぞれに配置されてもよい。

【0487】

検出部 120D の 2 次側は、第 1 の増幅部 131D の入力に対応する第 1 の出力、第 2 の増幅部 132D の入力に対応する第 2 の出力、及び第 N の増幅部 133D の入力に対応する第 3 の出力をそれぞれ並列に出力してもよい。

【0488】

補償部 160D の 1 次側の入力信号は、上記の第 1、第 2、第 N の増幅部 131D、132D、133D のそれぞれから出力された出力信号に基づいてもよい。

【0489】

補償部 160D は、前述したような電流補償を実行する、補償変圧器 140A 及び補償コンデンサ部 150A に対応してもよい。若しくは、補償部 160D は、前述したような電圧補償を実行する、補償変圧器 190B に対応してもよい。

【0490】

補償部 160D の 2 次側は、第 1 の大電流経路 111D、第 2 の大電流経路 112D、及び第 3 の大電流経路 113D のそれぞれに配置されてもよい。

【0491】

一実施例によると、補償部160Dは、第1及び第2の増幅部131D及び132Dでそれぞれ出力された電圧（すなわち、1次側の電圧）に基づいて、3つの大電流経路111D、112D、113Dのそれぞれに直列に補償電圧（すなわち、2次側の電圧）を生成してもよい。この場合、例えば、補償部160Dは、補償変圧器（例えば、190B）を含んでもよい。

【0492】

他の一実施例によると、補償部160Dは、第1、第2、第Nの増幅部131D、132D、133Dでそれぞれ出力された電流に基づいて生成された誘導電流に基づいて、第1の大電流経路111D、第2の大電流経路112D、及び第3の大電流経路113Dのそれぞれに補償電流を注入するか、又は補償電流を基準電位1に引き出してもよい。この場合、例えば、補償部160Dは、補償変圧器（例えば、140A1）と、補償コンデンサ部（例えば、150A）とを含んでもよい。

【0493】

このような実施例に係るアクティブ補償装置106Dは、3相3線の電力システムの電力線上の共通モードノイズを補償してもよい。

【0494】

複数の並列の増幅部を含む補償装置106Dは、3相4線の電力システムに合わせても変形されてもよい（図12を参照）。3相4線の電力システムの補償装置の説明は、図12を参照して説明した内容に対応してもよい。

【0495】

図47は、本発明の一実施例に係るアクティブ補償装置106Fを含むシステムの構成を概略的に示す。アクティブ補償装置106Fは、図40の説明において他の一例として前述したように、ノイズを電源側である前端で検出し、後端に戻って補償するタイプの実施例である。

【0496】

図48は、図47に示されたアクティブ補償装置106Fの一例として、補償装置106F1を概略的に図示し、図49は、図47に示されたアクティブ補償装置106Fの他の一例として、補償装置106F2を概略的に示す。

【0497】

図47を参照すると、補償装置106Fは、検出部120Fと、第1の増幅部135Fと、第2の増幅部136Fと、補償部160Fとを含んでもよい。図48及び図49を参照すると、補償部160Fは、補償変圧器140Fと、補償コンデンサ部150Fとを含んでもよい。

【0498】

検出部120Fは、大電流経路111及び112上のノイズ電流 I_n を検出し、ノイズ電流 I_n に基づいた出力信号を第1及び第2の増幅部135F及び136F側にそれぞれ出力してもよい。検出部120Fは、ノイズ電流 I_n に基づいて、第1の出力信号及び第2出力信号をそれぞれ出力してもよく、上記の第1の出力信号は、第1の増幅部135Fに入力され、第2出力信号は、第2の増幅部136Fに入力されてもよい。

【0499】

図48及び図49を参照すると、検出部120Fは、第1の大電流経路111及び第2の大電流経路112が巻かれているCMチョークに、2次側の電線が重ねて巻かれた形態であってもよい。検出部120F1及び120F2の1次側は、CMチョークに第1の大電流経路111及び第2の大電流経路112がそれぞれ巻かれている巻線であってもよい。

【0500】

一方、一実施例において（図48を参照）、検出部120F1の2次側には、1つの電線が、上記のCMチョークに重ねて巻かれてもよい。上記の1つの電線は、第1の増幅部135Fの入力端及び第2の増幅部136Fの入力端に並列に接続されてもよい。

【0501】

この場合、例えば、上記の検出部120F1の2次側に誘導された電圧 V_{sen} は、第1の増幅部135F及び第2の増幅部136Fに等しく入力されてもよい。一実施例によると、第1の増幅部135Fの電圧利得が G_5 であり、第2の増幅部136Fの電圧利得が G_6 であるとき、 $G_5 = -G_6$ を満たすことができる。第1の増幅部135Fの出力電圧と第2の増幅部136Fの出力電圧との間の差、補償部160Fの入力電圧になってもよい。すなわち、補償変圧器140Fの入力電圧になってもよい。

【0502】

一方、他の一実施例において（図49を参照）、検出部120F2の2次側には、第1の増幅部135Fの入力端に並列に接続される第1の電線L31及び第2の増幅部136Fの入力端に並列に接続される第2の電線L32が、上記のCMチョークにそれぞれ重ねて巻かれてもよい。

10

【0503】

例えば、検出部120F2の2次側の第1の電線L31に誘導された電圧 V_{sen1} は、第1の増幅部135Fにそれぞれ差動入力されてもよい。検出部120F2の2次側中の第2の電線L32に誘導された電圧 V_{sen2} は、第2の増幅部136Fに差動入力されてもよい。

【0504】

一実施例によると、第1の電線L31及び第2の電線L32は、第1の増幅部135F及び第2の増幅部136Fと同様の大きさを有し、かつ位相は反対である入力電圧を発生させるように巻線されてもよい。例えば、2次側の第1の電線L21及び第2の電線L22の巻線数が同様である場合、 $V_{sen1} = -V_{sen2}$ であることができる。また、第1の増幅部135Fの電圧利得が G_5 であり、第2の増幅部136Fの電圧利得が G_6 であるとき、 $G_5 = +G_6$ を満たすことができる。第1の増幅部135Fの出力電圧と第2の増幅部136Fの出力電圧との間の差、補償部160Fの入力電圧になってもよい。すなわち、補償変圧器140Fの入力電圧になってもよい。

20

【0505】

一方、図48及び49を共に再参照すると、補償変圧器140Fは、入力電圧及び巻線比に応じて2次側に誘導電圧 V_{inj2} を発生することができる。補償変圧器140Fを通して変換された電圧 V_{inj2} は、補償コンデンサ部150Fを通して大電流経路111及び112（例えば、電力線）から補償電流 I_c を引き出してもよい。

30

【0506】

一方、図47、図48、及び図49に示された補償装置106F、106F1、106F2も、図46のような3相3線システム、また、3相4線システムに適用可能であることはもちろんである。

【0507】

本発明の一実施例によると、補償装置（例えば、106、106A1、106B、106D、106Fなど）で収容及び補償可能なノイズが大きくなってもよい。例えば、同一のDC電圧供給（例えば、第3の装置400の電圧供給）に対しても、並列増幅部を利用することにより、アクティブ補償装置が収容及び補償可能なノイズ電流がさらに大きくなってもよい。

40

【0508】

本発明の一実施例によると、同一のノイズを検出及び補償する場合、増幅部が受けるストレスを減らすことができる。具体的には、複数の並列増幅部を使用し、限られたDC電圧（例えば、第3の装置400の供給電圧）内で、最大のノイズ耐え量を増加させてもよい。

【0509】

また、様々な実施例に係る補償装置（例えば、106、106A1、106B、106D、106Fなど）は、CMチョークを単独で使用する場合は異なり、高出力用として利用されても、大きさの増加程度や価格の増加程度が非常に小さい場合がある。

50

【0510】

図50は、本発明の一実施例に係る補償装置107を含むシステムの構成を概略的に示す。補償装置107は、第1の装置300から2つ以上の大電流経路111及び112上で共通モード（CM（Common Mode））で発生する電流 I_n （例えば、EMIノイズ電流）及び電圧 V_n （例えば、EMIノイズ電圧）を能動的に補償してもよい。

【0511】

図50を参照すると、補償装置107は、検出部120と、増幅部139と、第1の補償部190と、第2の補償部160とを含んでもよい。増幅部139は、第1の増幅部137及び第2の増幅部138を含んでもよい。

【0512】

例えば、検出部120は、前述した検出部（例えば、120、120Aなど）に対応してもよく、第1の補償部190は、図43～45で説明した補償変圧器190Bに対応してもよく、第2の補償部160も、前述した補償部（例えば、160、160Aなど）に対応してもよいが、重複する説明は可能な限り省略する。

【0513】

ノイズ電流 I_n 及びノイズ電圧 V_n の説明は、図40で説明したノイズ電流及びノイズ電圧の説明に代える。

【0514】

2つ以上の大電流経路111及び112は、第1の装置300側からのノイズ電流 I_n が第2の装置200に送信される経路であってもよい。若しくは、グラウンド（例えば、基準電位1）に対してノイズ電圧 V_n が発生する経路であってもよい。

【0515】

ノイズ電流 I_n 又はノイズ電圧 V_n は、2つ以上の大電流経路111及び112のそれぞれに対して、共通モード（Common Mode）で入力されてもよい。

【0516】

図面において、ノイズ電流 I_n 及びノイズ電圧 V_n は、第2の補償部160及び大電流経路111及び112が接するノードと検出部120との間に図示されているが、本明細書で「ノイズ電流」及び「ノイズ電圧」という用語は、これに限定されず、大電流経路111及び112全体にわたって、第1の周波数を有し、共通モードで発生することができる電圧及び電流を指すことができる。

【0517】

一方、2つ以上の大電流経路111及び112は、図1に示されたように2つの経路を含んでもよく、3つの経路（例えば、3相3線の電力システム）又は4つの経路（例えば、3相4線の電力システム）を含んでもよい。

【0518】

検出部120は、2つ以上の大電流経路111及び112上のノイズ電流 I_n を感知し、ノイズ電流 I_n に対応する出力信号を増幅部139側に生成してもよい。

【0519】

検出部120には、ノイズ電流 I_n の検出のために大電流経路111及び112の少なくとも一部が通過してもよいが、検出部120内で検出による出力信号が生成される部分は、大電流経路111及び112と絶縁されてもよい。例えば、検出部120は、大電流経路111及び112に相当する電力線が巻かれたCMチョークに増幅部139側の電線が重ねて巻かれている形態であってもよい。ただし、これに限定されない。

【0520】

一実施例によると、検出部120は、大電流経路111及び112上のノイズ電流 I_n を検出し、第1の増幅部137及び第2の増幅部138側への出力信号を生成してもよい。上記の出力信号は、ノードa及びbの間の電圧に対応してもよい。ノードa及びbは、第1の増幅部137の入力端に差動で接続されてもよく、第2の増幅部138の入力端にも差動で接続されてもよい。従って、ノードa及びbの間の電圧は、第1の増幅部137及び第2の増幅部138に入力電圧として入力されてもよい。

10

20

30

40

50

【0521】

第1の増幅部137及び第2の増幅部138は、それぞれ上記の入力電圧を増幅し、それぞれが別の出力信号（例えば、出力電圧）を出力してもよい。このとき、第1の増幅部137の利得（例えば、電圧利得）及び第2の増幅部138の利得（例えば、電圧利得）は、異なる場合がある。

【0522】

第1の増幅部137から出力された増幅電圧V1は、第1の補償部190の入力信号となり、第1の補償部190は、上記のV1に基づいて大電流経路111及び112上に直列に補償電圧を生成してもよい。

【0523】

第2の増幅部138から出力された増幅電圧V2は、第2の補償部160の入力信号になる。第2の補償部160は、上記のV2に基づいて、大電流経路111及び112から基準電位1に補償電流を流し、ノイズ電流Inを減少させてもよい。

【0524】

第1の増幅部137及び第2の増幅部138は、機能に応じて区別して表現したが、一実施例によると、第1の増幅部137及び第2の増幅部138は、1つのICで実現されてもよい。

【0525】

一方、第1の補償部190及び第2の補償部160は、大電流経路111及び112、第1の増幅部137、及び第2の増幅部138を絶縁させるため、それぞれの補償変圧器を含んでもよい。

【0526】

第1の補償部190は、第1の装置300側から入力されたノイズに対比して、CMチョークの前又は後で電圧を補償するタイプの補償部である。第2の補償部160は、ノイズを後端に戻って補償するタイプの補償部である。

【0527】

第1の補償部190は、増幅部139から出力された増幅電圧に基づいて、大電流経路111及び112上に直列に補償電圧を発生してもよい。例えば、第1の補償部190は、絶縁のため、補償変圧器からなってもよい。上記の補償電圧は、大電流経路111及び112上に流れるノイズ電流Inを抑制する効果を与えることができる。

【0528】

第2の補償部160は、増幅部139によって増幅され、第2の補償部160側に出力された出力信号に基づいて補償電流を発生してもよい。第2の補償部160は、大電流経路111及び112にそれぞれ接続され、大電流経路111及び112から基準電位1に補償電流が流れるようにしてもよい。例えば、第2の補償部160で、大電流経路111及び112から上記の補償電流が分岐されてもよい。これにより、大電流経路111及び112上に流れるノイズ電流Inを補償してもよい。例えば、第2の補償部160は、絶縁のために補償変圧器を含んでもよい。上記の補償電流は、ノイズ電流Inの少なくとも一部をグラウンド（例えば、基準電位1）に流し、ノイズ電流Inを減少させてもよい。

【0529】

上述したような本発明の様々な実施例に係る補償装置107は、電圧補償及び電流補償が組み合わされた構造であってもよい。例えば、第1の補償部190は、電圧補償を行い、それと同時に、第2の補償部160は、電流補償を行ってもよい。

【0530】

図51は、図50に示された実施例のより具体的な一例を示し、本発明の一実施例に係る補償装置107Bを概略的に示す。

【0531】

図51を参照すると、補償装置107Bは、検出変圧器120Bと、第1の増幅部137Bと、第2の増幅部138Bとを含み、これらは、それぞれ前述した検出部120、第1の増幅部137、及び第2の増幅部138に対応してもよい。

【0532】

また、補償装置107Bは、第1の増幅部137Bの出力側に配置された第1の補償変圧器190Bを含み、これは、前述した第1の補償部190に対応してもよい。

【0533】

また、補償装置107Bは、第2の増幅部138Bの出力側に配置された第2の補償変圧器140B及び補償コンデンサ部150Bを含み、この2つの構成要素は、結合され、前述した第2の補償部160に対応する。従って、共通する内容の説明は可能な限り省略しようとする。

【0534】

検出変圧器120Bは、大電流経路111及び112上に配置される1次側121と、増幅部137B及び138Bの入力端と差動(differential)で接続された2次側122とを含んでもよい。

【0535】

本発明の一実施例によると、検出変圧器120Bは、上記の第1の大電流経路111及び第2の大電流経路112が巻かれているCMチョークに、2次側122の電線が重ねて巻かれた形態であってもよい。このようにCMチョークを利用して検出変圧器120Bを形成する場合、検出変圧器120Bは、検出や変圧の機能だけではなく、CMチョークとしての受動フィルタの役割も可能である。すなわち、CMチョークに2次側122の電線を重ねて巻いて、検出変圧器120Bを形成した場合、検出変圧器120Bは、ノイズ電流 I_n の検出及び変圧と共に、ノイズ電流 I_n を抑制又は阻止する役割を同時に行ってもよい。一方、上述したCMチョークと共に、本発明の様々な実施例に係る補償装置107、107B、107C1、107C2が加えられて、高出力システムにおいても、CMチョークの大きさや数を増やすことなく、共通モードノイズ電圧及び電流を効果的に低減することができる。

【0536】

例えば、検出変圧器120Bにおいて、1次側121及び2次側122の巻線比が1： N_{sen} であり、ノイズ電流 I_n により検出変圧器120Bの1次側121の両端に誘導される電圧が V_{choke} と言うと、2次側122に誘導される電圧 V_{sen} は、 V_{choke} の N_{sen} 倍である。

【数式9】

$$V_{sen} = N_{sen} * V_{choke}$$

【0537】

例えば、検出変圧器120Bの2次側122は、第1の増幅部137Bの入力端及び第2の増幅部138Bの入力端と差動で並列接続され、第1の増幅部137B及び第2の増幅部138Bに誘導電圧 V_{sen} を供給してもよい。

【0538】

第1の増幅部137B及び第2の増幅部138Bのそれぞれは、検出変圧器120Bの2次側122に誘導される誘導電圧 V_{sen} をそれぞれ増幅（例えば、大きさ及び／又は位相を調節）させてもよい。

【0539】

第1の増幅部137Bの電圧利得 G_1 及び第2の増幅部138Bの電圧利得 G_2 は、互いに異なる場合がある。本発明の一実施例によると、第2の増幅部138Bの電圧利得 G_2 が、第1の増幅部137Bの電圧利得 G_1 よりも大きくなるように設計されてもよい。これに対する詳細な説明は、後述する。ただし、これに限定されるものではなく、 G_1 及び G_2 は、様々な実施例に基づいて決定されてもよい。

【0540】

第1の増幅部137Bの出力電圧 V_1 は、下記の数式10のように表すことができる。

【数式 1 0】

$$V_1 = G_1 * V_{sen} = G_1 * N_{sen} * V_{choke}$$

【0 5 4 1】

第 1 の増幅部 1 3 7 B の出力電圧 V_1 は、第 1 の補償変圧器 1 9 0 B の入力電圧（すなわち、1 次側 1 9 1 の電圧）になる。第 1 の補償変圧器 1 9 0 B は、 V_1 に基づいて、2 次側 1 9 2 である大電流経路 1 1 1 及び 1 1 2 上に直列に補償電圧 V_{inj1} を生成してもよい。

【0 5 4 2】

第 1 の補償変圧器 1 9 0 B は、例えば、1 つのコアに、1 次側 1 9 1 の電線及び 2 次側 1 9 2 の電線が通過するか、又は少なくとも 1 回以上巻かれた構造であってもよい。上記の 1 次側 1 9 1 の電線は、第 1 の増幅部 1 3 7 B の出力信号が流れる電線であり、2 次側 1 9 2 の電線は、大電流経路 1 1 1 及び 1 1 2 に対応してもよい。

【0 5 4 3】

例えば、第 1 の補償変圧器 1 9 0 B で、1 次側 1 9 1 及び 2 次側 1 9 2 の巻線比が 1 : N_{inj1} であると、2 次側 1 9 2 に誘導される電圧 V_{inj1} は、 V_1 の N_{inj1} 倍である。従って、補償電圧 V_{inj1} は、数式 1 1 のように表すことができる。

【数式 1 1】

$$\begin{aligned} V_{inj1} &= N_{inj1} * V_1 = G_1 * N_{inj1} * V_{sen} \\ &= G_1 * N_{sen} * N_{inj1} * V_{choke} \end{aligned}$$

【0 5 4 4】

一方、第 2 の増幅部 1 3 8 B の電圧利得を G_2 とすると、第 2 の増幅部 1 3 8 B の出力電圧 V_2 は、下記の数式 1 2 のように表すことができる。

【数式 1 2】

$$V_2 = G_2 * V_{sen} = G_2 * N_{sen} * V_{choke}$$

第 2 の増幅部 1 3 8 B の出力電圧 V_2 は、第 2 の補償部 1 6 0 の入力電圧、すなわち第 2 の補償変圧器 1 4 0 B の入力電圧になる。

【0 5 4 5】

第 2 の補償変圧器 1 4 0 B 及び補償コンデンサ部 1 5 0 B を組み合わせた構成は、前述した第 2 の補償部 1 6 0 に対応してもよい。第 2 の補償変圧器 1 4 0 B は、大電流経路 1 1 1 及び 1 1 2 と絶縁された状態で、大電流経路 1 1 1 及び 1 1 2 から分岐させるための補償電流 I_{cy} を、第 2 の補償変圧器 1 4 0 B の 2 次側に生成するための手段であってもよい。

【0 5 4 6】

第 2 の補償変圧器 1 4 0 B は、1 次側に発生した増幅電圧 V_2 に基づいて、2 次側に誘導電圧 V_3 を誘導してもよい。例えば、第 2 の補償変圧器 1 4 0 B で、1 次側及び 2 次側の巻線比が 1 : N_{inj2} であると、2 次側に誘導される電圧 V_3 は、 V_2 の N_{inj2} 倍である。従って、誘導電圧 V_3 は、数式 1 3 のように表すことができる。

【数式 1 3】

$$\begin{aligned} V_3 &= N_{inj2} * V_2 = G_2 * N_{inj2} * V_{sen} \\ &= G_2 * N_{sen} * N_{inj2} * V_{choke} \end{aligned}$$

【0 5 4 7】

第 2 の補償変圧器 1 4 0 B の 2 次側は、後述する補償コンデンサ部 1 5 0 B と補償装置 1 0 7 B の基準電位（基準電位 1）とを接続する経路上に配置されてもよい。

【0 5 4 8】

補償コンデンサ部 150 B は、第 2 の補償変圧器 140 B によって誘導された電圧 V_3 に基づいて、電力線からの補償電流 I_{cy} を引き出してもよい。補償電流 I_{cy} が大電流経路 111 及び 112 上のノイズ電流を補償（又は相殺）することにより、補償装置 107 B は、ノイズを低減することができる。

【0549】

一方、補償コンデンサ部 150 B と大電流経路 111 及び 112 とが接するノードの共通モードノイズ電圧を V_n とし、第 1 の補償変圧器 190 B と第 2 の装置 200 との間の電圧を V_{LISN} とし、 V_n と V_{LISN} との間の回路方程式を解くと、下記の数式 14 のようになる。 V_n と V_{LISN} は、基準電位 1（例えば、グラウンド）に対する電位を示してもよい。

【数式 14】

$$V_n - V_{choke} - V_{inj1} - V_{LISN} = 0,$$

$$V_n - V_{choke} - G_1 N_{sen} N_{inj1} V_{choke} - V_{LISN}$$

$$= 0$$

【0550】

一方、補償装置 107 B の動作により、第 2 の装置 200 側に放射されるノイズは、ほぼ 0 に相当する必要があるため、 V_{LISN} は 0 に相当する必要がある、下記の数式 15 が導出されることができる。

【数式 15】

$$V_n - V_{LISN} =$$

$$= (1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}) V_{choke} \approx V_n$$

$$V_{choke} \approx \frac{V_n}{(1 + G_1 N_{sen} N_{inj1})}$$

【0551】

一方、これを利用して、検出変圧器 120 B と補償コンデンサ部 150 B との間で大電流経路 111 及び 112 の実効インピーダンス（effective impedance）は、数式 16 のように計算することができる。

【数式 16】

$$Z_{line,eff} = \frac{V_n}{I_n} = \frac{(1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}) V_{choke}}{I_n}$$

$$= (1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}) s L_{choke}$$

【0552】

数式 16 において、 $s * L_{choke}$ は、検出変圧器 120 B に含まれる CM チョークのインピーダンスを示してもよい。従って、 $Z_{line,eff}$ は、（ V_n から見た）大電流経路 111 及び 112 上のインピーダンスが CM チョークのインピーダンス $s * L_{choke}$ よりも「 $1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}$ 」倍増加した効果を有することを示す。

【0553】

これは、第 1 の増幅部 137（例えば、第 1 の増幅部 137 B）及び第 1 の補償部 190（例えば、第 1 の補償変圧器 190 B）による効果であってもよい。第 1 の増幅部 137 及び第 1 の補償部 190 は、大電流経路上に電圧補償 V_{inj1} を行ってもよく、これ

10

20

30

40

50

はインダクタンスを増加させる効果に相当する効果を与え、ノイズ電流が流れないように抑制することができる（L boost type）。

【0554】

すなわち、本発明の実施例に係る補償装置107Bは、CMチョークのインダクタンス L_{choke} よりも「 $1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}$ 」倍増加した実効インダクタンス $L_{choke, eff}$ の効果を有することができるので、（数式17）、CMチョークのみが存在するときよりもノイズ抑制効果を増加させることができる。

【数式17】

$$L_{choke, eff} = (1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}) L_{choke}$$

10

【0555】

例えば、上記のノイズ抑制効果は、第1の増幅器137Bの電圧利得 G_1 、検出変圧器120Bの巻線比 N_{sen} 、及び第1の補償変圧器190Bの巻線比 N_{inj1} に応じて調整することができる。

【0556】

一方、補償コンデンサ部150Bと大電流経路111及び112とが接するノード V_n より基準電位1との間の回路方程式を解くと、数式18のようになる。

【数式18】

$$\begin{aligned} I_{cy} &= sC_y(V_n + V_3) \\ &= sC_y(V_n + G_2 N_{sen} N_{inj2} V_{choke}) \end{aligned}$$

20

【0557】

ここで、 C_y は、補償コンデンサ部150Bに含まれるY—コンデンサの容量である。一方、これを利用し、補償コンデンサ部150Bと大電流経路111及び112とが接するノード V_n で補償コンデンサ部150Bに向かって見た実効Y—インピーダンス $Z_{cy, eff}$ は、数式19のように計算されることができる。

30

【数式19】

$$\begin{aligned} Z_{cy, eff} &= \frac{V_n}{I_{cy}} = \frac{V_n}{sC_y(V_n + G_2 N_{sen} N_{inj2} V_{choke})} \\ &= \frac{1}{sC_y} \frac{1}{1 + \frac{G_2 N_{inj2}}{G_1 N_{inj1}}} \end{aligned}$$

【0558】

上記の数式19は、 V_{choke} に数式15を入れ替えたものである。数式19において、 $1 / (s * C_y)$ は、補償コンデンサ部150Bに含まれるY—コンデンサのインピーダンスを示す。 $Z_{cy, eff}$ は、補償コンデンサ部150Bと大電流経路111及び112とが接するノードで補償コンデンサ部150Bに向かって見た実効Y—のインピーダンスを示す。

40

【0559】

数式19を参照すると、実効Y—インピーダンス $Z_{cy, eff}$ は、Y—コンデンサのインピーダン

ス $1 / (s * C_y)$ よりも「 $1 + \frac{G_2 N_{inj2}}{G_1 N_{inj1}}$ 」倍の減少された効果を有することを示す。

50

【0560】

これは、第2の増幅部138（例えば、第2の増幅部138B）及び第2の補償部160（例えば、第1の補償変圧器140B及び補償コンデンサ部150B）による効果であってもよい。第2の増幅部138及び第2の補償部160は、フィードバック（feedback）タイプであって、大電流経路からノイズ電流が分岐されるように、電流補償Icyを行うことができ、これは、Yー容量を増加させる効果に相当する効果を与え、ノイズを効果的にグラウンド（すなわち、基準電位1）で引き出すことができる（C boost type）。

【0561】

すなわち、本発明の一実施例に係る補償装置107Bは、Yーコンデンサの容量Cyよりも

$1 + \frac{G_2 N_{inj2}}{G_1 N_{inj1}}$ 倍増加した実効Yー容量 $C_{y,eff}$ の効果を有することができるので、（数式20）、Yー容量のみが存在するときよりもノイズ引き出し効果を増加させることができる。

【数式20】

$$C_{y,eff} = \left(1 + \frac{G_2 N_{inj2}}{G_1 N_{inj1}}\right) C_y$$

10

20

【0562】

例えば、上記のノイズ引き出し効果は、第1の増幅器137Bの電圧利得G1、第2の増幅器138Bの電圧利得G2、第1の補償変圧器190Bの巻線比 N_{inj1} 、及び第2の補償変圧器140Bの巻線比 N_{inj2} に応じて調整されてもよい。

【0563】

例えば、第1の補償変圧器190Bにおいて、1次側191の電線は、コアを通過し、2次側192の電線（すなわち、大電流経路111及び112）は、コアを通過するか、又は一回巻くように形成してもよい。

【0564】

図52及び図53は、図51に示された補償装置の具体的な一例として、本発明の一実施例に係る補償装置107C1及び107C2を概略的に示す。

30

【0565】

図52に示された一実施例に係る補償装置107C1は、検出変圧器120Cと、第1の増幅器137Cと、第2の増幅器138Cと、第1の補償変圧器190C1と、第2の補償変圧器140Cと、補償コンデンサ部150Cとを含んでもよい。

【0566】

補償装置107C1は、第1の補償変圧器190C1の1次側の電線及び2次側大電流経路111及び112がコアを通過する実施例を示したものであり、巻線比 N_{inj1} が約1程度であることができる。しかしながら、本発明はこれに限定されず、一例として、2次側大電流経路111及び112がコアを1回巻くように巻取られてもよい。この場合、巻線比 N_{inj1} が約2程度であることができる。

40

【0567】

図52の検出変圧器120C、第1の増幅器137C、第2の増幅器138C、第1の補償変圧器190C1、第2の補償変圧器140C、及び補償コンデンサ部150Cは、図51で説明した検出変圧器120B、第1の増幅器137B、第2の増幅器138B、第1の補償変圧器190B、第2の補償変圧器140B、及び補償コンデンサ部150Bの説明に対応するので、重複されている内容は省略する。

【0568】

図52を参照すると、本発明の一実施例に係る補償装置107C1において、検出変圧器120Cは、第1の補償変圧器190C1及び第2の補償変圧器140Cとは異なる種

50

類の素子であってもよい。

【0569】

例えば、変圧器の役割のみを実行する第1の補償変圧器190C1及び第2の補償変圧器140Cとは異なり、検出変圧器120Cは、大電流経路111及び112に対応する電力線が巻かれたCMチョークに、増幅部137C及び138C側の電線が重ねて巻かれた形態であってもよい。CMチョークは、受動フィルタであって、インダクタンスを利用し、ノイズ電流を抑制する役割をしてもよく、検出変圧器120Cは、上記のCMチョークに単に2次側の電線を重ねて巻くことにより、ノイズを検出してもよい。

【0570】

一方、図53に示された一実施例に係る補償装置107C2は、検出変圧器120Cと、第1の増幅器137Cと、第2の増幅器138Cと、第1の補償変圧器190C2と、第2の補償変圧器140Cと、補償コンデンサ部150Cとを含んでもよい。

【0571】

一実施例に係る補償装置107C2は、大電流経路111及び112に共通モードで発生したノイズ電流 I_n 又はノイズ電圧 V_n を能動的に補償してもよい。

【0572】

補償装置107C2に含まれる検出変圧器120C、第1の増幅器137C、第2の増幅器138C、第1の補償変圧器190C2、第2の補償変圧器140C、及び補償コンデンサ部150Cは、図51で説明した検出変圧器120B、第1の増幅器137B、第2の増幅器138B、第1の補償変圧器190B、第2の補償変圧器140B、及び補償コンデンサ部150Bの説明に対応してもよい。

【0573】

一実施例に係る補償装置107C2において、第1の補償変圧器190C2は、検出変圧器120Cに対して第1の装置300側である検出変圧器120C（例えば、CMチョーク）の後に配置されてもよい。第1の補償変圧器190C2は、CMチョークと第1の装置300との間の大電流経路111及び112上に補償電圧 V_{inj1} を発生してもよい。

【0574】

図54は、本発明の他の一実施例に係る補償装置107Dを含むシステムの構成を概略的に示す。

図54は、前述したような様々な補償装置（例えば、107、107B、107C1など）が、3相3線システムで使用されている構成を概略的に示した図である。

【0575】

図54の補償装置107Dは、図51を参照して説明された単相2線システムの補償装置107Bに比べ、3相3線システムで使用されることが相異点である。従って、重複する点は省略し、相異点を中心に説明する。

【0576】

図54を参照すると、補償装置107Dは、第1の装置300Dと接続される大電流経路111D、112D、113Dのそれぞれに共通モードで入力されたノイズ電流 I_n を能動的に補償してもよい。

【0577】

補償装置107Dは、互いに区別される第1の大電流経路111D、第2の大電流経路112D、及び第3の大電流経路113Dを含んでもよい。一実施例によると、上記の第1の大電流経路111DはR相、上記の第2の大電流経路112DはS相、上記の第3の大電流経路113DはT相の電力線であってもよい。ノイズ電流 I_n は、第1の大電流経路111D、第2の大電流経路112D、及び第3の大電流経路113Dのそれぞれに共通モードで入力されてもよい。

【0578】

検出変圧器120Dの1次側121Dは、第1の大電流経路111D、第2の大電流経路112D、及び第3の大電流経路113Dのそれぞれに配置され、2次側122Dに誘

10

20

30

40

50

導電圧 V_{sen} を生成してもよい。

【0579】

一方、補償装置 107D において、第 1 及び第 2 の増幅部 137D 及び 138D は、増幅部 137B 及び 138B に対応する。

【0580】

第 1 の増幅部 137D は、入力電圧に基づいて増幅電圧 V_1 を出力し、第 2 の増幅部 138D は、上記の入力電圧に基づいて増幅電圧 V_2 を出力してもよい。

【0581】

V_1 は、第 1 の補償変圧器 190D の入力電圧、すなわち、第 1 の補償変圧器 190D の 1 次側 191D の電圧になってもよい。 V_2 は、第 2 の補償変圧器 140D の入力電圧、すなわち、第 2 の補償変圧器 140D の 1 次側の電圧になってもよい。

10

【0582】

一方、第 1 の補償変圧器 190D の 2 次側 192D は、第 1 の大電流経路 111D、第 2 の大電流経路 112D、及び第 3 の大電流経路 113D のそれぞれに配置されてもよい。第 1 の補償変圧器 190D は、第 1 の増幅部 137D で出力された 1 次側 191D の電圧 V_1 に基づいて、2 次側 192D である 3 つの大電流経路 111D、112D、113D それぞれに直列に補償電圧 V_{inj1} を生成してもよい。

【0583】

一方、第 2 の補償変圧器 140D 及び補償コンデンサ部 150D は、第 2 の補償部 160D に含まれ、第 2 の増幅部 138D の出力電圧である V_2 は、第 2 の補償部 160D の入力電圧、すなわち、第 2 の補償変圧器 140D の 1 次側 191D の電圧になってもよい。第 2 の補償変圧器 140D は、1 次側の電圧 V_2 に基づいて、2 次側に誘導電圧 V_3 を生成してもよい。

20

【0584】

補償コンデンサ部 150D は、第 2 の補償変圧器 140D の 2 次側の誘導電圧 V_3 に基づいて、第 1 の大電流経路 111D、第 2 の大電流経路 112D、及び第 3 の大電流経路 113D のそれぞれからの補償電流 I_c が基準電位 1 に引き出しされるようにする。

【0585】

このような実施例に係る補償装置 107D は、3 相 3 線の電力システムの電力線上の共通モードノイズに対する電圧補償及び電流補償を同時に行ってもよい。

30

【0586】

第 1 及び第 2 の増幅部 137D 及び 138D、及び第 1、第 2 の補償部 190D 及び 160D を含む補償装置 107D は、3 相 4 線の電力システムに合わせた変形されてもよい（図 12 を参照）。3 相 4 線の電力システムの補償装置の説明は、図 12 を参照して説明した内容に対応してもよい。

図 55 は、本発明の他の一実施例に係るアクティブ補償装置 106E の機能構成を概略的に示す。

【0587】

図 56 は、図 55 に示されたアクティブ補償装置 106E の一例として、アクティブ補償装置 106E1 を概略的に図示し、図 57 は、図 55 に示されたアクティブ補償装置 106E の他の一例として、アクティブ補償装置 106E2 を概略的に示す。

40

【0588】

また、補償装置 106E、106E1、106E2 の各構成要素は、前述した補償装置の各構成要素に少なくとも一部が対応してもよいので、前述した実施例に照らして明らかな内容は省略する。

【0589】

図 55 を参照すると、アクティブ補償装置 106E は、検出部 120E と、第 1、第 2、第 3、第 4 の増幅部 131E、132E、133E、134E と、第 1 の補償部 190E と、第 2 の補償部 160E とを含んでもよい。

【0590】

50

検出部 120E は、前述した検出部 120 の一例として、検出部 120 の説明に対応してもよい。検出部 120E は、ノイズ電流 I_n に基づく出力信号を、第 1、第 2、第 3、第 4 の増幅部 131E、132E、133E、134E 側にそれぞれ出力してもよい。例えば、検出部 120E は、ノイズ電流 I_n に基づいて、各増幅部 131E、132E、133E、134E に対応する 4 つの出力信号を出力してもよい。4 つの出力信号のそれぞれは、第 1、第 2、第 3、第 4 の増幅部 131E、132E、133E、134E にそれぞれ入力されてもよい。

【0591】

例えば、第 1 及び第 2 の増幅部 131E 及び 132E は、第 1 の補償部 190E の入力信号を生成するための構成であり、第 3 及び第 4 の増幅部 133E 及び 134E は、第 2 の補償部 160E の入力信号を生成するための構成である。

10

【0592】

一実施例によると、第 1 の増幅部 131E の入力端及び第 3 の増幅部 133E の入力端は、互いに並列に接続されてもよい。例えば、第 1 の増幅部 131E の差動入力電圧と、第 3 の増幅部 133E の差動入力電圧とは、互いに同一であってもよい。一方、第 1 の増幅部 131E の出力信号（例えば、電流又は電圧）と、第 3 の増幅部 133E の出力信号（例えば、電流又は電圧）とは、第 1 の増幅部 131E 及び第 3 の増幅部 133E のそれぞれの利得（gain）に応じて異なる場合がある。一方、第 1 の増幅部 131E の出力信号は、第 1 の補償部 190E の入力側に接続されてもよく、第 3 の増幅部 133E の出力信号は、第 2 の補償部 160E の入力側に接続されてもよい。

20

【0593】

一実施例によると、第 2 の増幅部 132E の入力端及び第 4 の増幅部 134E の入力端は、互いに並列に接続されてもよい。例えば、第 2 の増幅部 132E の差動入力電圧と、第 4 の増幅部 134E の差動入力電圧とは、互いに同一であってもよい。一方、第 2 の増幅部 132E の出力信号（例えば、電流又は電圧）と、第 4 の増幅部 134E の出力信号（例えば、電流又は電圧）とは、第 2 の増幅部 132E 及び第 4 の増幅部 134E のそれぞれの利得（gain）によって異なる場合がある。一方、第 2 の増幅部 132E の出力信号は、第 1 の補償部 190E の入力側に接続されてもよく、第 4 の増幅部 134E の出力信号は、第 2 の補償部 160E の入力側に接続されてもよい。

【0594】

30

一実施例によると、第 1 の増幅部 131E の出力電圧 V_{11} と第 2 の増幅部 132E の出力電圧 V_{12} との間の差は、第 1 の補償部 190E の入力電圧に対応してもよい。一実施例によると、第 2 の増幅部 133E の出力電圧 V_{13} と第 4 の増幅部 134E の出力電圧 V_{14} との間の差は、第 2 の補償部 160E の入力電圧に対応してもよい。

【0595】

一方、上記の増幅部 131E、132E、133E、134E の出力電圧 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} 、 V_{14} とは、増幅部 131E、132E、133E、134E の基準電位 2 を基準とする電圧を示してもよい。

【0596】

一実施例によると、第 1 の補償部 190E は、上記の第 1 の増幅部 131E の出力電圧 V_{11} と第 2 の増幅部 132E の出力電圧 V_{12} との間の差に基づいて、大電流経路 111 及び 112 上に直列に補償電圧を誘導してもよい。上記の大電流経路 111 及び 112 上に直列に生成された補償電圧は、大電流経路 111 及び 112 上に流れるノイズ電流 I_n を抑制する効果を与えることができる。

40

【0597】

一実施例によると、第 2 の補償部 160E は、上記の第 3 の増幅部 133E の出力電圧 V_{13} と第 4 の増幅部 134E の出力電圧 V_{14} との間の差に基づいて、大電流経路 111 及び 112 からグラウンド（例えば、基準電位 1）で補償電流を引き出してもよい。上記の補償電流は、大電流経路 111 及び 112 上に流れるノイズ電流 I_n の大きさを減少させる効果を与えてもよい。第 2 の補償部 160E の詳細な説明は、図 56 及び図 57 を

50

通して後述される。

【0598】

以下で図56及び図57を参照し、アクティブ補償装置106Eの一例であるアクティブ補償装置106E1及び106E2を説明する。

【0599】

補償装置106E1及び補償装置106E2の、増幅部131E、132E、133E、134E、第1の補償変圧器190E1、第2の補償変圧器140E、及び補償コンデンサ部150Eは、互いに対応してもよい。一方、前述した第1の補償部190Eは、第1の補償変圧器190E1を含み、第2の補償部160Eは、第2の補償変圧器140Eと、補償コンデンサ部150Eとを含む。

10

【0600】

一実施例によると、補償装置106E1の検出部120E1と、補償装置106E2の検出部120E2とは、互いに異なってもよい。

【0601】

一実施例に係る補償装置106E1及び106E2の検出部120E1及び120E2は、第1の大電流経路111及び第2の大電流経路112が巻かれているCMチョークに、2次側の電線が重ねて巻かれた形態であってもよい。

【0602】

検出部120E1及び120E2の1次側は、CMチョークに第1の大電流経路111及び第2の大電流経路112がそれぞれ巻かれている巻線であってもよい。

20

【0603】

一方、一実施例において（図56を参照）、検出部120E1の2次側には、1つの電線が、上記のCMチョークに重ねて巻かれてもよい。上記のいずれかの電線は、第1、第2、第3、第4の増幅部131E、132E、133E、134Eのそれぞれの入力端に全て並列に接続されてもよい。例えば、検出部120E1の2次側に誘導された電圧 V_{sen} が第1、第2、第3、第4の増幅部131E、132E、133E、134Eの両方の入力端にそれぞれ差動で入力してもよい。

【0604】

図56の実施例において、例えば、上記の検出部120E1の2次側に誘導された電圧 V_{sen} は、第1及び第3の増幅部131E及び133E、及び第2及び第4の増幅部132E及び134Eに同一に入力されてもよい。

30

【0605】

第1の増幅部131Eは、第1の増幅部131Eの差動入力電圧 V_{sen} に第1の増幅部131Eの電圧利得 G_1 を乗じた値に対応する第1の出力電圧 V_{11} を出力してもよい。第2の増幅部132Eは、第2の増幅部132Eの差動入力電圧 V_{sen} に第2の増幅部132Eの電圧利得 G_2 を乗じた値に対応する第2の出力電圧 V_{12} を出力してもよい。第1の出力電圧 V_{11} 及び第2の出力電圧 V_{12} は、増幅部131E及び132Eの基準電位（基準電位2）を基準とする電位であってもよい。上記の第1の出力電圧 V_{11} と第2の出力電圧 V_{12} との間の差は、第1の補償変圧器190E1の入力電圧になってもよい。図56の一実施例によると、 $G_1 = -G_2$ を満たすことができる。

40

【0606】

第3の増幅部133Eは、第3の増幅部133Eの差動入力電圧 V_{sen} に第3の増幅部133Eの電圧利得 G_3 を乗じた値に対応する第3の出力電圧 V_{13} を出力してもよい。第4の増幅部134Eは、第4の増幅部134Eの差動入力電圧 V_{sen} に第4の増幅部134Eの電圧利得 G_4 を乗じた値に対応する第4の出力電圧 V_{14} を出力してもよい。第3の出力電圧 V_{13} 及び第4の出力電圧 V_{14} は、増幅部133E及び134Eの基準電位（基準電位2）を基準とする電位であってもよい。上記の第3の出力電圧 V_{13} と第4の出力電圧 V_{14} との間の差は、第2の補償変圧器140Eの入力電圧になってもよい。図56の一実施例によると、 $G_3 = -G_4$ を満たすことができる。

【0607】

50

一方、他の一実施例において（図 5 7 を参照）、検出部 1 2 0 E 2 の 2 次側には、第 1 及び第 3 の増幅部 1 3 1 E 及び 1 3 3 E の入力端に並列接続される第 1 の電線 L 2 1 及び第 2 及び第 4 の増幅部 1 3 2 E 及び 1 3 4 E の入力端に並列接続される第 2 の電線 L 2 2 が、上記の CM チョークにそれぞれ重ねて巻かれてもよい。

【0608】

例えば、検出部 1 2 0 E 2 の 2 次側中の第 1 の電線 L 2 1 に誘導された電圧 V_{sen1} は、第 1 の増幅部 1 3 1 E 及び第 3 の増幅部 1 3 3 E にそれぞれ差動入力されてもよい。検出部 1 2 0 E 2 の 2 次側中の第 2 の電線 L 2 2 に誘導された電圧 V_{sen2} は、第 2 の増幅部 1 3 2 E 及び第 4 の増幅部 1 3 4 E に差動入力されてもよい。

【0609】

図 5 7 の実施例において、上記の入力電圧 V_{sen1} 及び V_{sen2} は、検出部 1 2 0 E 2 の 2 次側の第 1 の電線 L 2 1 の巻線数及び 2 次側の第 2 の電線 L 2 2 の巻線数に基づいて発生され得る。一実施例によると、第 1 の電線 L 2 1 及び第 2 の電線 L 2 2 は、第 1 及び第 3 の増幅部 1 3 1 E 及び 1 3 3 E、及び第 2 及び第 4 の増幅部 1 3 2 E 及び 1 3 4 E に反対位相の入力電圧を発生させるように巻かれてもよい。

【0610】

例えば、2 次側の第 1 の電線 L 2 1 及び第 2 の電線 L 2 2 の巻線数が同様である場合、各増幅部 1 3 1 E、1 3 2 E、1 3 3 E、1 3 4 E の差動入力電圧 V_{sen1} 及び V_{sen2} は、互いに同様の大きさを有し、かつ位相は反対になってもよい。すなわち、 $V_{sen1} = -V_{sen2}$ であることができる。例えば、第 1 及び第 3 の増幅部 1 3 1 E 及び 1 3 3 E の入力電圧 V_{sen1} は、検出部 1 2 0 E 2 の 1 次側に（すなわち、CM チョークの両端に）誘導される電圧に、1 次側に対する第 1 の電線 L 2 1 の巻線比を乗じた値に対応してもよい。第 2 及び第 4 の増幅部 1 3 2 E 及び 1 3 4 E の入力電圧 V_{sen2} は、検出部 1 2 0 E 2 の 1 次側に誘導される電圧に、1 次側に対する第 2 の電線 L 1 2 の巻線比を乗じた値に対応してもよい。

【0611】

第 1 の増幅部 1 3 1 E は、第 1 の増幅部 1 3 1 E の入力電圧 V_{sen1} に第 1 の増幅部 1 3 1 E の電圧利得 G_1 を乗じた値に対応する第 1 の出力電圧 V_{11} を出力してもよい。第 2 の増幅部 1 3 2 E は、第 2 の増幅部 1 3 2 E の差動入力電圧 V_{sen2} に第 2 の増幅部 1 3 2 E の電圧利得 G_2 を乗じた値に対応する第 2 の出力電圧 V_{12} を出力してもよい。第 3 の増幅部 1 3 3 E は、第 3 の増幅部 1 3 3 E の入力電圧 V_{sen1} に第 3 の増幅部 1 3 3 E の電圧利得 G_3 を乗じた値に対応する第 3 の出力電圧 V_{13} を出力してもよい。第 4 の増幅部 1 3 4 E は、第 4 の増幅部 1 3 4 E の差動入力電圧 V_{sen2} に第 4 の増幅部 1 3 4 E の電圧利得 G_4 を乗じた値に対応する第 4 の出力電圧 V_{14} を出力してもよい。図 5 7 の一実施例によると、 $G_1 = +G_2$ 及び $G_3 = +G_4$ を満たすことができる。

【0612】

上記の出力電圧 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} 、 V_{14} は、増幅部 1 3 1 E、1 3 2 E、1 3 3 E、1 3 4 E の基準電位 2 を基準とする電位である。上記の第 1 の出力電圧 V_{11} と第 2 の出力電圧 V_{12} との間の差は、第 1 の補償変圧器 1 9 0 E 1 の入力電圧になってもよい。上記の第 3 の出力電圧 V_{13} と第 4 の出力電圧 V_{14} との間の差は、第 2 の補償変圧器 1 4 0 E の入力電圧になってもよい。

【0613】

一方、図 5 6 及び図 5 7 を共に再参照すると、第 1 の補償変圧器 1 9 0 E 1 は、1 つのコアに 1 次側の電線及び 2 次側の電線が通過するか、又は少なくとも 1 回以上に巻かれた構造であってもよい。上記の 1 次側の電線は、第 1 の増幅部 1 3 1 E の出力端と第 2 の増幅部 1 3 2 E の出力端とをつなぐ電線であってもよい。上記の 2 次側の電線は、大電流経路 1 1 1 及び 1 1 2 に対応してもよい。

【0614】

第 1 の増幅部 1 3 1 E の出力と第 2 の増幅部 1 3 2 E の出力との間の電位差（例えば、 $V_{11} - V_{12}$ ）は、第 1 の補償変圧器 1 9 0 E 1 の 1 次側の電圧になり、第 1 の補償変

10

20

30

40

50

圧器 190E1 は、上記の電位差に基づいて、2 次側の大電流経路 111 及び 112 上に直列に補償電圧 V_{inj1} を生成してもよい。補償電圧 V_{inj1} は、上記の第 1 の補償変圧器 190E1 の 1 次側の電圧に、上記の 1 次側及び上記の 2 次側の巻線比を乗じた値に対応してもよい。

【0615】

一実施例に係るアクティブ補償装置 106E1 及び 106E2 は、大電流経路 111 及び 112 上に電圧補償 V_{inj1} を行うことができ、これは検出部 120E1 及び 120E2 の CM チョークのインダクタンスを増加させる効果に相当する効果を与え、ノイズ電流 I_n を抑制する効果を与えることができる (L boost type)。

【0616】

一方、第 2 の補償変圧器 140E 及び補償コンデンサ部 150E は、前述した第 2 の補償部 160E に対応してもよい。

【0617】

一実施例によると、第 2 の補償変圧器 140E は、第 2 及び第 4 の増幅部 132E 及び 134E の出力端子と接続される 1 次側 (例えば、1 次巻線)、及び大電流経路 111 及び 112 と接続される 2 次側 (例えば、2 次巻線) を含んでもよい。例えば、第 2 の増幅部 132E の出力端と第 4 の増幅部 134E の出力端とをつなぐ電線が第 2 の補償変圧器 140E の 1 次側に巻線されてもよい。

【0618】

第 2 の補償変圧器 140E は、1 つのコアに上記の 1 次側の電線及び上記の 2 次側の電線が通過するか、又は少なくとも 1 回以上巻かれた構造であってもよい。

【0619】

第 2 の補償変圧器 140E の 2 次側は、補償コンデンサ部 150E と補償装置 106E1 及び 106E2 の基準電位 (基準電位 1) とを接続する経路上に配置されてもよい。

【0620】

第 2 の補償変圧器 140E の 1 次側の電圧は、第 3 の増幅部 133E の出力と第 4 の増幅部 134E の出力との間の電位差 (例えば、 $V_{13} - V_{14}$) であってもよい。第 2 の補償変圧器 140E は、上記の 1 次側の電圧 (例えば、 $V_{13} - V_{14}$) 及び巻線比に基づいて、2 次側に誘導電圧 V_{inj2} を生成してもよい。誘導電圧 V_{inj2} は、上記の 1 次側の電圧 (例えば、 $V_{13} - V_{14}$) 及び巻線比の積に対応してもよい。

【0621】

第 2 の補償変圧器 140E を通して変換された電圧 V_{inj2} は、補償コンデンサ部 150E を通して大電流経路 111 及び 112 (例えば、電力線) から補償電流 I_c を引き出してもよい。

【0622】

補償コンデンサ部 150E は、第 2 の補償変圧器 140E によって誘導された電圧 V_{inj2} に基づいて、電力線からの補償電流 I_c を引き出してもよい。補償電流 I_c が大電流経路 111 及び 112 上のノイズ電流を補償 (又は相殺) することにより、補償装置 106E1 及び 106E2 は、ノイズを低減させることができる。

【0623】

図 58 は、本発明の一実施例に係る補償装置 108 を含むシステムの構成を概略的に示す図である。

【0624】

補償装置 108 の残りの構成は、図 2 ないし前述した実施例に説明された構成に対応してもよいが、補償装置 108 の検出部 820 の具体的な構成は、図 2 ないし前述した実施例で説明した検出部 120 と異なるので、他の参照番号を付与した。

従って、前述した実施例に対応する構成の説明は簡単に記述する。

【0625】

本発明の一実施例に係る補償装置 108 は、第 1 の装置 300 と接続される少なくとも 2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 のそれぞれに共通モード (Common Mod

10

20

30

40

50

e) で入力される第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} 、又はノイズ電流を能動的に低減してもよい。

【0626】

一方、2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 は、図 58 に示されたように、2 つの経路を含んでもよく、図 64 に示されたように 3 つの経路（例えば、3 相 3 線）を含んでもよく、又は 4 つの経路（例えば、3 相 4 線）を含んでもよい。

【0627】

検出部 820 は、大電流経路上の第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} に対応するノイズ電圧に基づいて、検出電圧を生成してもよい。このため、検出部 820 は、大電流経路 111 及び 112 のそれぞれに電氣的に接続されてもよい。言い換えれば、検出部 820 は、大電流経路 111 及び 112 上の第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} を感知する手段を意味してもよい。

10

【0628】

一実施例によると、検出部 820 は、後述する増幅部 130 の入力端と差動 (differential) で接続されてもよい。

【0629】

増幅部 130 は、検出部 820 に電氣的に接続され、検出部 820 が出力した検出信号を増幅し、増幅信号を生成してもよい。

【0630】

増幅部 130 の増幅により、補償装置 108 は、第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} に対応するノイズ電圧を増幅し、補償コンデンサ部から吸収される第 1 の電流の大きさを調節してもよい。言い換えれば、補償装置 108 は、増幅部 130 が生成された増幅電圧に基づいて、補償コンデンサ部のコンデンサの有効インピーダンス (effective impedance) を減少させることで、第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} の少なくとも一部が補償装置 108 に流入されるようにしてもよい。

20

【0631】

増幅部 130 は、前述した様々な実施例のように、様々な手段で実現されてもよい。

増幅部 130 は、第 1 の装置 300 及び／又は第 2 の装置 200 と区別される第 3 の装置 400 から電源の供給を受け、検出部 820 が出力した検出電圧を増幅し、増幅電圧を生成してもよい。

30

【0632】

一実施例において、補償変圧部 140 は、増幅部 130 と電氣的に接続される第 1 次側と、後述する補償コンデンサ部 150 と電氣的に接続される第 2 次側を含む補償変圧器とを含んでもよい。

【0633】

補償コンデンサ部 150 は、前述した補償変圧部 140 が生成された補償電圧に基づいて、第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} の少なくとも一部を、大電流経路 111 及び 112 から吸収することができる。

【0634】

補償コンデンサ部 150 は、補償装置 108 の基準電位（基準電位 1）と、2 つ以上の大電流経路 111 及び 112 のそれぞれを接続する少なくとも 2 つ以上の補償コンデンサとを含んでもよい。

40

【0635】

以下では、図 59～図 64 を図 58 と共に参照し、様々な実施例に係る補償装置 108 を説明する。

【0636】

図 59 は、本発明の一実施例により、第 2 の線式システムに使用される補償装置 108 A の構成を概略的に示す図である。

【0637】

補償装置 108 A の各構成に対する説明は、前述した実施例に係る補償装置の増幅部 1

50

30 A、補償変圧器 140 A、及び補償コンデンサ部 150 Aにそれぞれ対応してもよい。ただし、補償装置 108 Aの検出部 820 Aは、前述した補償装置の検出部 120又は検出変圧器 120 Aとの相異点を有するので、これらの相異点を中心に説明する。

【0638】

本発明の一実施例に係る検出部 820 Aは、2つ以上の大電流経路 111及び112上の第1の電流 I11及びI12に対応するノイズ電圧に基づいて、検出電圧を生成してもよい。

【0639】

本発明の一実施例によると、前述した検出部 820 Aは、検出コンデンサ 821 Aと、検出変圧器 822 Aとを含んでもよい。具体的には、検出部 820 Aは、第1次側に印加されるノイズ電圧に基づいて、第2次側で検出電圧を生成する検出変圧器 822 Aと、検出変圧器の第1次側に接続され、上記の第1の電流に対応するノイズ電圧を生成する検出コンデンサ部 821 Aとを含んでもよい。このとき、検出変圧器 822 Aは、検出コンデンサ 821 Aと接続された第1次側 823 A及び増幅部 130 Aに接続された第2次側 824 Aを含んでもよい。

【0640】

検出コンデンサ 821 Aは、第1の電流 I11及びI12、又はノイズ電流に対応するノイズ電圧を検出するための手段であってもよい。このとき、検出コンデンサ 821 Aは、大電流経路の数だけのコンデンサを含んでもよい。本実施例において、検出コンデンサ 821 Aは、第1のコンデンサ C1及び第2のコンデンサ C2を含んでもよい。

【0641】

このとき、検出コンデンサ 821 Aの第1のコンデンサ C1は、第1の大電流経路 111 Aに接続されてもよく、検出コンデンサ 821 Aの第2のコンデンサ C2は、第2の大電流経路 112 Aに接続されてもよい。具体的には、第1のコンデンサ C1及び第2のコンデンサ C2の第1の端は、それぞれ第1の大電流経路 111 A及び第2の大電流経路 112 Aに接続されてもよく、第1のコンデンサ C1及び第2のコンデンサ C2の第2の端は、1つのノードによって接続されて検出変圧器 822 Aの第1次側 823 Aに接続されてもよい。すなわち、第1のコンデンサ C1及び第2のコンデンサ C2は、上記の少なくとも2つ以上の大電流経路 111 A及び112 Aのそれぞれと検出変圧器 822 Aの第1次側 823 Aとを接続することができる。このとき、検出コンデンサ 821 Aは、大電流経路 111 A及び112 Aと絶縁された状態で、大電流経路 111 A及び112 A上の第1の電流 I11及びI12に対応するノイズ電圧を感知するための手段であってもよい。

【0642】

一方、2つの大電流経路 111 A及び112 Aに流れる第1の電流 I11及びI12の補償装置 108 Aのインピーダンスに対応する微細電流が第1のコンデンサ C1及び第2のコンデンサ C2を通して流れてもよい。本発明の一実施例によると、検出コンデンサ 821 Aは、第1のコンデンサ C1及び第2のコンデンサ C2を通して流れる微細電流を感知するためのセンサーをさらに含んでもよい。

【0643】

検出コンデンサ 821 Aの第2の端と検出変圧器 822 Aとの間のノードには、第1の電流 I11及びI12に対応するノイズ電圧が印加されてもよい。以後、検出変圧器 822 Aは、ノイズ電圧に基づいて検出電圧を生成し、出力してもよい。すなわち、検出変圧器 822 Aの第2次側 824 Aと増幅部 130 Aとの間には、検出電圧が印加されてもよい。このとき、検出変圧器 822 Aの第2次側 824 Aは、後述する増幅部 130 Aの入力端と差動 (d i f f e r e n t i a l) で接続されてもよい。

【0644】

本発明の増幅部 130 Aは、前述した検出部 820 Aが出力した検出電圧を増幅して増幅電圧を生成してもよい。

【0645】

増幅部 130 Aは、検出変圧器 820 Aの変圧比率及び補償変圧部 140の変圧比率を

考慮し、増幅電圧を生成してもよい。このとき、増幅部 130A は、様々な手段で実現されてもよい。

【0646】

一実施例に係る補償変圧部 140 は、補償変圧器 140A で実現されてもよい。このとき、補償変圧器 140A は、前述した大電流経路 111A 及び 112A と絶縁された状態で、増幅電圧に基づいて大電流経路 111A 及び 112A 側に（又は後述する第 2 次側 142A に）補償電圧を出力するための手段であってもよい。

【0647】

補償変圧器 140A の第 2 次側 142A には、補償電圧が印加されてもよい。この時、第 2 次側 142A は、補償コンデンサ部 150A と補償装置の基準電位（基準電位 1）とを接続する経路上に配置されてもよい。

10

【0648】

一方、補償変圧器 140A の第 1 次側 141A、増幅部 130A、及び検出変圧器 820A の第 2 次側 822A は、補償装置 108A の残りの構成要素と区別されている基準電位（基準電位 2）と接続されてもよい。

【0649】

補償コンデンサ部 150 は、前述したように、2つの大電流経路 111A 及び 112A に流れる第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} のうち、補償変圧器 140A によって生成された補償電圧に対応するいくつかの電流を 2つの大電流経路 111A 及び 112A のそれぞれから補償装置 108A で吸収することができる。

20

【0650】

図 60 は、本発明の一実施例に係る補償装置 108A の具体的な動作を説明する図である。

【0651】

検出コンデンサ部 821A は、大電流経路 111A 及び 112A に流れるノイズ電流又は第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} に対応するノイズ電圧 V_n を感知することができる。検出コンデンサ 821A の第 2 の端と検出変圧器 822A との間のノード a に印加される電圧は、ノイズ電圧と同様の電圧（ $\approx V_n$ ）であってもよい。以下では、便宜のために、ノード a に印加される電圧をノイズ電圧 V_n とする。

30

【0652】

すなわち、補償装置 108A のノード a 又は検出変圧器 822A の第 1 次側にノイズ電圧 V_n が印加されると、検出変圧器 822A は、ノイズ電圧 V_n に基づいて検出電圧を生成してもよい。具体的には検出変圧器 822A の変圧比が $1 : N_{sen}$ であると、検出変圧器 822A を通過したノイズ電圧 V_n は、検出電圧に変換することができ、検出変圧は、 $N_{sen} * V_n$ であることができる。すなわち、第 2 次側 824A と増幅部 130A との間のノード b には、検出電圧（ $N_{sen} * V_n$ ）が印加されてもよい。

【0653】

一実施例において、増幅部 130A は、OP-amp を用いた反転増幅器であってもよい。本発明の一実施例によると、第 3 の装置 400 を通して直流電源によって電源が印加された OP-amp を利用し、絶縁型 VSCC (voltage-sense Current-compensation) トポロジ AEF を実現してもよい。

40

【0654】

増幅部 130A は、 R_1 及び R_2 を含む反転増幅器であってもよい。反転増幅器は、演算増幅器の基本的な回路構造の 1 つである。A は、増幅器本体の電圧利得であり、 $\beta = R_1 / (R_1 + R_2)$ である場合、閉ループ電圧利得 $A_{v,amp}$ は数式 21 のようになる。

【数式 21】

$$A_{v,amp} = -\frac{R_2}{R_1} \left(1 - \frac{1}{A\beta} \right)$$

50

【0655】

このとき、 $A\beta > 1$ であると、 $A_{v,amp} \approx -R_2/R_1$ であることができ、出力電圧の極性は反転される。

【0656】

本発明の一実施例によると、増幅部130Aは、 C_o をさらに含んでもよい。 C_o は、ノイズ低減ターゲット対象の帯域以下の低周波で増幅部130Aに含まれる増幅器が動作することを遮断するための高域フィルタ (high-pass filter) であってもよい。

【0657】

一方、検出電圧 ($N_{sen} * V_n$) が増幅部130Aを通して増幅されると、増幅部130Aと補償変圧器140Aの第1次側141Aとの間のノードcには、増幅電圧が印加されてもよい。このとき、増幅電圧は、 $-N_{sen} * A_v$ 及び $amp * V_n$ であることができる。

【0658】

補償装置108Aのノードcに増幅電圧 ($-N_{sen} * A_v$ 及び $amp * V_n$) が印加されると、補償変圧器140Aは、増幅電圧 ($-N_{sen} * A_v$ 及び $amp * V_n$) に基づいて補償電圧を生成してもよい。具体的には補償変圧器140Aの変圧比が1： N_{inj} と仮定する。

【0659】

このとき、補償変圧器822Aを通過した増幅電圧 ($-N_{sen} * A_v$ 及び $amp * V_n$) は、補償電圧に変換されてもよく、補償変圧は $-N_{sen} * N_{inj} * A_v$ 及び $amp * V_n$ であることができる。すなわち、補償変圧器の第2次側142Aと補償コンデンサ部150Aとの間のノードdには、補償電圧 ($-N_{sen} * N_{inj} * A_v$ 及び $amp * V_n$) が印加されてもよい。

【0660】

補償コンデンサ部150Aの少なくとも2つ以上の補償コンデンサにおいて、第1の端は、大電流経路111A及び112Aにそれぞれに接続されてもよく、補償コンデンサの第2の端は、1つのノードdで補償変圧器140Aに接続されてもよい。補償コンデンサ部150Aに含まれるそれぞれのコンデンサは、大電流経路111A及び112Aに印加された電圧及びノードdに印加された電圧によって実効インピーダンス値が減少される。

【0661】

これにより、補償コンデンサ部150Aは、大電流経路111A及び112Aに流れる第1の電流 I_{11} 及び I_{12} のうちの少なくとも一部の電流を吸収することができる。すなわち、ノイズ電流の一部電流が補償装置108Aに吸収又は流入されることによって、第2の装置200Aに送信されるノイズ電流を低減又は補償することができる。これに対し、図61及び図62を用いて詳細に説明する。

【0662】

図61は、本発明の一実施例に係る補償装置108Aにおいて、補償コンデンサ部のインピーダンスの減少を説明する図である。

【0663】

図61を参照すると、インピーダンス—周波数上の第1のグラフ (薄い直線) は、一般的なコンデンサの周波数に応じたインピーダンスの変化を示す。一方、第2のグラフ (太線) は、本発明の補償装置108Aに含まれる補償コンデンサ部の周波数に応じたインピーダンスの変化を示す。

【0664】

一般的な補償コンデンサ部のコンデンサ (C_{inj}) のインピーダンスは、次の数式22に基づいて計算することができる。

10

20

30

40

50

【数式 2 2】

$$\frac{I_{inj}}{sC_{inj}} = V_n$$

$$\frac{1}{sC_{inj}} = \frac{V_n}{I_{inj}} = \text{Impedance (Ohm)}$$

【0 6 6 5】

すなわち、一般的なコンデンサの周波数に応じたインピーダンスの変化は、第 1 のグラフ（薄い直線）のように図示されることができる。

10

【0 6 6 6】

一方、本発明の補償装置 1 0 8 A に含まれる補償コンデンサ部のコンデンサ C_{inj} のインピーダンスは、次の数式 2 3 に基づいて計算することができる。

【数式 2 3】

$$\frac{I_{inj}}{sC_{inj}} = (1 + N_{sen}N_{inj}A_{v,amp})V_n$$

$$\frac{1}{s(1 + N_{sen}N_{inj}A_{v,amp})C_{inj}} = \frac{V_n}{I_{inj}}$$

$$= \text{Impedance (Ohm)}$$

20

【0 6 6 7】

すなわち、数式 2 3 のコンデンサ C_{inj} の実効インピーダンス（Effective Impedance）は、数式 2 4 のように表現することができる。

【数式 2 4】

$$C_{Y,eff} = (1 + N_{sen}N_{inj}A_{v,amp})C_{inj}$$

【0 6 6 8】

数式 2 3 又は数式 2 4 に基づいて、補償装置 1 0 8 A の補償コンデンサ部 1 5 0 A に含まれるコンデンサ C_{inj} の周波数に応じたインピーダンスの変化は、第 2 のグラフ（太線）のように図示されてもよい。

30

【0 6 6 9】

具体的には、数式 2 4 を見ると、 $N_{sen}N_{inj}A_{v,amp}$ の値は、補償装置 1 0 8 A の検出変圧器 8 2 2 A、補償変圧器 1 4 0 A、及び増幅部 1 3 0 A の設計に応じて増加又は減少することができ、周波数に応じて他の特性を有する可能性がある。例えば、図 4 を参照すると、周波数が 6 M H z で最も低い実効インピーダンスを有する。

【0 6 7 0】

すなわち、補償コンデンサ部 1 5 0 A に含まれるコンデンサ C_{inj} の実効インピーダンスが減少するように設計することにより、大電流経路 1 1 1 A 及び 1 1 2 A から補償コンデンサ部 1 5 0 A に、第 1 の電流又はノイズ電流が吸収されることができる。これに関連して、図 6 2 でさらに説明する。

40

【0 6 7 1】

図 6 2 は、本発明の一実施例に係る補償装置 1 0 8 A 上で、第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} の流れを説明する図である。

【0 6 7 2】

図 5 を参照すると、補償コンデンサ部 1 5 0 A は、補償コンデンサを通して 2 つの大電流経路 1 1 1 A 及び 1 1 2 A の間に流れる電流 I_{L1} が所定の第 1 の電流の条件を満たすように構成されてもよい。この時、所定の第 1 の電流条件は、電流 I_{L1} の大きさが所定の第 1 の臨界大きさ未満の条件であってもよい。

【0 6 7 3】

50

一方、また、補償コンデンサ部 150 A は、補償コンデンサを通して、2つの大電流経路 111 A 及び 112 A のそれぞれと電流補償装置 108 A の基準電位（基準電位 1）との間に流れる電流 I_{L2} が所定の第 2 の条件を満たすように構成されてもよい。

【0674】

具体的には、ノード d に印加される補償電圧は、 $-N_{sen}N_{inj}A_{v,amp}V_n$ であることができ、これにより、補償コンデンサ C_{inj} の実効インピーダンスは $1 / (1 + N_{sen}N_{inj}A_{v,amp})$ 倍に減少することができる。

【0675】

2つの大電流経路 111 A 及び 112 A に沿って流れる第 1 の電流 I_{11} 及び I_{12} （又はノイズ電流）は、補償装置 108 A の基準電位（基準電位 1）に流れるようにコンデンサ C_{inj} に吸収又は流入されてもよい。すなわち、コンデンサ C_{inj} の実効インピーダンスが減少することに伴い、減少された実効インピーダンスに対応して電流 I_{L2} は増加することができる。

【0676】

本発明の一実施例によると、上述した所定の第 2 の電流条件は、電流 I_{L2} の大きさが所定の第 2 の臨界大きさ以上の条件であってもよい。このとき、電流 I_{L2} の大きさは、コンデンサ C_{inj} の実効インピーダンスの大きさに応じて変化してもよい。すなわち、本発明の一実施例に係る補償装置 108 A は、電流 I_{L2} が第 2 の臨界大きさ以上になるように、検出変圧器 822 A、補償変圧器 140 A、及び増幅部 130 A が設計されてもよい。

【0677】

上述した実施例によると、補償コンデンサ部 150 A に応じて 2つの大電流経路 111 A 及び 112 A から第 1 の電流 I_{11} 及び I_{22} が流入されることによって、第 1 の電流 I_{11} 及び I_{22} が第 2 の装置 200 A に送信されることを低減することができる。

【0678】

図 63 は、本発明の一実施例に係る VSCC 補償装置 108 A 及び VSCC 補償装置 108 A と同様の容量値を有するパッシブ EMI フィルタ（又はパッシブ補償装置）のノイズ低減性能を比較したシミュレーショングラフである。

【0679】

図 63 を参照すると、グラフで横軸は周波数を示し、縦軸は共通モード（CM）伝導性放射（CE）のノイズレベルを示す。実線は EMI ノイズ規格を示す。すなわち、実線（EMI ノイズ規格）を超える場合、製品の出荷が不可能である。

【0680】

上記のグラフからわかるように、本発明の VSCC アクティブ EMI フィルタ部 108 A を使用した場合のノイズレベルは、パッシブ EMI フィルタを使用した場合に比べ、EMI ノイズ規格よりも安定的に低く出ることが分かる。具体的には、本発明の VSCC アクティブ EMI フィルタ部 108 A が動作する場合、10～30 dB の追加的なノイズ低減が示されることがシミュレーションで確認されている。

【0681】

従って、VSCC アクティブ EMI フィルタ部 108 A は、パッシブ EMI フィルタに比べ、より良いノイズ低減性能を有しながら、面積及び重量を減少させることができる。

【0682】

図 64 は、本発明の他の一実施例に係る補償装置 108 B の構成を概略的に示す図である。

【0683】

図 64 の補償装置 108 B は、図 59 を参照して説明された単相 2 線システムの補償装置 108 A に比べ、3 相 3 線システムで使用されることが相異点である。従って、以下では、図 58～図 63 を参照し、説明した内容と重複する内容の説明は省略し、相異点を中心に説明する。

【0684】

補償装置 108B は、3つの大電流経路 111B、112B、113B（例えば、R相、S相、T相）を含み、これによって、検出コンデンサ 821B 及び補償コンデンサ部 150B には相異点がある。

【0685】

一実施例に係る検出コンデンサ 821B は、第1の大電流経路 111B、第2の大電流経路 112B、及び第3の大電流経路 113B のそれぞれに接続され、第1の電流に対応するノイズ電圧を感知することができる。第1の電流 I11、I12、I13 に対応するノイズ電圧を感知するプロセスは、すでに説明したので、これに対する詳細な説明は省略する。

【0686】

一方、一実施例に係る補償コンデンサ部 150B は、第1の電流 I11、I12、I13 のうち、補償変圧器 140B によって生成された補償電圧に対応する少なくとも一部の電流が吸収されて流れる経路を提供してもよい。

【0687】

このような実施例に係る補償装置 108B は、3相3線の電力システムの負荷から電源に移動する第1の電流 I11、I12、I13 を低減させるために（又はブロックするために）使用されてもよい。

【0688】

検出コンデンサ 821B 及び検出変圧器 822B を含む補償装置 108B は、3相4線の電力システムに合わせても変形されてもよい（図12を参照）。3相4線の電力システムの補償装置の説明は、図12を参照して説明した内容に対応してもよい。

【0689】

一方、上述した全ての実施例に係る補償装置（100、101、102、103、104、105、106、107、108、及びその下位の実施例）は、構成要素の少なくとも一部が互いに互換性可能である。すなわち、任意の実施例を通して説明した補償装置の一構成要素は、他の実施例に係る補償装置の一構成要素として組み合わせられてもよい。

【0690】

本発明において説明される特定の実行は、一実施例であって、いかなる方法も本発明の範囲を限定するものではない。明細書を簡潔にするために、従来の電子的な構成、制御システム、ソフトウェア、上記システムの他の機能的な側面に関する記載は省略する場合がある。また、図面に示された構成要素間の線の接続又は接続部材は、機能的な接続及び／又は物理的又は回路的な接続を例示的に示したものであり、実際の装置では、代替可能であるか、又は、さらに様々な機能的な接続、物理的な接続、又は回路接続として示される場合がある。また、「必須的な」、「重要な」などのように具体的な言及がない場合は、本発明を適用するための必要構成要素ではないと言える。

【0691】

従って、本発明の思想は、上記に説明した実施例に限定されてはならず、後述する特許請求の範囲だけでなく、この特許請求の範囲と同等な、又はこれからなど価的に変更された全ての範囲は、本発明の思想のカテゴリに属すると言える。

10

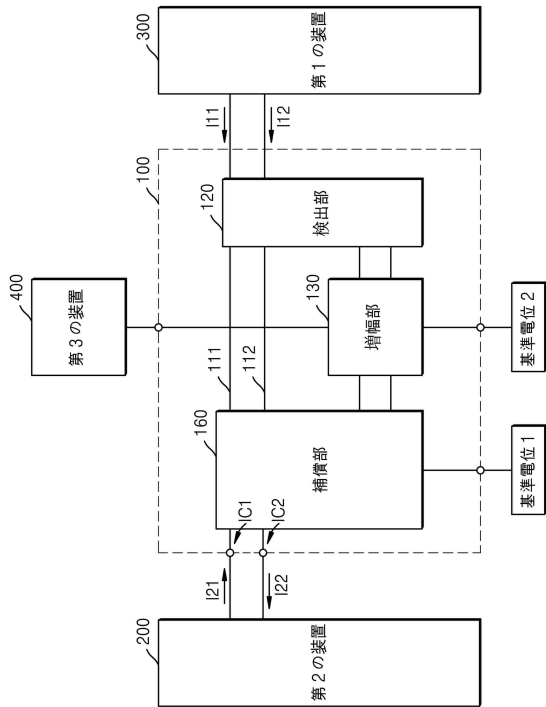
20

30

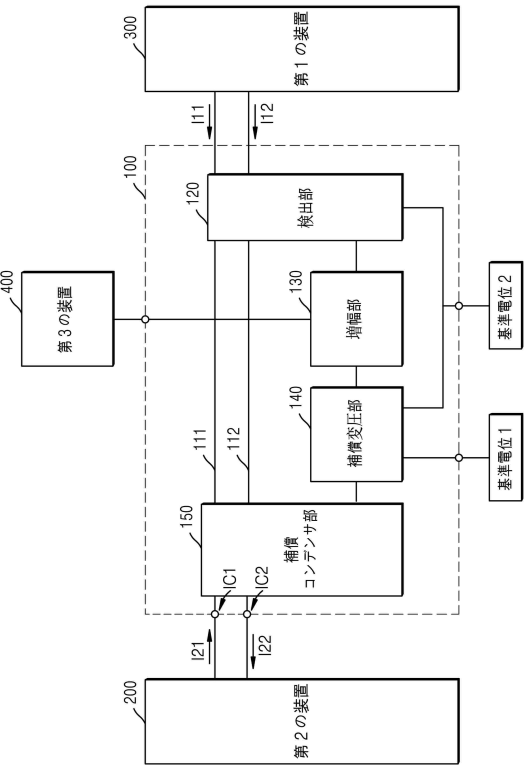
40

50

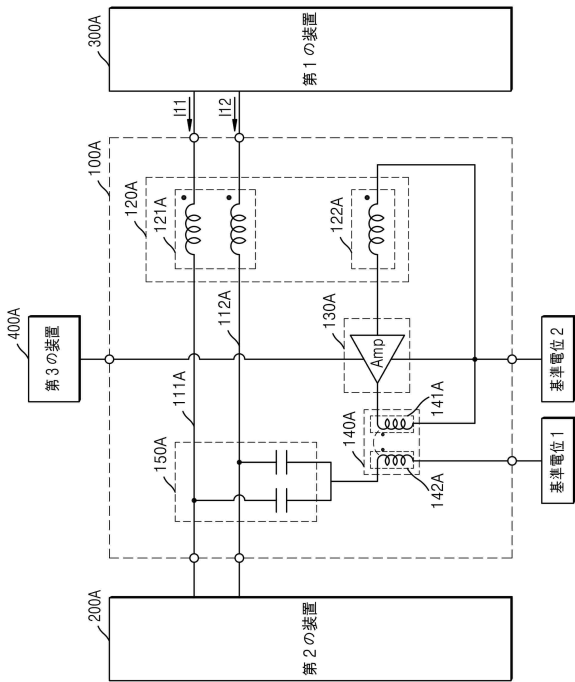
【図面】
【図 1】



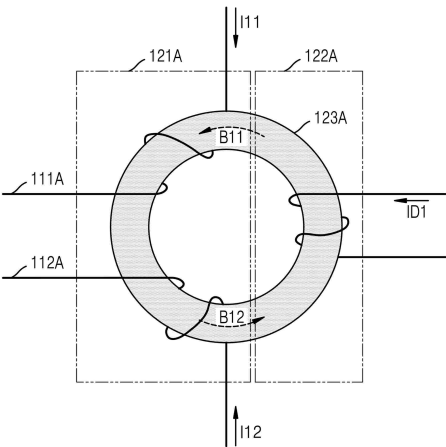
【図 2】



【図 3】



【図 4 A】



10

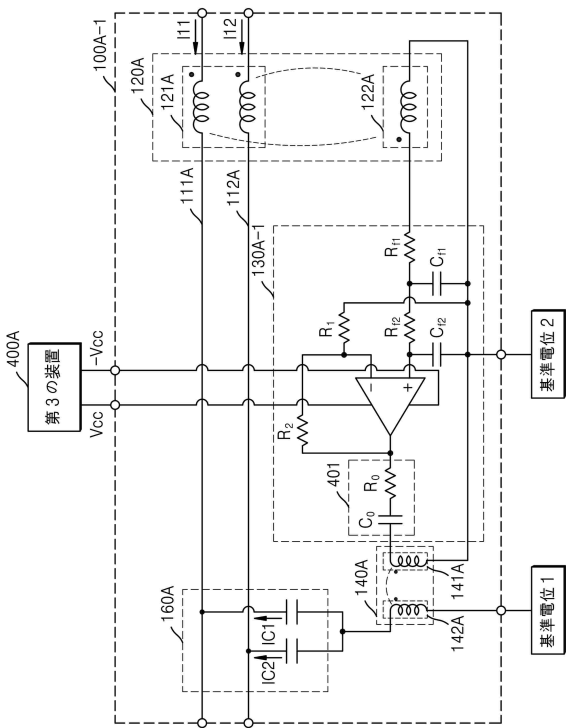
20

30

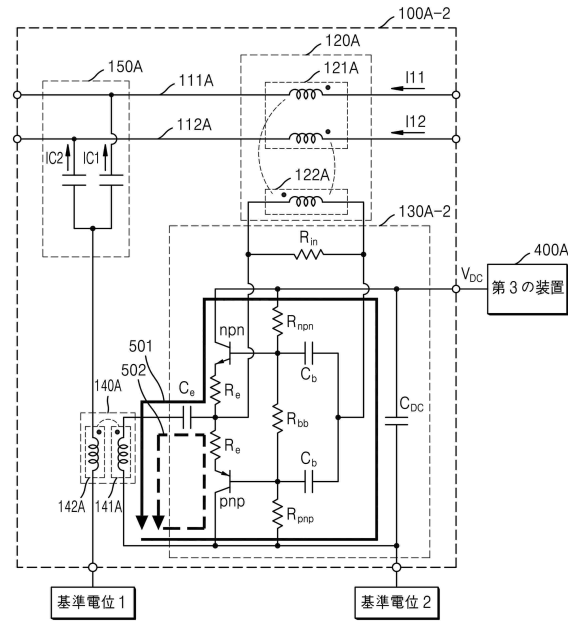
40

50

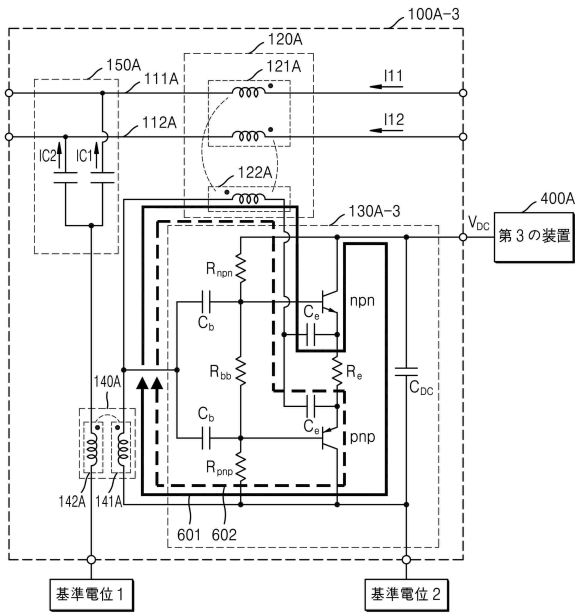
【図 7】



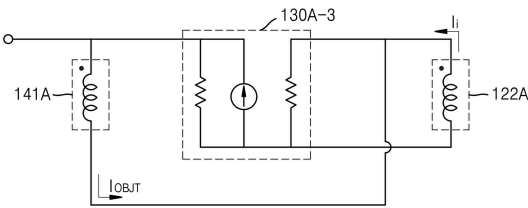
【図 8】



【図 9 A】



【図 9 B】



10

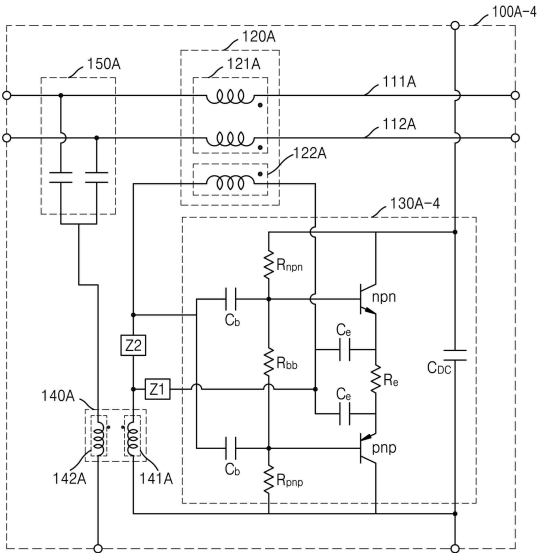
20

30

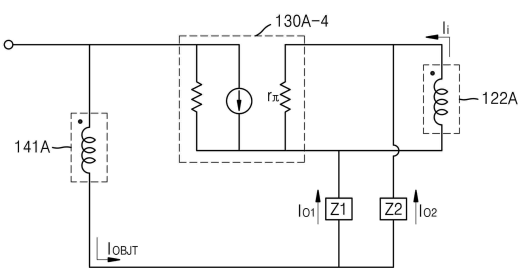
40

50

【図 10 A】

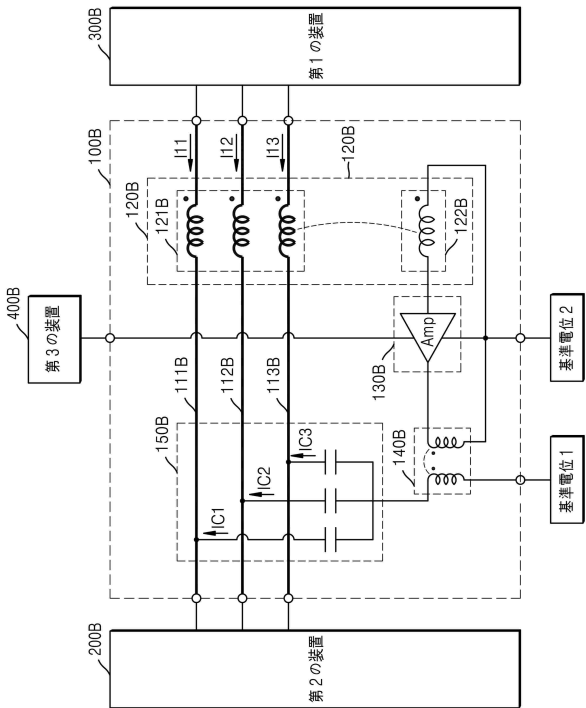


【図 10 B】

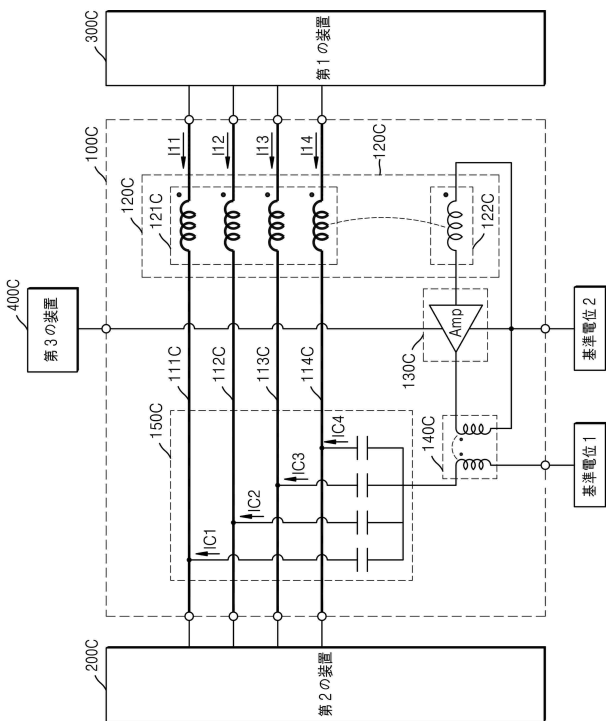


10

【図 11】



【図 12】



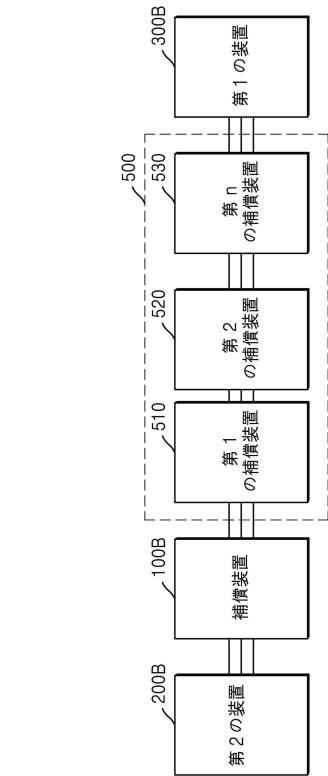
20

30

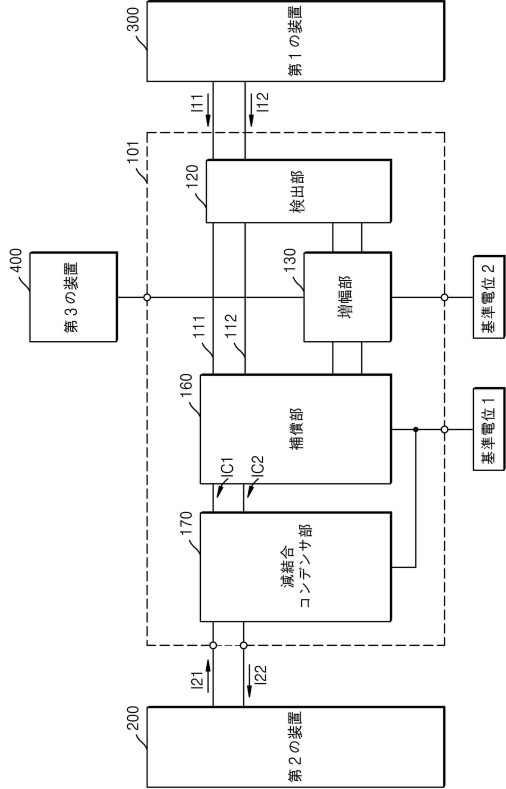
40

50

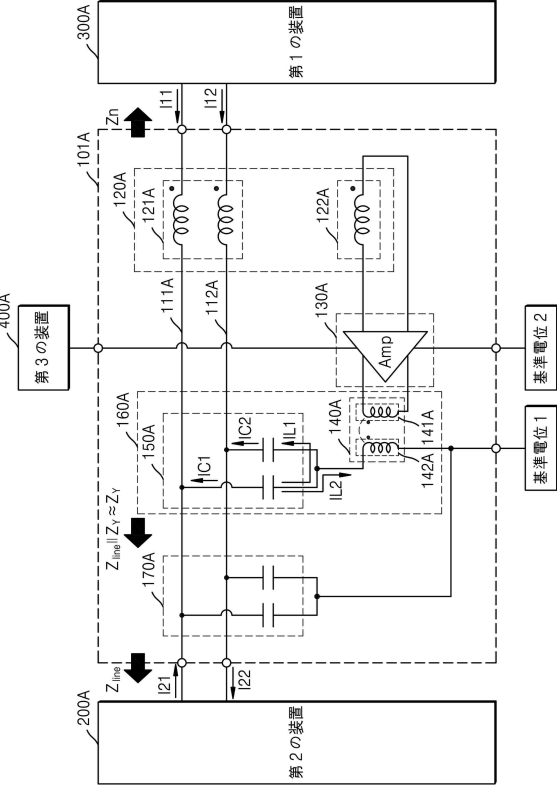
【図 1 3】



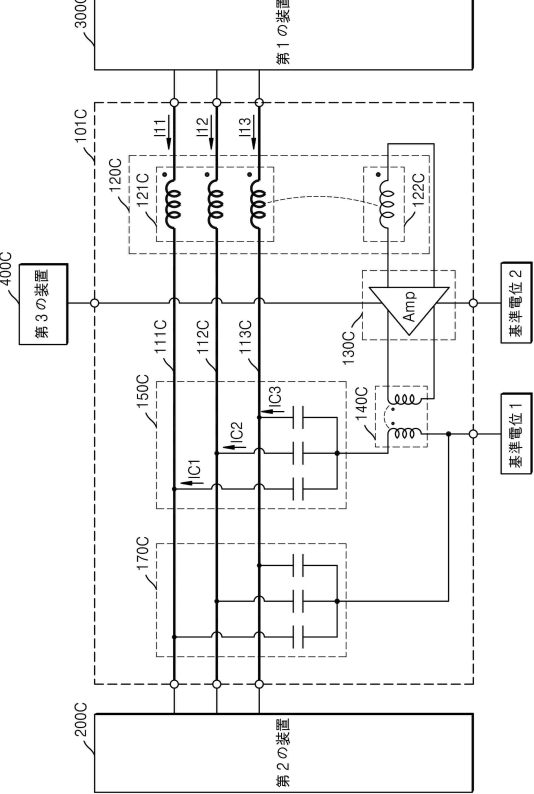
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

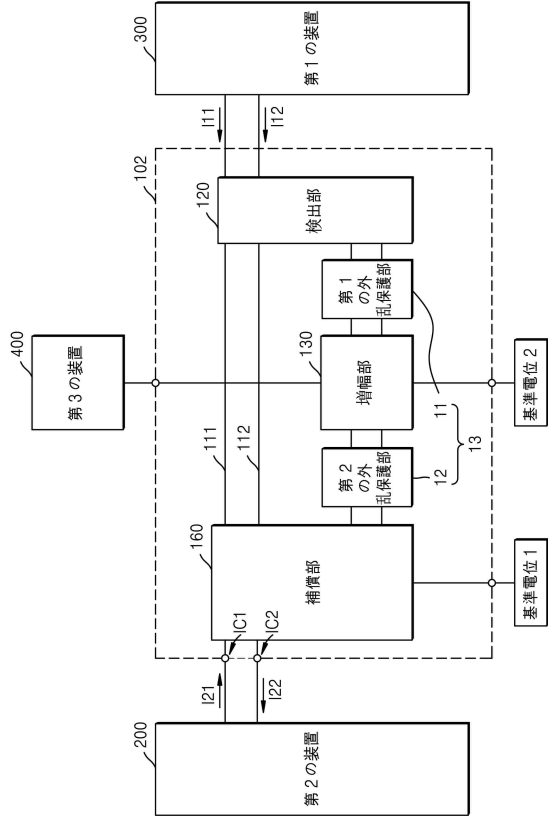
20

30

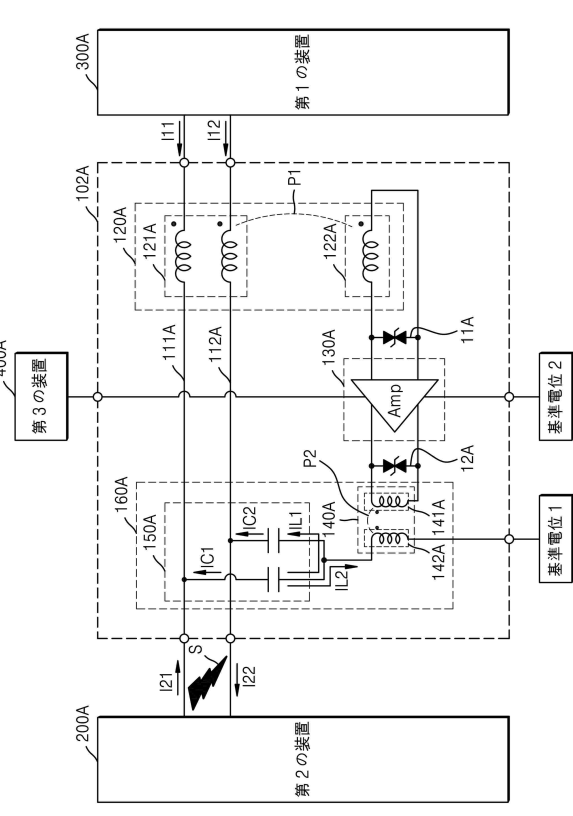
40

50

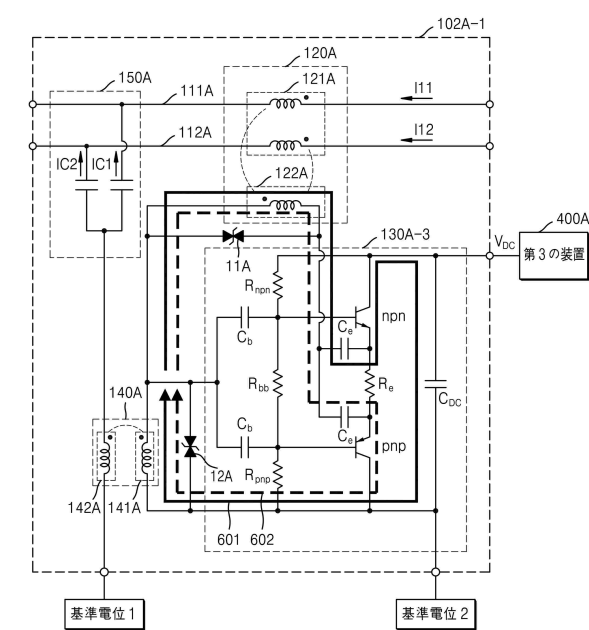
【図 17】



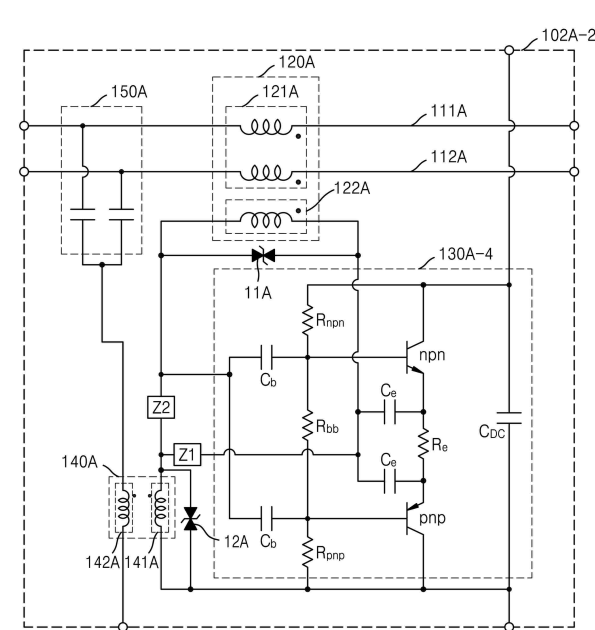
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

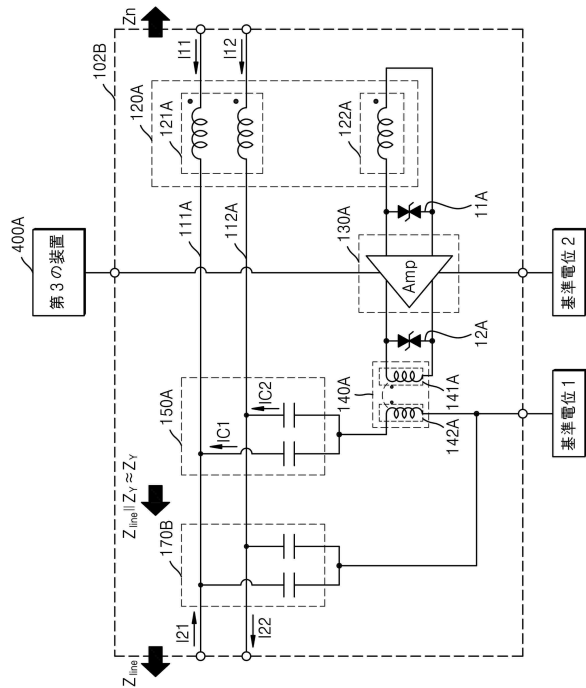
20

30

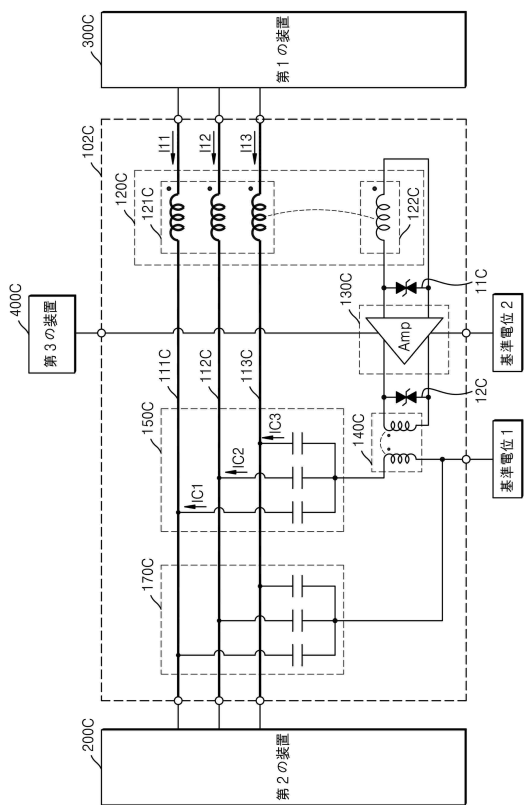
40

50

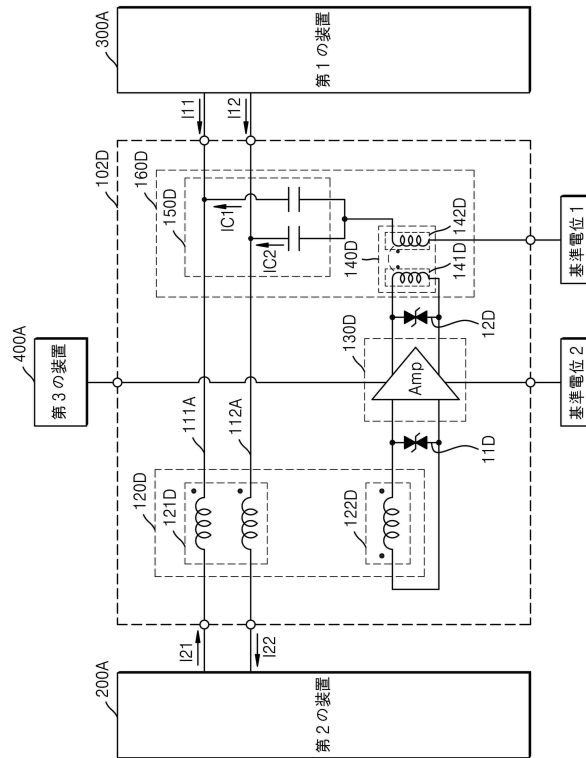
【図 2 1】



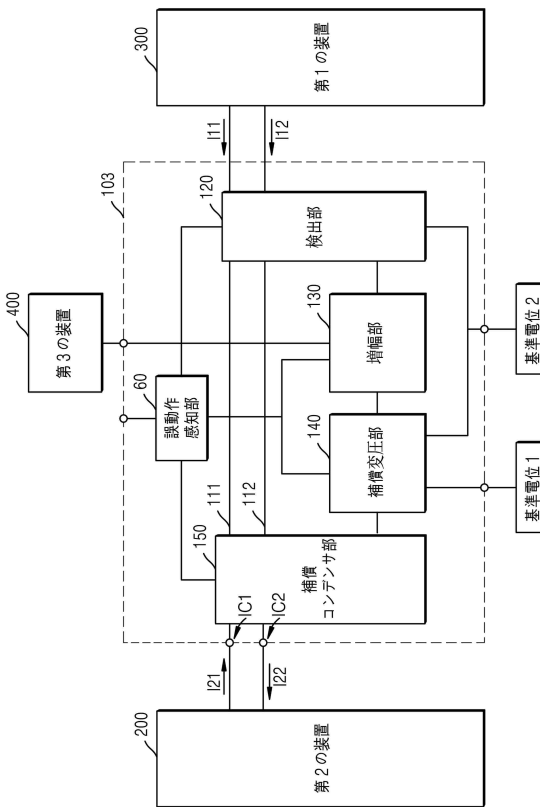
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



10

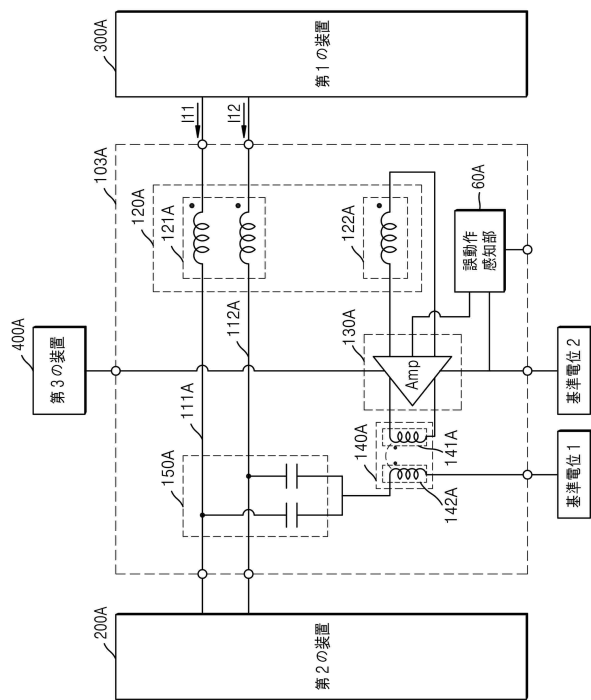
20

30

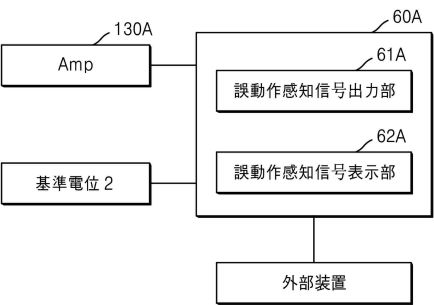
40

50

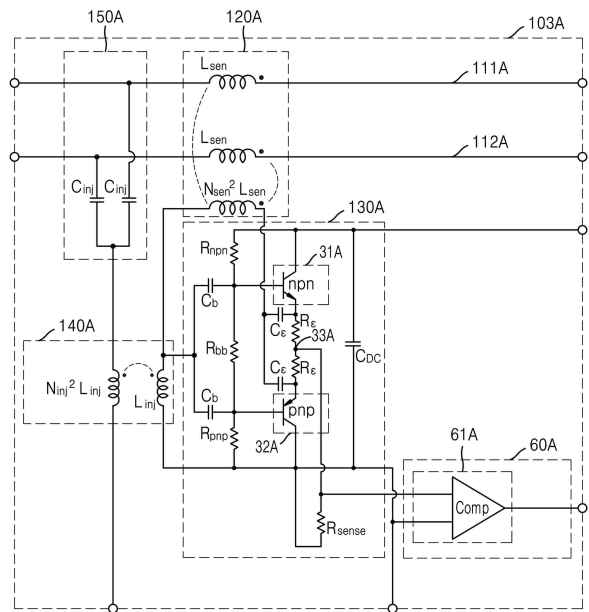
【図 2 5】



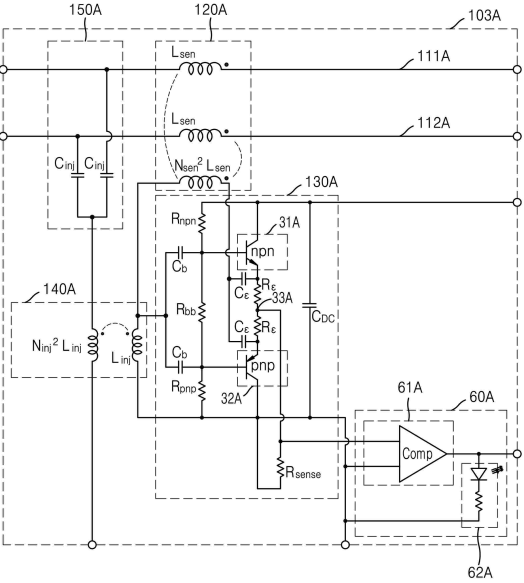
【図 2 6 A】



【図 2 6 B】



【図 2 6 C】



10

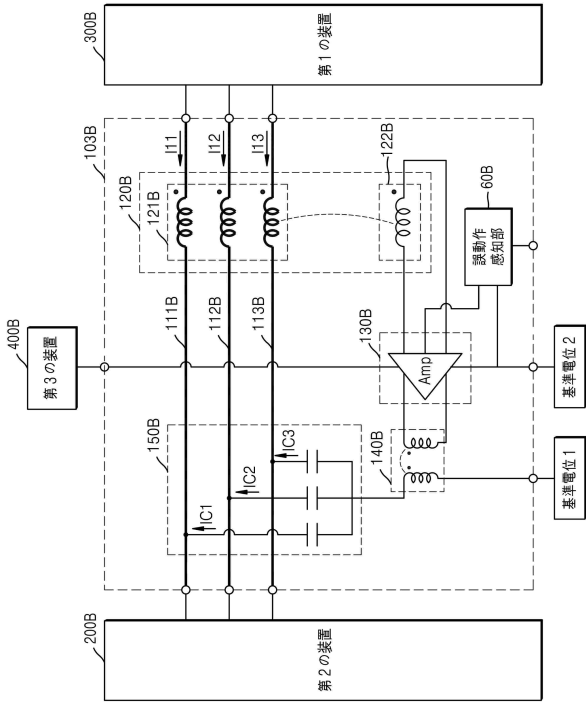
20

30

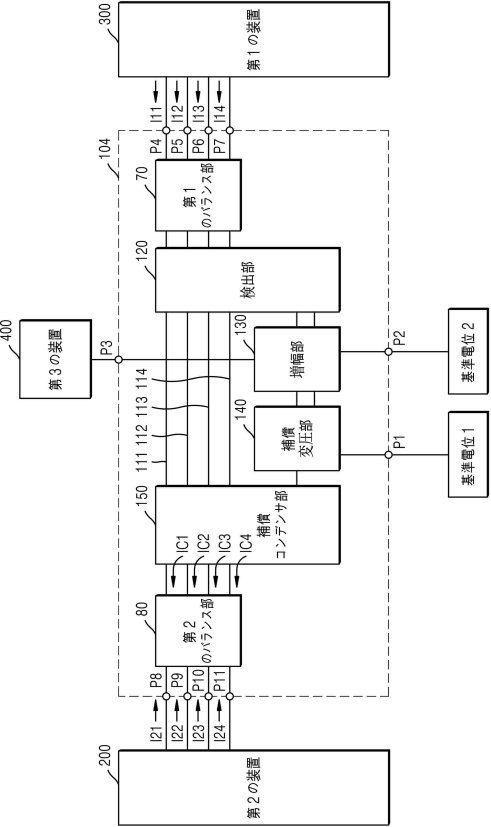
40

50

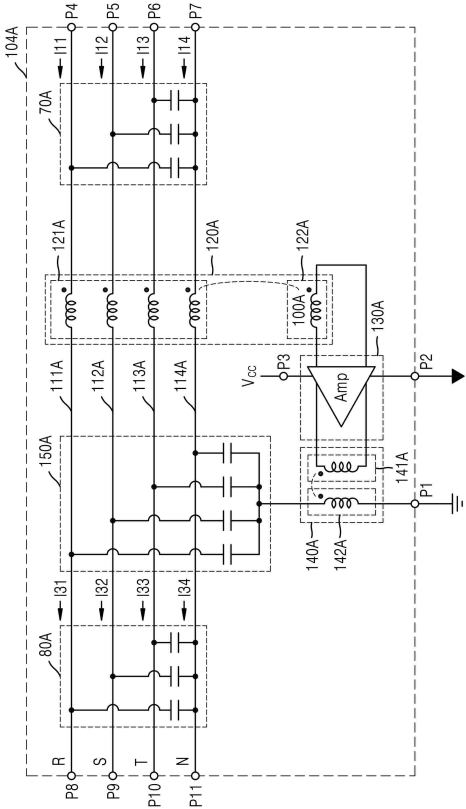
【図 27】



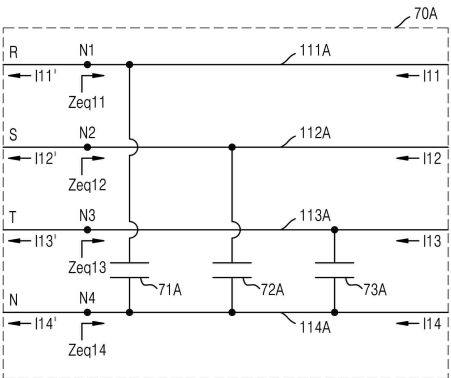
【図 28】



【図 29】



【図 30】



10

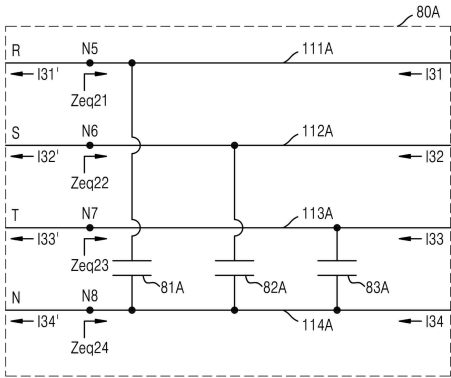
20

30

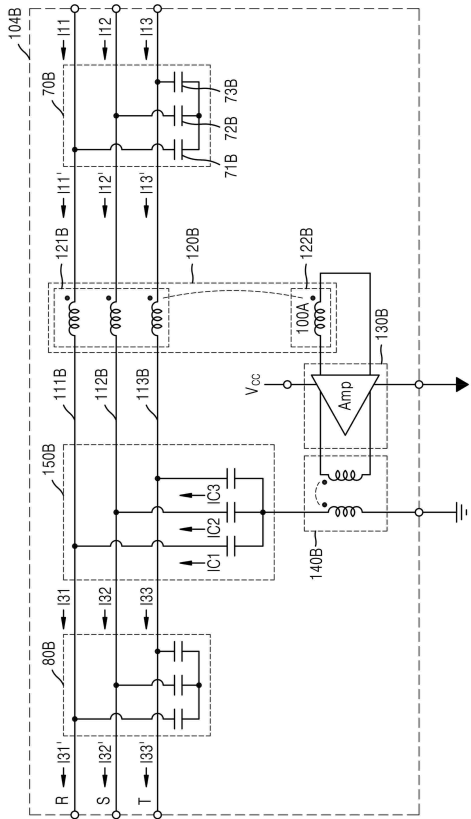
40

50

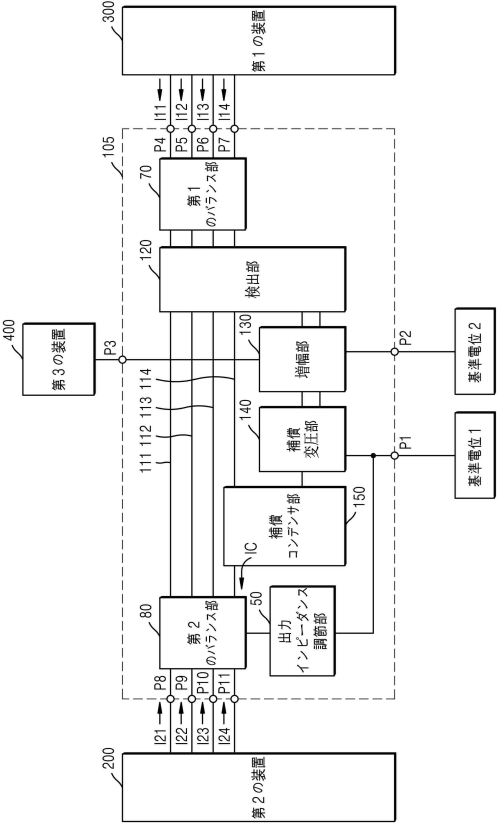
【図 3 1】



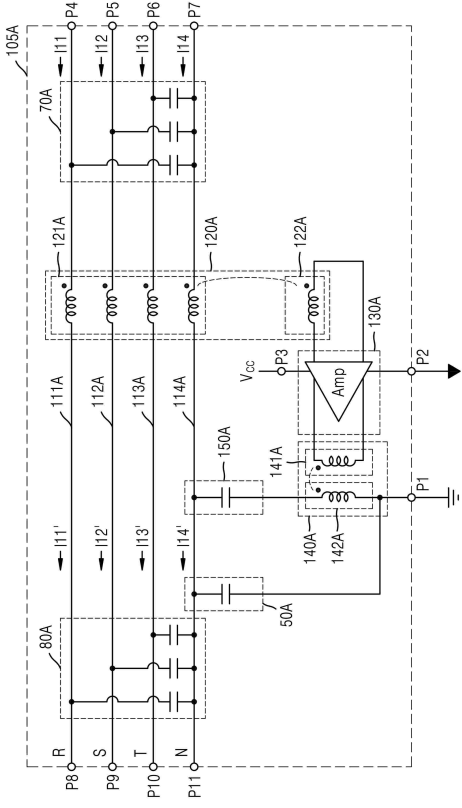
【図 3 2】



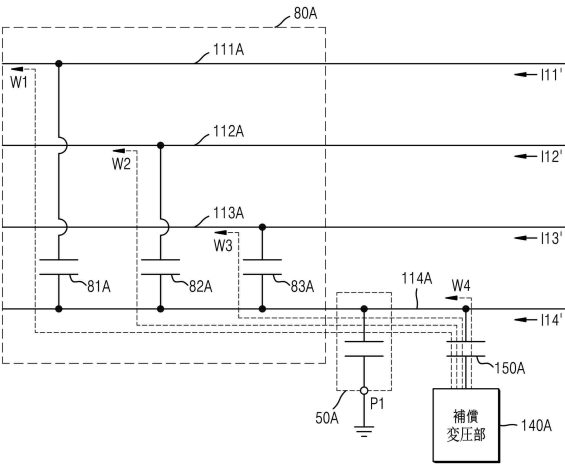
【図 3 5】



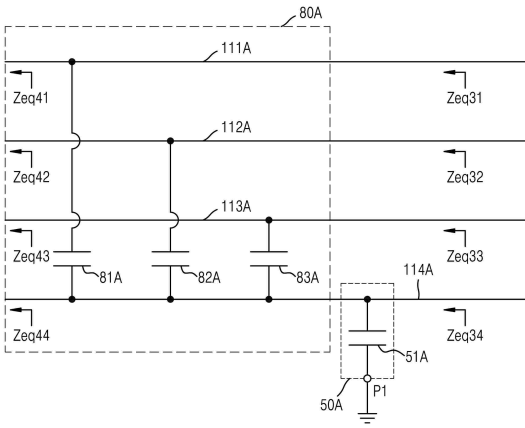
【図 3 6】



【図 3 7】



【図 3 8】



10

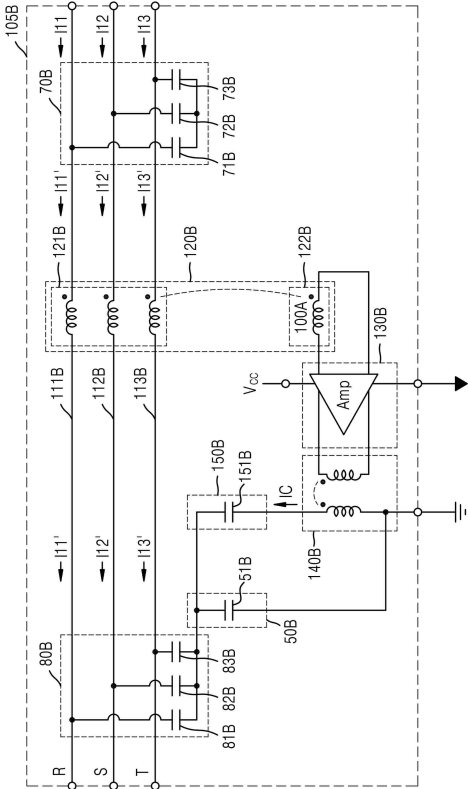
20

30

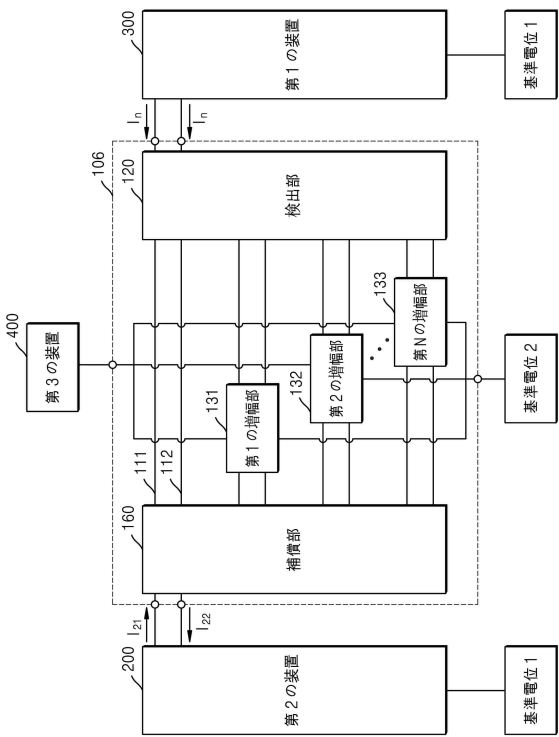
40

50

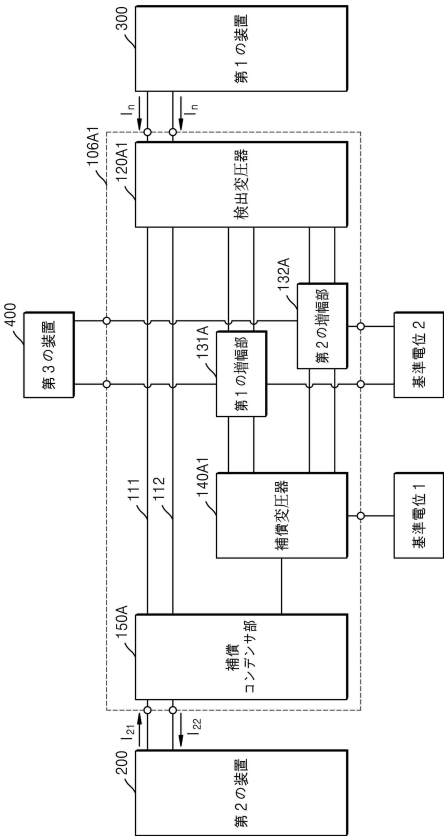
【図 3 9】



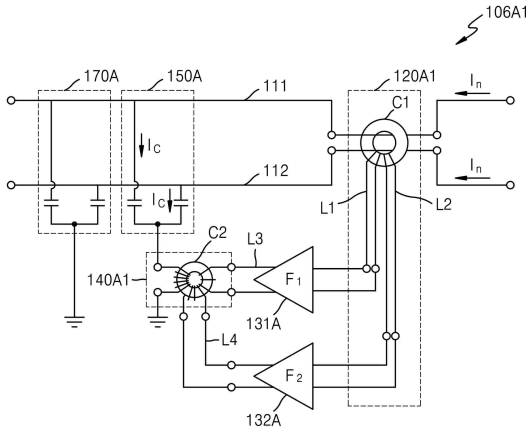
【図 4 0】



【図 4 1】



【図 4 2】



10

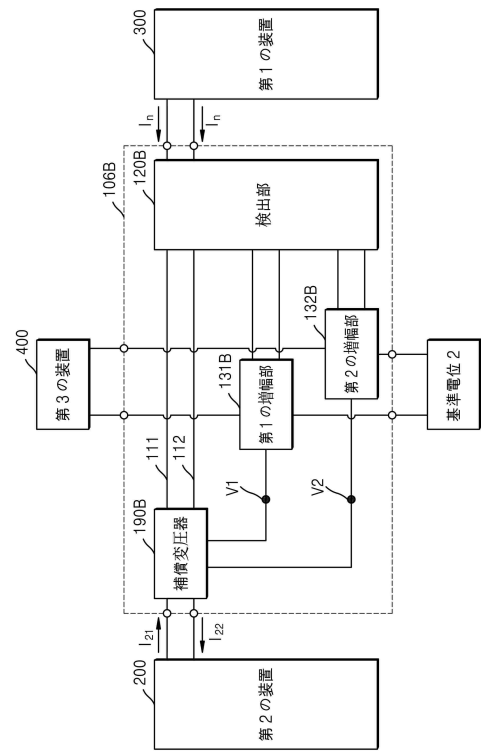
20

30

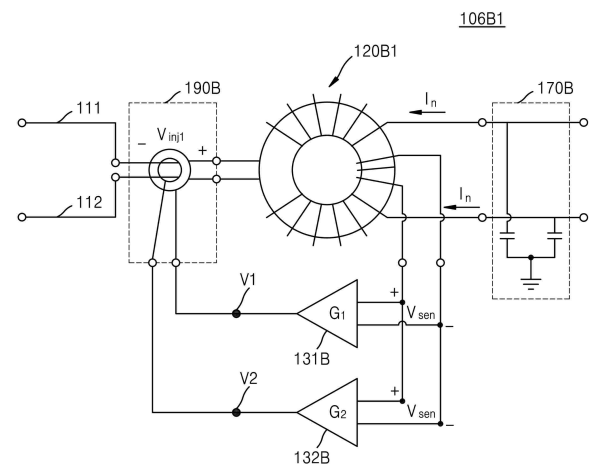
40

50

【図 4 3】



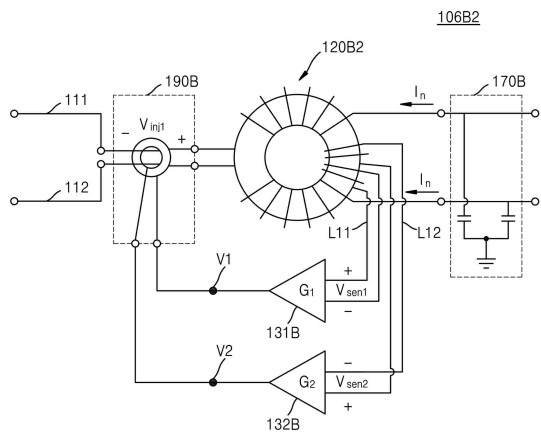
【図 4 4】



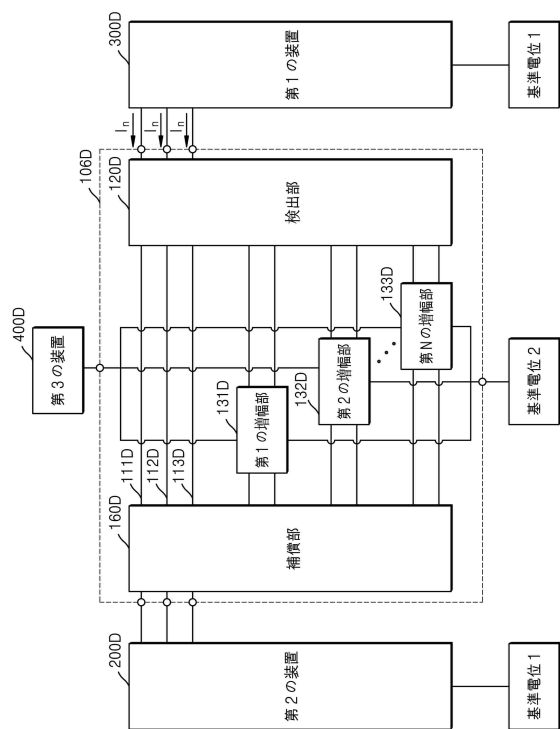
10

20

【図 4 5】



【図 4 6】

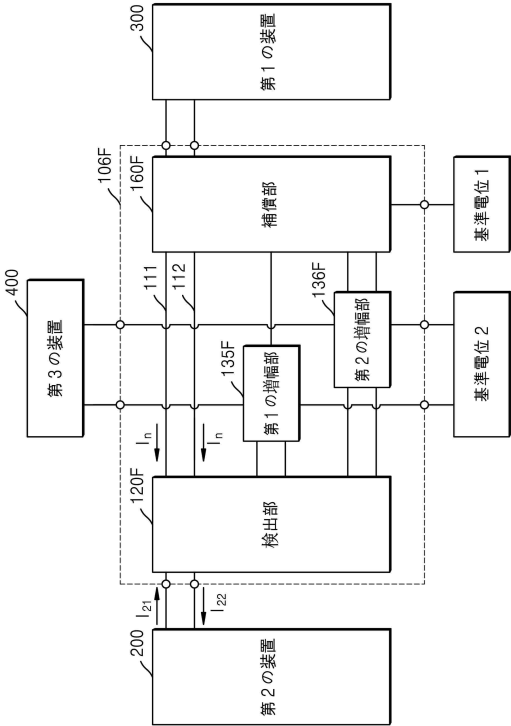


30

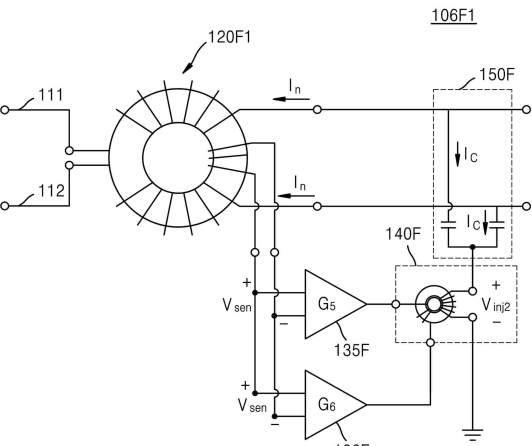
40

50

【図 4 7】



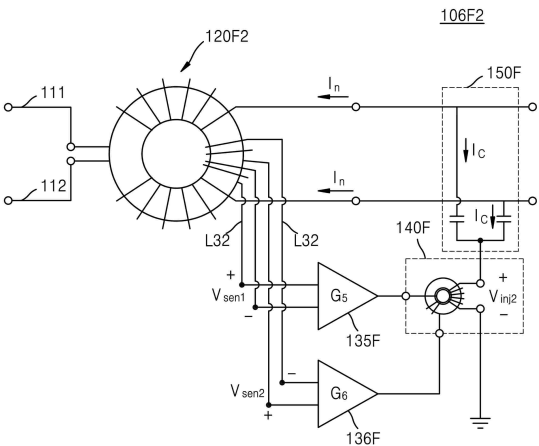
【図 4 8】



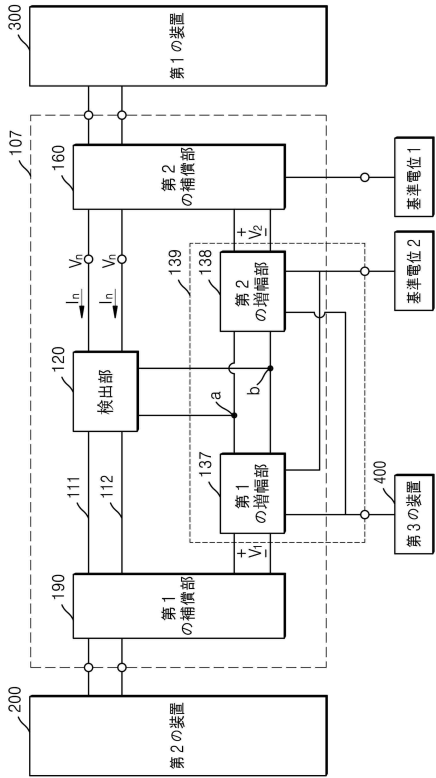
10

20

【図 4 9】



【図 5 0】

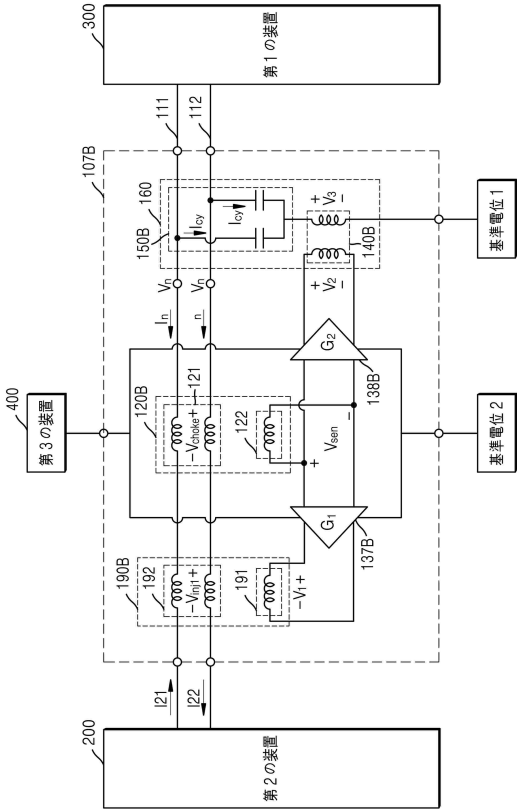


30

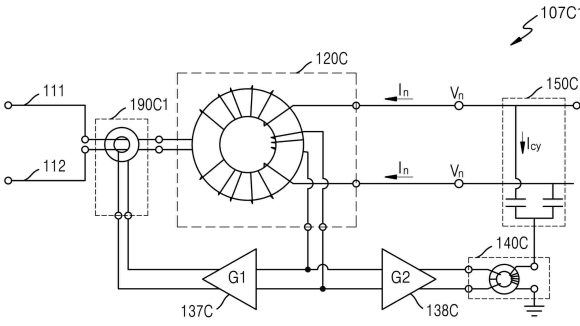
40

50

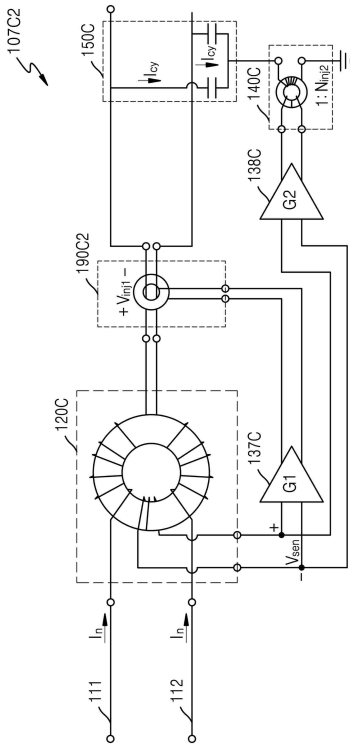
【図 5 1】



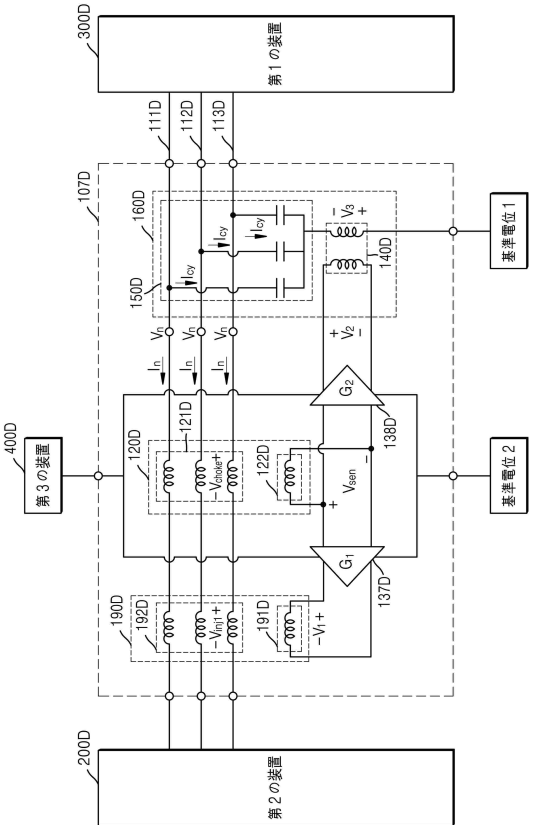
【図 5 2】



【図 5 3】



【図 5 4】



10

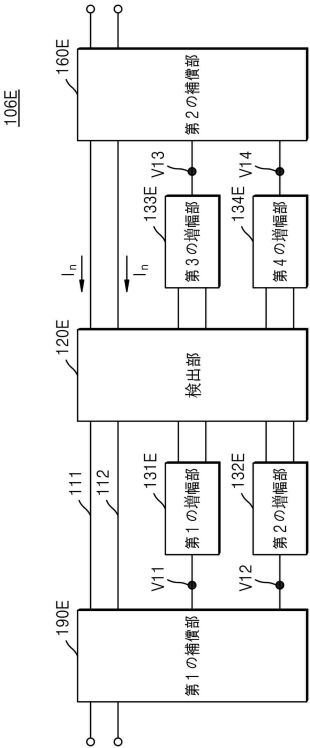
20

30

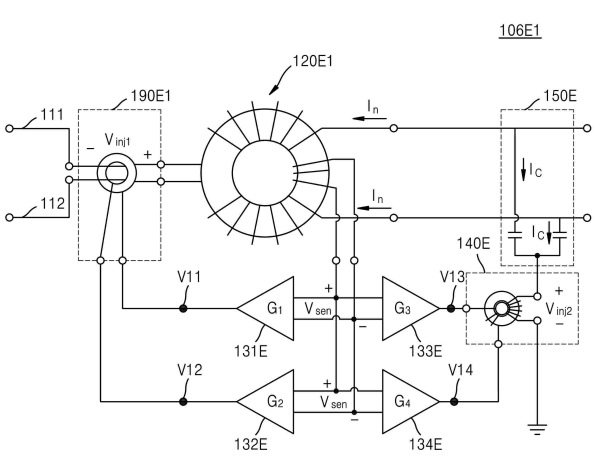
40

50

【図 5 5】



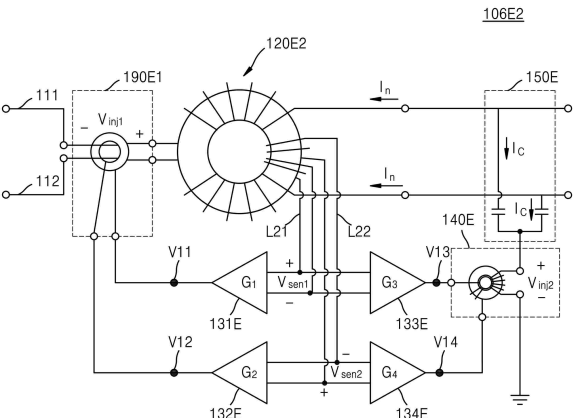
【図 5 6】



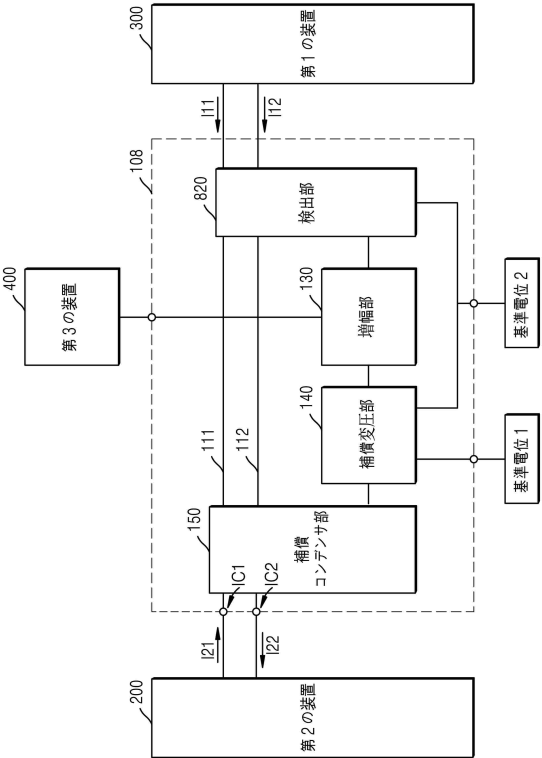
10

20

【図 5 7】



【図 5 8】

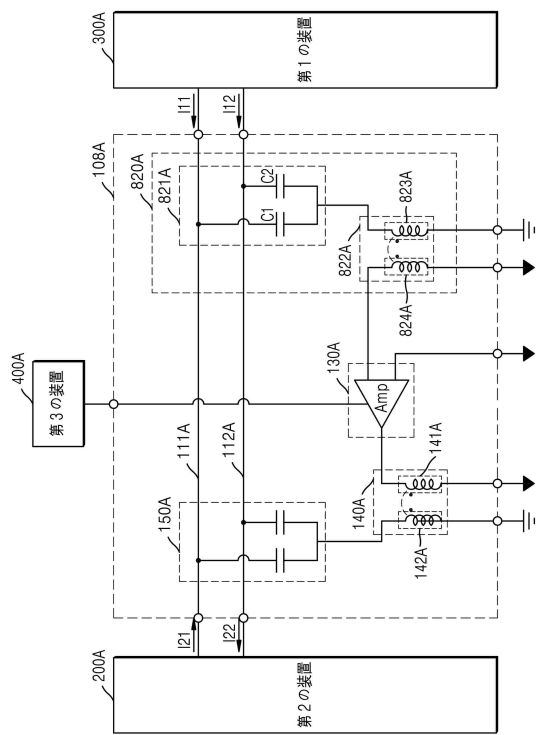


30

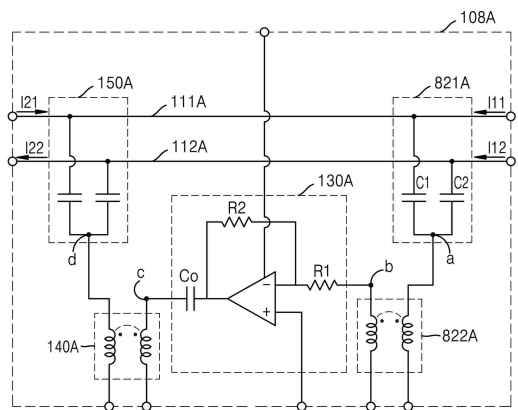
40

50

【図 5 9】



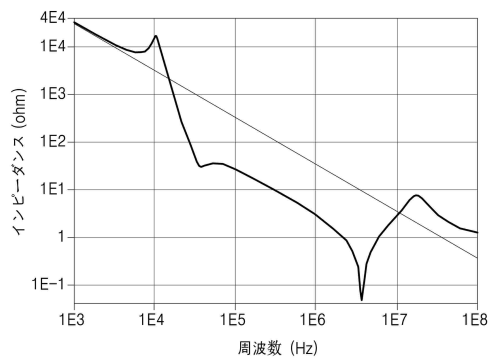
【図 6 0】



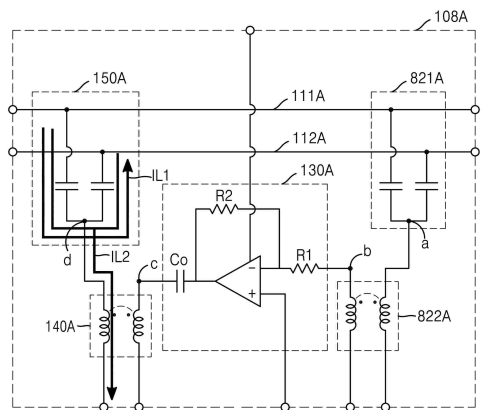
10

20

【図 6 1】



【図 6 2】

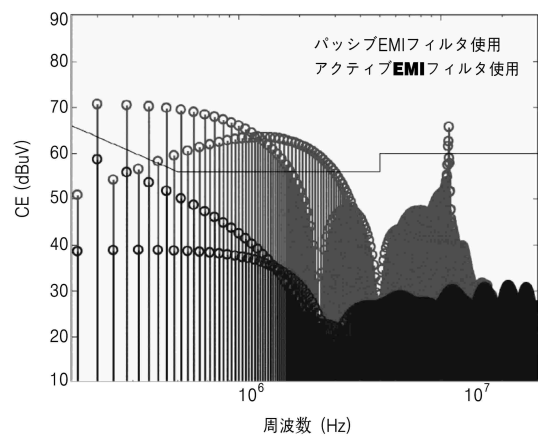


30

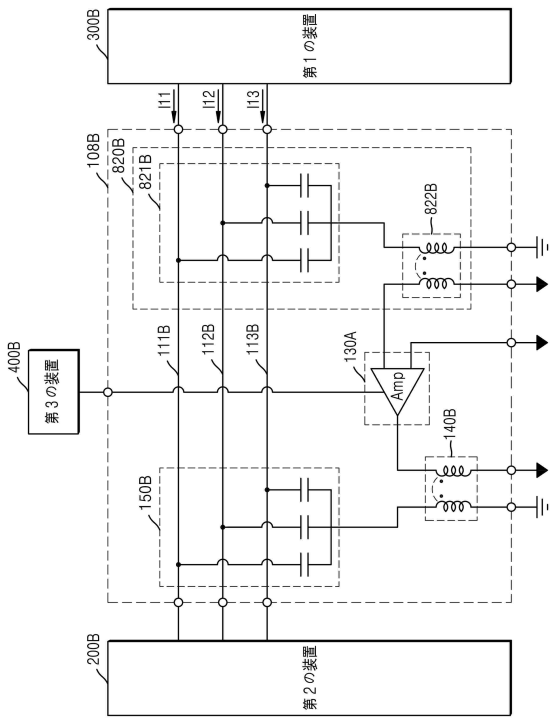
40

50

【図 6 3】



【図 6 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(31)優先権主張番号 10-2019-0053238

(32)優先日 令和1年5月7日(2019.5.7)

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(31)優先権主張番号 10-2019-0057607

(32)優先日 令和1年5月16日(2019.5.16)

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(31)優先権主張番号 10-2019-0114375

(32)優先日 令和1年9月17日(2019.9.17)

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(31)優先権主張番号 10-2019-0114374

(32)優先日 令和1年9月17日(2019.9.17)

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(31)優先権主張番号 10-2020-0003875

(32)優先日 平成31年4月23日(2019.4.23)

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(31)優先権主張番号 10-2020-0026120

(32)優先日 令和2年3月2日(2020.3.2)

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

(31)優先権主張番号 10-2020-0032851

(32)優先日 令和2年3月17日(2020.3.17)

(33)優先権主張国・地域又は機関

韓国(KR)

ユージュン オニャンーウップ ユニストーギル 50

(74)代理人 110002262

T R Y 国際弁理士法人

(72)発明者 ジョン サンヨン

大韓民国 44919 ウルサン ウルジュージュン エンヤンーウブ ユニストーギル、50

(72)発明者 キム ジングク

大韓民国 44931 ウルサン ウルジュージュン ボムソーウブ デドンーギル、21、103-1903