

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7217614号
(P7217614)

(45)発行日 令和5年2月3日(2023.2.3)

(24)登録日 令和5年1月26日(2023.1.26)

(51)国際特許分類

H 03 K	17/691 (2006.01)	H 03 K	17/691	
H 02 M	1/08 (2006.01)	H 02 M	1/08	A
H 04 L	25/02 (2006.01)	H 04 L	25/02	3 0 3 B
H 03 K	17/567 (2006.01)	H 03 K	17/567	
H 03 K	17/61 (2006.01)	H 03 K	17/61	

請求項の数 22 外国語出願 (全25頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-211023(P2018-211023)
 (22)出願日 平成30年11月9日(2018.11.9)
 (65)公開番号 特開2019-103136(P2019-103136)
 A)
 (43)公開日 令和1年6月24日(2019.6.24)
 審査請求日 令和3年10月25日(2021.10.25)
 (31)優先権主張番号 17205539.4
 (32)優先日 平成29年12月5日(2017.12.5)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁(EP)

(73)特許権者 516046879
 パワー インテグレーションズ スイツ
 ランド ゲーエムベーハー
 Power Integrations
 Switzerland GmbH
 スイス 2504 ビール ピエンヌ ヨ
 ハン レンフェル シュトラッセ 15
 (74)復代理人 100125818
 弁理士 立原 聰
 (74)代理人 100100181
 弁理士 阿部 正博
 (72)発明者 ガルシア オリヴィエ
 スイス 2555 ブリュック、ギナン
 トシュトラーセ 16
 (72)発明者 タールハイム ヤン

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 誘導結合を利用した通信

(57)【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第1の基準電位を基準とする第1の回路と、
 第2の基準電位を基準とする、および、前記第1の回路からガルバニック絶縁された第2の回路と、
 前記第1の回路と前記第2の回路とをガルバニック絶縁する誘導結合であって、
 前記誘導結合が、前記第1の基準電位を基準とする第1の巻線と前記第2の基準電位を基準とする第2の巻線とを含む、

前記誘導結合と、
 を備え、
 前記第1の回路が、前記誘導結合に結合された信号受信回路を備え、
 前記信号受信回路が、前記誘導結合を通して送信された信号を受信する前記第1の巻線に結合された1つまたは複数の信号受信器を備え、
 前記1つまたは複数の信号受信器が、
 前記誘導結合から受信された前記信号の少なくとも一部と、前記第1の基準電位に対して第1の極性をもつ第1の閾値と、を比較するように結合された第1の比較器と、
 前記誘導結合から受信された前記信号の少なくとも一部と、前記第1の基準電位に対して第2の極性をもつ第2の閾値と、を比較するように結合された第2の比較器と、
 を備え、
 前記第1の極性が、前記第2の極性の逆であり、

前記第2の回路が、前記誘導結合に結合された信号送信回路を備え、
前記信号送信回路が、前記第2の巻線を通して第1の方向に電流を駆動して第1の信号
を送信するように、および、前記第2の巻線を通して第2の方向に電流を駆動して第2の
信号を送信するように結合された1つまたは複数の信号送信器を備え、

前記第1の方向が、前記第2の方向の逆である、
デバイス。

【請求項2】

前記1つまたは複数の信号受信器が、
前記第1の比較器を備える第1の信号受信器と、
前記第2の比較器を備える第2の信号受信器と、
を備える、

請求項1に記載のデバイス。

【請求項3】

前記1つまたは複数の信号送信器が、
前記第2の巻線に結合されて前記第1の方向に電流を駆動する第1の信号送信器と、
前記第2の巻線に結合されて前記第2の方向に電流を駆動する第2の信号送信器と、
を備える、

請求項1または請求項2に記載のデバイス。

【請求項4】

前記第1の信号が、前記第2の信号より高い優先度をもち、前記第2の信号との衝突が
発生した場合でも受信される、

請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項5】

前記1つまたは複数の信号送信器が、任意の時点で送信することができる、
請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項6】

電力スイッチを備える電力コンバーターのための制御装置であって、
前記制御装置が、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のデバイスを備え、
前記第1の回路が、前記制御装置の一次側であり、
前記第2の回路が、前記制御装置の二次側である、
制御装置。

【請求項7】

前記一次側が、前記誘導結合に結合されたドライバインターフェース回路を備え、
前記ドライバインターフェース回路が、前記1つまたは複数の信号受信器を備える、
請求項6に記載の制御装置。

【請求項8】

前記ドライバインターフェース回路が、前記誘導結合を通してコマンド信号を送信する
ように結合された第3の信号送信回路をさらに備え、

前記コマンド信号が、オン状態とオフ状態との間における前記電力スイッチの所望の遷
移を表し、

前記二次側が、前記誘導結合を通して送信された第3の信号を受信するように、および
、前記第3の信号に応答して、前記状態間で前記電力スイッチを駆動するように構成され
た駆動信号を生成するように結合された駆動信号生成器を備える、

請求項7に記載の制御装置。

【請求項9】

前記1つまたは複数の信号送信器および前記第3の信号送信回路が、任意の時点で送信
することができる、

請求項8に記載の制御装置。

【請求項10】

前記第1の方向における前記電流が、前記二次側における異常検出を表す異常信号であ

10

20

30

40

50

り、

前記第2の方向における前記電流が、前記二次側における動作パラメータを表すデータ信号であり、

前記異常信号が、前記データ信号より高い優先度をもつ、

請求項6または請求項9に記載の制御装置。

【請求項11】

前記動作パラメータが、コレクタ・エミッタ電圧、ドレイン・ソース電圧、システム電圧、前記電力スイッチの温度、負荷電流、コレクタ電流、またはドレン電流のうちの1つである、

請求項10に記載の制御装置。

10

【請求項12】

前記第2の方向における前記電流が、二進のデータ信号として構成され、

前記信号送信回路が、

前記第2の方向に前記第2の巻線を通って流れる電流を提供して、前記二進のデータ信号のビットを送信することと、

前記第1の方向に前記第2の巻線を通って流れる電流を提供して、ビットが送信される前または後に前記誘導結合を減磁することと、

を行うように構成され、

前記第1の方向が、前記第2の方向の逆である、

請求項6から請求項11のいずれか一項に記載の制御装置。

20

【請求項13】

前記信号送信回路が、

前記第2の巻線の第1の端部に結合された第1のスイッチと、

前記第2の巻線の第2の端部に結合された第2のスイッチと、

を備える、

請求項12に記載の制御装置。

【請求項14】

前記信号送信回路が、

第1の電流源と、

第2の電流源と、

を備え、

前記第1の電流源が、

第1の電圧源と、

前記第1の電圧源に直列に接続された第1の抵抗と、

第1のダイオードまたは他の一方向伝導体と、

を備え、

前記第2の電流源が、

第2の電圧源と、

前記第2の電圧源に直列に接続された第2の抵抗と、

第2のダイオードまたは他の一方向伝導体と、

を備える、

請求項13に記載の制御装置。

30

【請求項15】

前記信号送信回路が、

前記第2の巻線の第1の端部に結合された第1のスイッチと、

前記第2の巻線の第2の端部に結合された第2のスイッチと、

前記第1のスイッチと前記第2のスイッチとの両方を伝導状態にスイッチングするよう结合されたスイッチ制御回路と、

を備える、

請求項6から請求項14のいずれか一項に記載の制御装置。

40

50

【請求項 16】

前記第1の比較器が、前記誘導結合から受信された前記信号の少なくとも一部と前記第1の閾値との前記比較の結果を示す第1の比較結果信号を出力するように結合され、前記1つまたは複数の信号受信器が、

前記第1の比較結果信号を積分して第1の積分値をもたらすように結合された積分器と、

前記第1の積分値と第1の時間閾値とを比較するように結合された第2の比較器と、をさらに備える、

請求項6から請求項15のいずれか一項に記載の制御装置。

【請求項 17】

前記第2の比較器が、前記誘導結合から受信された前記信号の少なくとも一部と第2の電圧閾値との前記比較の結果を示す第2の比較結果信号を出力するように結合され、

前記1つまたは複数の信号受信器が、

前記第2の比較結果信号を積分して第2の積分値をもたらすように結合された第2の積分器と、

前記第2の積分値と第2の時間閾値とを比較するように結合された第4の比較器と、をさらに備える、

請求項16に記載の制御装置。

【請求項 18】

第1の電圧閾値の大きさの絶対値が、前記第2の電圧閾値の大きさの絶対値より大きく、前記第1の時間閾値の持続期間が、前記第2の時間閾値の持続期間より短い、

請求項17に記載の制御装置。

【請求項 19】

前記第1の電圧閾値の前記大きさの前記絶対値が、前記第2の電圧閾値の前記大きさの前記絶対値の3倍より大きく、例えば、4倍より大きいか、または5倍より大きい、

請求項18に記載の制御装置。

【請求項 20】

前記第1の時間閾値の前記持続期間が、前記第2の時間閾値の前記持続期間の5分の1未満であり、例えば、7分の1未満であるか、または、10分の1未満である、

請求項18または請求項19に記載の制御装置。

【請求項 21】

前記電力スイッチのうちの少なくとも1つが、絶縁ゲートバイポーラトランジスタまたは炭化ケイ素トランジスタを含む、

請求項6から請求項20のいずれか一項に記載の制御装置。

【請求項 22】

前記制御装置が、システム制御装置に結合するデータ入力／出力接続を含む、

請求項6から請求項21のいずれか一項に記載の制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、概して、誘導結合を利用した通信に関する。例えば、半導体スイッチのための制御装置は、誘導結合を利用してガルバニック絶縁をまたいで通信する送信器と受信器とを含み得る。

【背景技術】**【0002】**

電気デバイスは、多くの場合、ガルバニック絶縁された、および、従って異なるグランド電位を基準とする送信器と受信器との間で情報を送信する通信システムを含む。例として、電力コンバーター、医療機器、海事関連機器などが挙げられる。このような通信システムにおける通信チャンネルは、信号変圧器に類似した誘導結合を利用して実装され得る。他の変圧器と同様に、信号変圧器は、ガルバニック絶縁をまたいで電気エネルギーを伝

達し得る。概して、信号変圧器は、漏れインダクタンスおよび漂遊キャパシタンスを最小化することにより、高周波応答を改善するように設計される。例えば、信号変圧器の巻線は、セクションに分割されて、交互配置され得る。

【0003】

スイッチング電力コンバーターは、概して、入力を、エネルギー伝達要素をまたいだ電力の伝達を制御することにより、負荷のための調節された出力に変換する。動作時、1つまたは複数のスイッチが制御されて、所望の電力伝達を提供する。デューティサイクル（すなわち、総スイッチング周期に対するスイッチのオン期間の比）を変化させること、スイッチング周波数を変化させること、および／または、単位時間当たりの電流伝導パルスの数を変化させることを含む、幅広い様々なアプローチが説明されている。

10

【0004】

電力コンバーターは、互いにガルバニック絶縁された一次側と二次側とを含み得る。電力コンバーターは、1つまたは複数のスイッチを制御する1つまたは複数の制御装置をさらに含み得る。1つまたは複数の制御装置は、ガルバニック絶縁をまたいで通信し得る。1つのこのような通信システムは、誘導結合の巻線を使用して、送信器から受信器に情報を送信する。

【発明の概要】

【0005】

以下の図を参照しながら、本発明の非限定的かつ非網羅的な実施形態が説明され、異なる図の中の同様の参照符号は、別段の指定がない限り、同様の部分を示す。

20

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】本開示の一実施形態による、ドライバインターフェースと駆動回路との間の双方向通信を使用した、制御装置を使用した例示的な電力変換システムを示す。

【図2A】本開示の一実施形態による、図1に示すドライバインターフェースと駆動回路との間の双方向通信を使用した、例示的な制御装置を示す。

【図2B】本開示の一実施形態による、図2Aに示される制御装置の様々な信号に対する例示的な電流値を示す表である。

【図3A】本開示の一実施形態による、図2Aの例示的なデータ送信器を示す。

【図3B】本開示の一実施形態による、図1、図2A、および図3Aの例示的な検出信号を示す。

30

【図4】本開示の一実施形態による、図2Aの例示的な異常送信器を示す。

【図5】本開示の一実施形態による、図2Aに示す例示的な異常受信器およびデータ受信器を示す。

【図6A】本開示の一実施形態による、図2Aに示すドライバインターフェースと駆動回路との間の様々な送信間ににおける優先度を示す表である。

【図6B】本開示の一実施形態による、データ送信、コマンド送信、および異常送信の間に衝突が存在するときの、一次巻線電流を示すタイミング図である。

【図6C】本開示の一実施形態による、データ送信、コマンド送信、および異常送信の間に衝突が存在するときの、一次巻線電流の別の例を示すタイミング図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0007】

図面中の複数の図にわたり、対応する参照符号が、対応する構成要素を示す。当業者は、図中の要素が簡潔かつ明確であるように描かれることと、一定の縮尺で描かれるとは限らないことを理解する。例えば、図中のいくつかの要素の寸法は、本発明の様々な実施形態をより理解しやすくするために、他の要素より誇張される場合があり得る。さらに、市販に適した実施形態において有用または必要な、一般的だがよく理解される要素は、多くの場合、本発明に係るこれらの様々な実施形態の図が見づらくなるのを防ぐために、描かれない。

【0008】

50

以下の説明では、本発明を十分に理解できるように、多くの特定の詳細事項が記載される。しかし、本発明を実施する際に特定の詳細事項が使用されるとは限らないことが、当業者に明らかとなる。他の例では、よく知られた材料または方法については、本発明が理解しにくくなるのを防ぐために、詳細には説明されない。

【0009】

本明細書中での、「一実施形態 (one embodiment)」、「一実施形態 (an embodiment)」、「一例 (one example)」、または「一例 (an example)」についての言及は、実施形態または例との関連で説明される特定の特徴、構造、または特性が本発明の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。従って、本明細書中の様々な場所で使用する「一実施形態において (in one embodiment)」、「一実施形態において (in an embodiment)」、「一例 (one example)」または「例 (an example)」という語句は、すべてが同じ実施形態または例に関係するとは限らない。さらに、特定の特徴、構造、または特性は、1つまたは複数の実施形態または例において、任意の適切な組み合わせ、および / または部分的組み合わせで組み合わされ得る。特定の特徴、構造、または特性は、説明される機能を提供する集積回路、電子回路、結合論理回路、または他の適切な構成要素に含まれ得る。加えて、本明細書とともに提供される図が当業者への説明を目的としていることと、図面が一定の縮尺で描かれるとは限らないこととが理解される。

10

【0010】

上述のように、電気デバイスは、互いにガルバニック絶縁された送信器と受信器との間に通信チャンネルを提供する誘導結合を含み得る。しかし、誘導結合通信チャンネルは、特定の制限をもち得る。例えば、送信器と受信器とがガルバニック絶縁されるので、送信器と受信器との両方にクロック信号を提供することが高価であり得る。従って、誘導結合通信チャンネルをまたいだ通信は、概して非同期であり、異なる送信器が、同時に信号を送信することを試み得る。

20

【0011】

本明細書は、これらの制限のうちのいくつかを解決し得る誘導結合通信チャンネルを説明する。例えば、複数の送信器および受信器が、誘導結合に結合されて、誘導結合が提供する通信チャンネルにアクセスし得る。実際には、誘導結合は、複数のチャンネルアクセスを提供し得る。いくつかの場合において、送信器は、非同期で、すなわち、クロック信号、または、送信器のそれぞれの送信が衝突しないことを確実にする他のタイミング機構なしで、送信し得る。いくつかの場合において、デバイスの動作に対してより重要な信号がより低い重要性の信号より信頼性高く搬送されるように、送信された信号は異なる優先度をもち得る。

30

【0012】

誘導結合通信チャンネルは、スイッチ制御装置が電力スイッチのスイッチングを制御する電力変換システムを含む、様々な異なるデバイスに実装され得る。いくつかのこのような電力変換システムにおいて、電力スイッチは、IGBTドライバにより制御される絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (IGBT : insulated-gate bipolar transistor) であり得る。いくつかの場合において、スイッチ制御装置は、誘導結合通信チャンネルを使用してガルバニック絶縁をまたいで通信するように結合されたドライバインターフェースと駆動回路とを含み得る。誘導結合は、信号変圧器または他の結合インダクタとして実装され得る。ドライバインターフェースは、変圧器の一次側にあり得るのに対して、駆動回路は、二次側にあり得る。電力変換システムは、1つまたは複数のスイッチ制御装置を制御するシステム制御装置をさらに含み得る。

40

【0013】

ドライバインターフェースは、システム制御装置から1つまたは複数の入力信号を受信するように、および、システム制御装置に1つまたは複数の出力信号を提供するように結合され得る。一例において、ドライバインターフェースは、オン状態とオフ状態との間ににおいて電力スイッチをスイッチングすることに関係した、システム制御装置からのコマン

50

ド信号を受信する。次に、コマンド信号が、誘導結合通信チャンネルを介してガルバニック絶縁をまたいで駆動回路に通信されて、電力スイッチのスイッチングを駆動する。言い換えると、コマンド信号は、電力コンバーターの一次から二次に通信される。

【 0 0 1 4 】

駆動回路は、電力スイッチの過電流または過電圧状態などの、電力コンバーターの異常状態を表す異常信号を受信するように結合され得る。異常信号は、駆動回路からドライバインターフェースまで誘導結合通信チャンネルを介してガルバニック絶縁をまたいで通信される。次に、ドライバインターフェースは、システム制御装置に異常信号を出力する。言い換えると、異常信号は、電力コンバーターの二次から一次に通信される。異常信号による異常の指標が、システム制御装置が電力スイッチをすぐにオフに切り替えることを誘発し得るか、または、ドライバは、異常信号送信とは無関係に電力スイッチをオフに切り替え得る。

10

【 0 0 1 5 】

電力スイッチの温度または電圧、コンバーターの入力電圧、または電力スイッチの負荷電流などの、電力スイッチまたは電力コンバーターの動作状態もまた、電力コンバーターの二次から一次に通信され得る。これは、データと呼ばれ得、対応する通信は、データ信号と呼ばれ得る。本開示の実施形態において、電力スイッチ／コンバーターの動作状態に関係したデータ信号は、ドライバ回路により、異常信号およびコマンド信号を通信する同じ誘導結合通信チャンネルを介してガルバニック絶縁をまたいでドライバインターフェースに通信され得る。従って、ドライバインターフェースおよび駆動回路は、双方向通信が可能であり、追加的なハードウェアを不要とし得る。従って、ドライバ回路は、単一の誘導結合通信チャンネルを介してガルバニック絶縁をまたいで異常信号とデータ信号との両方を通信し得る。

20

【 0 0 1 6 】

いくつかの実施態様において、ドライバインターフェースは、誘導結合の一次巻線に結合されるのに対し、駆動回路は、誘導結合の二次巻線に結合される。一実施形態において、ドライバインターフェースは、一次巻線に電圧を印加して、二次巻線における電圧および電流を誘導することにより駆動回路にコマンド信号を送信する。さらに、駆動回路は、誘導結合を介してドライバインターフェースに、異常信号とデータ信号との両方を送信する。一例において、駆動回路は、誘導結合の二次巻線を通して第1の方向に流れるように電流を提供することにより、異常信号を送信し、誘導結合の二次巻線を通して第2の方向に流れるように電流を提供することにより、データ信号を送信し、第1の方向と第2の方向とは互いに逆である。ドライバインターフェースは、異常信号とデータ信号とを受信し、誘導結合の一次巻線における受信された誘導電流の方向により異常信号とデータ信号とを区別する。

30

【 0 0 1 7 】

一実施形態において、コマンド信号、異常信号、およびデータ信号の送信は同期されない。従って、持続期間および／または大きさは、信号が同時に送信された場合に衝突を管理するように選択され得る。持続期間および／または大きさは、電力コンバーターなどのような高パワー／高ノイズ環境において動作するように選択され得る。一例において、異常信号が支配的となるように、異常信号の持続期間および／または大きさは、コマンド信号またはデータ信号に比べて比較的長い／大きい。コマンド信号の大きさは、データ信号に比べて比較的大きなものであり得るが、持続期間は、異常信号またはデータ信号に比べて比較的小さなものであり得る。さらに、データ信号は、比較的小さな大きさをもち得るが、異常信号またはコマンド信号に比べて長い持続期間をもち得る。

40

【 0 0 1 8 】

図1は、双方向通信器を含むドライバインターフェース118と、双方向通信器を含む駆動回路110、111とを含む例示的な電力変換100を示す。電力コンバーター100は、入力電圧102(V_{IN})を受信し、電力スイッチ104、105のスイッチングを制御することにより、エネルギー伝達要素L1-107を通して、入力から負荷108

50

に電気エネルギーを伝達するように設計される。様々な実施態様において、電力コンバーター 100 は、負荷 108 に出力されるエネルギーの電圧、電流、または電力レベルを制御し得る。図 1 に示される例において、エネルギー伝達要素 L1_106 および 2 つの電力スイッチ 104、105 は、ハーフブリッジ構成をとって一緒に結合される。しかし、他のトポロジーも使用され得る。

【0019】

図 1 に示される例において、電力スイッチ 104、105 は、IGBT である。しかし、本発明の例は、他の電力スイッチと組み合わせても使用され得る。例えば、金属・酸化物 - 半導体電界効果トランジスタ (MOSFET : metal - oxide - semiconductor field - effect transistor)、バイポーラトランジスタ、注入促進ゲートトランジスタ (IEGT : injection enhancement gate transistor)、およびゲートターンオフサイリスタ (GTO : gate turn-off thyristor) が使用され得る。加えて、電力コンバーター 100 は、窒化ガリウム (GaN) 半導体または炭化ケイ素 (SiC) 半導体をベースとした電力スイッチとともに使用され得る。

【0020】

システム制御装置 112 は、システム入力 113 を受信し、システム出力 183 を提供するように結合される。システム制御装置 112 は、システム入力 113 に基づいて、スイッチ制御装置（ドライバインターフェース 118 および駆動回路 110、111 として示される）が、電力スイッチ 104、105 をオンに切り替えなければならないか、オフに切り替えなければならないかを判定する。例示的なシステム入力 113 は、汎用モータードライブのためのパルス幅変調 (PWM : pulse width modulated) 信号、マルチレベル電力コンバーターのオン切り替えおよびオフ切り替えのシーケンス、またはシステム異常オフ切り替え要求を含む。

【0021】

示される電力コンバーター 100 において、システム制御装置は、スイッチ制御装置の駆動インターフェース 118 に、1つまたは複数のコマンド CMD130 を出力する。コマンド CMD130 は、非一定の持続期間の論理ハイセクションと論理ローセクションとを含む方形パルス波形であり得る。例えば、論理ハイ値は、電力スイッチ 104 がオン状態になければならないことを示し得るのに対し、論理ロー値は、電力スイッチ 104 がオフ状態になければならないことを示し得る。両方が同時にオン状態にならないように、電力スイッチ 105 は、電力スイッチ 104 と交互にスイッチングされる。実際、電力スイッチ 104、105 は、概してスイッチング遷移間において両方がオフ状態となる不感時間をもつように制御される。任意の事例において、論理ハイ / 論理ロー値の持続期間は、電力スイッチ 104、105 の所望の駆動に対応し得る。

【0022】

電力スイッチ 104、105 の各々が、双方向通信器を含むドライバインターフェース 118 と、双方向通信器を含む駆動回路（それぞれ 110、111）とにより制御される。図 1 は、単一のドライバインターフェース 118 を示すが、駆動回路 110、111 の各々が、それ自体のドライバインターフェースを含み得ることが理解されなければならない。ドライバインターフェース 118 およびシステム制御装置 112 の両方が、一次基準電位 106 を基準とするのに対して、駆動回路 110 は、二次基準電位 175 を基準とし、駆動回路 111 は、二次基準電位 176 を基準とする。二次基準電位 175、176 は、異なる電位である。駆動回路 110、111 は、ドライバインターフェース 118 と双方向に通信し、さらに、絶縁された通信リンク 119 によりドライバインターフェース 118 からガルバニック絶縁される。絶縁された通信リンクは、信号変圧器、結合インダクタ、または他の誘導結合として実装され得る。

【0023】

ドライバインターフェース 118 は、システム制御装置 112 により送信されたコマンド CMD130 を解釈し、コマンド信号を送信して駆動回路 110、111 に命令し、絶

10

20

30

40

50

縁された通信リンク 119 を介して、電力スイッチ 104、105 をそれぞれ、オン状態およびオフ状態に駆動する。駆動回路 110、111 は、それらのそれぞれのコマンド信号を受信し、第 1 の駆動信号 U_{DR1} 116 および第 2 の駆動信号 U_{DR2} 117 を生成して、電力スイッチ 104、105 を駆動する。

【0024】

概して、駆動回路 110、111 は、対応する構造物を含み、対応する動作を実施し得る。しかし、簡潔であるように、駆動回路 111 の詳細な説明は、以下の説明から省略され、駆動回路 110 のみに言及する。

【0025】

駆動回路 110 は、第 1 の検出信号 U_{SENSE1} 114 と第 2 の検出信号 U_{SENSE2} 115 を受信する。第 1 の検出信号 U_{SENSE1} 114 および第 2 の検出信号 U_{SENSE2} 115 は、電力スイッチ 104 の動作状態を表し、データと呼ばれる。示される例において、第 1 の検出信号 U_{SENSE1} 114 が、電力スイッチ 104 のコレクタ・エミッタ電圧を表すのに対し、第 2 の検出信号 U_{SENSE2} 115 は、温度センサー NTC 155 により測定された電力コンバーターの温度を表す。他の例示的な動作状態は、電力スイッチのゲート・エミッタ電圧、電力スイッチを通じて流れる電流、または L 1 107 の負荷電流を含む。駆動回路 110 は、異常状態を検出するか、または、それぞれの電力スイッチ 104、105 における過電圧または過電流異常を表す異常信号（図示されない）を受信し得る。第 1 の検出信号 U_{SENSE1} 114 および第 2 の検出信号 U_{SENSE2} 115 により提供される異常信号およびデータは、通信リンク 119 を介して、駆動回路 110 からドライバインターフェースに通信される。コマンド信号が電力コンバーター 100 の一次側から電力コンバーター 100 の二次側に送信されるのに対し、異常およびデータは、電力コンバーター 100 の二次側から電力コンバーター 100 の一次側に送信される。従って、絶縁通信リンク 119 をまたいだ通信は双方向である。

10

20

【0026】

ドライバインターフェース 118 は、駆動回路 110 から異常信号およびデータ信号を受信し、変換し、データ信号 D 132 および（適切な場合には）異常信号 F 131 をシステム制御装置 112 に出力する。システム制御装置 112 は、受信された信号を使用して、電力スイッチ 104、105 をオンに切り替えるか、オフに切り替えるかを判定し得る。電力スイッチ 104、105 をオンに切り替えるか、オフに切り替えるかの判定は、また、例えば駆動回路 110 によりなされ得る。

30

【0027】

図 2A は、ドライバインターフェース 218 と駆動回路 210 との間における双方向通信器を含む例示的なスイッチ制御装置 200 を示す。通信リンク 219 の誘導結合は、一次巻線と二次巻線とを含む信号変圧器として実装される。一次巻線にかかる電圧が一次電圧 V_{P221} と表記されるのに対し、二次巻線にかかる電圧は二次電圧 V_{S222} と表記される。通信リンク 219 を形成する誘導結合におけるドット（黒丸）は、信号変圧器の一方の巻線が他方に誘導する電流の方向と電圧の極性とを表す。同様に命名および番号付けされた要素は、上述のように結合され、機能を果たすことが理解されなければならない。さらに、システム制御装置 212 および電力スイッチ 204 は、ドライバインターフェース 218 および駆動回路 210 のためのコンテキスト（使用例）を提供するために図 2A に示される。

40

【0028】

システム制御装置 212 は、システム入力 213 を受信し、システム出力 283 を提供するように結合される。さらに、システム制御装置 212 は、ドライバインターフェース 218 にコマンド信号 C M D 230 を出力するように、および、ドライバインターフェースから異常信号 F L T 231 およびデータ信号 D A T A 232 を受信するように結合される。システム制御装置 212 は、システム入力 213、異常信号 F L T 231、およびデータ信号 D A T A 232 に応答して、コマンド C M D 230 を生成し得る。

【0029】

50

示されるドライバインターフェース 218 は、コマンド送信器 223、異常受信器 224、およびデータ受信器 225 を含む。スイッチ G1_226、G2_227、G3_228、および G4_229 がさらに示される。示されるスイッチは n 型金属 - 酸化物 - 半導体電界効果トランジスタ (MOSFET : metal-oxide-semiconductor field effect transistor) であるが、他のスイッチが使用され得ることが理解される。スイッチ G1_226 は、電源電圧 V_{DD} と、変圧器 219 の一次巻線のドット付き端部とに結合される。スイッチ G2_227 は、一次基準 206、一次巻線のドット無し端部に結合される。スイッチ G3_228 は、電源電圧 V_{DD} と一次巻線のドット無し端部とに結合される。スイッチ G4_229 は、一次基準 206 と変圧器 219 の一次巻線のドット付き端部とに結合される。示されるように、トランジスタ G1_226、G4_229 に結合されたドライバインターフェース 218 の入力 / 出力端子は、TRP を付して表記されるのに対し、トランジスタ G2_227、G3_228 に結合されたドライバインターフェース 218 の入力 / 出力端子は、TRN を付して表記される。

【0030】

コマンド送信器 223 は、システム制御装置 212 からコマンド CMD230 を受信するように結合され、スイッチ G1_226、G2_227、G3_228、および G4_229 の各々に対する制御信号を生成する。スイッチ G1_226、G2_227、G3_228、および G4_229 の制御によりトランジスタの一次巻線 219 にかかる生成された電圧は、電力スイッチ 204 を駆動するように駆動回路 210 に命令し得る。一例において、コマンド送信器 223 は、電力スイッチ 204 をオン状態に駆動するように駆動回路 210 に命令するオンコマンドを送信することにより、論理ハイのコマンド信号 CMD230 に応答することに加え、電力スイッチ 204 をオフ状態に駆動するように駆動回路 210 に命令するオフコマンドを送信することにより、論理ローのコマンド信号 CMD230 に応答する。例えば、コマンド CMD230 における立ち上がりエッジを受信したことに応答して、コマンド送信器 223 は、固定時間長にわたって、スイッチ G1_226、G2_227 を伝導性のオン状態に制御し、スイッチ G3_228、G4_229 を非伝導性のオフ状態に制御し得る。その結果、一次巻線のドット付き端部が電源電圧 V_{DD} に結合され、他端部が、一次基準 206 に結合される。従って、電圧 V_{DD} が、固定時間長にわたって一次巻線に印加される。言い換えると、電圧 V_{DD} に実質的に等しい大きさの、一次電圧 V_{P221} における正のパルスが存在する。コマンド CMD230 における立ち下がりエッジを受信したことに応答して、コマンド送信器 223 は、固定時間長にわたって、スイッチ G3_228、G4_229 を伝導性のオン状態に制御し、スイッチ G1_226、G2_227 を非伝導性のオフ状態に制御し得る。その結果、一次巻線のドット付き端部が一次基準 206 に結合され、他端部が電源電圧 V_{DD} に結合される。従って、負の基準電圧 -V_{DD} が、固定時間長にわたって一次巻線に印加される。言い換えると、電圧 V_{DD} に実質的に等しい大きさの、一次電圧 V_{P221} における負のパルスが存在する。

【0031】

コマンド送信器 223 がオンコマンドもオフコマンドも送信していない（すなわち、待機状態である）とき、コマンド送信器 223 は、a) スイッチ G2_227、G4_229 をオンに切り替えるとともに、スイッチ G1_226、G3_228 をオフに切り替えるか、または、b) スイッチ G2_227、G4_229 をオフに切り替えるとともに、スイッチ G1_226、G3_228 をオンに切り替える。これは、変圧器 219 にわたる通信のノイズ耐性を改善するために実行され得る。

【0032】

さらに説明されるように、異常受信器 224 は、変圧器 216 の一次巻線のドット付き端部に結合されて誘導電流を検出し、データ受信器 225 は、一次巻線のドット無し端部に結合されて誘導電流を検出する。これらの誘導電流は、それぞれ、異常およびデータ信号を表す。

【 0 0 3 3 】

駆動回路 210 は、駆動信号生成器 233、異常送信器 234、およびデータ送信器 235 を含む。駆動信号生成器 233 は、二次巻線に結合されて、変圧器 219 の二次巻線にかかる二次電圧 V_{S222} を検出する。一次巻線にかかる電圧を変化させることが、二次巻線にかかる電圧を誘導する。駆動信号生成器 233 が、誘導二次電圧 V_{S222} を検出して、コマンド送信器 223 がオンコマンドを送信したか、オフコマンドを送信したかを判定する。駆動信号生成器 233 は、さらに、応答駆動信号 U_{DR216} を生成して、結果的に電力スイッチ 204 を駆動する。

【 0 0 3 4 】

異常送信器 234 は、異常制御信号 $U_{FAULT256}$ を受信するように結合される。異常制御信号 $U_{FAULT256}$ は、電力スイッチ 204 における過電流（例えば過負荷または短絡）または過電圧異常を示し得る。一例において、異常制御信号 $U_{FAULT256}$ は、非一定の長さの論理ハイセクションと論理ローセクションとを含む方形パルス波形である。異常に応答して、異常制御信号 $U_{FAULT256}$ は、論理ハイ値に遷移し得る。異常制御信号 $U_{FAULT256}$ に応答して、異常送信器 234 は、異常信号 236 を生成して、ドライバインターフェース 218 に異常の存在を通信する。異常送信器 234 は、二次基準 275 を基準とする。異常送信器 234 は、異常制御信号 $U_{FAULT256}$ に応答して、異常電流 $I_{FAULT236}$ を提供するスイッチング可能な電流源として実装され得る。示される実施態様において、異常電流 $I_{FAULT236}$ は、二次巻線のドット付き端部に流れ込み、一次巻線のドット付き端部から流れ出る一次側異常電流 I_{FAULT_P238} を誘導する。一次側異常電流 I_{FAULT_P238} の大きさは、信号変圧器 219 の巻数比により、二次側異常電流 $I_{FAULT236}$ に関係する。異常受信器 224 は、一次側異常電流 I_{FAULT_P238} を検出し、一次側異常電流 I_{FAULT_P238} が二次側における異常を表すことを識別し、システム制御装置 212 に信号 $FLT231$ を出力する。

【 0 0 3 5 】

示される実施態様において、データ送信器 235 は、第 1 の検出信号 U_{SENSE1_214} と第 2 の検出信号 U_{SENSE2_215} を受信するように結合される。両方の検出信号が、電力スイッチ 204 の動作状態を表す。データ送信器 235 は、第 1 の検出信号 U_{SENSE1_214} および第 2 の検出信号 U_{SENSE2_215} により提供されるデータを符号化して、そのデータを具現化したデータ信号 $I_{DATA237}$ を生成する。データ信号 $I_{DATA237}$ は、対応する一次側データ電流 I_{DATA_P239} を誘導することにより、誘導結合 219 を介してドライバインターフェース 218 に情報を搬送する。いくつかの実施態様において、情報は、二進（二値）ワードに符号化される。例えば、データ信号 $I_{DATA237}$ における論理ハイパルスは、二進数の「1」を示し得、論理ローパルスまたは無パルスは、二進数の「0」を示し得る。いくつかの実施態様において、データ信号 $I_{DATA237}$ は、汎用非同期送受信器（UART：universal asynchronous receiver transmitter）プロトコルに適合する。いくつかの実施態様において、ハミング符号または巡回冗長検査（CRC：cyclic redundancy check）符号などの誤り訂正符号が使用され得る。

【 0 0 3 6 】

データ送信器 235 は、二次基準電位 275 を基準とし、データ電流信号 $I_{DATA237}$ を提供する電流源として実装され得る。データ電流信号 $I_{DATA237}$ は、異常電流 $I_{FAULT236}$ とは異なる二次巻線の端部、すなわち、示される実施態様における二次巻線のドット無し端部に流れ込む。二次側データ電流 $I_{DATA237}$ は、一次巻線におけるドットの反対側端部から流れれる一次側データ電流 I_{DATA_P239} を誘導する。一次側データ電流 I_{DATA_P239} の大きさは、信号変圧器 219 の巻数比により、二次側データ電流 $I_{DATA237}$ の大きさに関係する。データ受信器 225 は、一次側データ電流 I_{DATA_P239} を検出し、受信された信号を復号する。復号された情報は、DATA 232 としてシステム制御装置に搬送される。以下でさらに説明されるように、コマンド

10

20

30

40

50

送信器 223 により送信されるコマンド信号（すなわち、一次電圧 V_{P221} ）、異常送信器 234 により送信される（すなわち、異常電流 $I_{FAULT236}$ ）異常信号、および、データ送信器 235 により送信された（すなわち、データ電流 $I_{DATA237}$ ）データ信号の大きさおよび持続期間は、それらの間における衝突が発生した場合でも、これらの信号が区別され得るように選択され得る。従って、ドライバインターフェース 218 および駆動回路 210 は、同期される必要はなく、タイムシェアリング（時分割）スキームに従って情報を送信することに制限されることも必要とされない。むしろ、誘導結合 219 により形成された通信チャンネルは、非同期でデータを送信する複数の送信器に対する同時アクセスを提供し得る。

【0037】

図 2B は、例示的な実施態様の場合の、信号変圧器 219 に入力されるコマンド信号、異常信号、およびデータ信号の例示的な電流および電圧値の表 201 である。電流の極性は、図 2A におけるそれらの例示と一致することが理解されなければならない。一次電圧 V_{P221} および二次電圧 V_{S222} の極性も、図 2A におけるそれらの例示と一致する。

【0038】

表 201 の第 1 の行は、例示的な実施態様における、送信されたオンコマンドおよび送信されたオフコマンドに対する一次電圧 V_{P221} について記載する。オンコマンドの場合、一次電圧 V_{P221} は、期間 T1 にわたって実質的に $+V_{DD}$ である。オフコマンドの場合、一次電圧 V_{P221} は、期間 T1 にわたって実質的に $-V_{DD}$ である。例示的な実施態様において、 V_{DD} は、実質的に 15 ボルト (V) であり、期間 T1 は、実質的に 200 ナノ秒 (ns) である。例示的なオンコマンドとオフコマンドとは、等しい持続期間をもち、逆極性であるが、様々な異なる極性および持続期間が他の実施態様に使用され得ることが理解されなければならない。

【0039】

表 201 の第 2 の行は、例示的な実施態様における、送信された異常電流 $I_{FAULT236}$ に対する二次巻線電流について記載する。異常に応答して、異常電流 $I_{FAULT236}$ の大きさは、期間 T2 にわたって $-I_2$ に実質的に等しい。異常のない場合、異常電流 $I_{FAULT236}$ は、実質的にゼロに等しいものであり得る。期間 T2 の持続期間は、コマンド信号に対する期間 T1 の持続期間より大きい。例示的な実施態様において、 I_2 は、170 ミリアンペア (mA) に実質的に等しく、期間 T1 の持続期間は、4.4 マイクロ秒 (μs) に実質的に等しい。しかし、他の実施態様において、異なる極性および持続期間が使用され得る。例えば、変圧器の巻線は、コアの周囲において逆方向に巻き付けられ得る。さらに、他の実施態様において、異常無し状態が別の大きさであり得、および / または、所定の持続期間をもち得る。

【0040】

表 201 の第 3 の行は、例示的な実施態様における、送信されたデータ電流 $I_{DATA237}$ に対する二次巻線電流について記載する。例示的な実施態様における、データは二進ワードに符号化される。データ電流 $I_{DATA237}$ は、二進値「1」を送信するために、期間 T3 にわたって $+I_3$ に実質的に等しい。データ電流 $I_{DATA237}$ は、二進値「0」を送信するために、実質的にゼロである。さらに、期間 T3 の持続期間は、期間 T1 の持続期間より大きい。例示的な実施態様において、 $+I_3$ は実質的に 30 mA であり、期間 T3 は 14 マイクロ秒の持続期間をもつ。しかし、他の実施態様において、異なる極性および持続期間が使用され得る。さらに、「0」の送信は、別の大きさであり得、および / または、所定の持続期間をもち得る。

【0041】

図 3A は、図 2A に示されるデータ送信器 235 の一例であるデータ送信器 335 を示す。同様に命名および番号付けされた要素は、上述のように結合され、機能を果たすことが理解されなければならない。さらに、誘導結合 319、駆動信号生成器 333、および電力スイッチ 304 は、データ送信器 335 に対するコンテキストを提供するように示さ

10

20

30

40

50

れる。

【0042】

データ送信器335は、データ制御／符号化器341、スイッチ346（n型MOSFETとして示される）、抵抗343、344、およびダイオード345を含む。抵抗343は、データ制御／符号化器341およびスイッチ346の制御端子に結合される。ダイオード345は、抵抗343と二次巻線のドット無し端部とに結合される。抵抗344は、二次巻線のドット付き端部とスイッチ346とに結合される。スイッチ346は、抵抗器344と二次基準375との間に結合される。

【0043】

データ送信器335は、変圧器319を減磁する任意選択的な減磁回路342をさらに含み得る。減磁は、変圧器319が飽和状態になることを防ぎ得る。減磁回路342は、スイッチ351（n型MOSFETとして示される）、抵抗348、349、およびダイオード350を含む。抵抗348は、データ制御／符号化器341とスイッチ351の制御端子とに結合される。ダイオード350は、抵抗348と二次巻線のドット付き端部とに結合される。抵抗349は、二次巻線のドット無し端部とスイッチ351とに結合される。スイッチ351は、抵抗器349と二次基準375との間に結合される。

10

【0044】

データ制御／符号化器341は、第1の検出信号U_{SENSE1} 314および第2の検出信号U_{SENSE2} 315を受信し、これらの信号により提供されるデータのうちの少なくともいくつかを符号化する。データ制御／符号化器341は、データをデジタル値に変換するアナログ・デジタルコンバーター、SPI（Serial Peripheral Interface、シリアルペリフェラルインターフェース）、I₂Cインターフェース、またはデジタルセンサーからデータを受信する他のデジタルインターフェースを任意選択的に含み得る。いくつかの実施態様において、データ制御／符号化器341は、汎用非同期送受信器（UART：universal asynchronous receiver transmitter）プロトコルを適用し得る。いくつかの実施態様において、データ制御／符号化器341は、ハミング符号または巡回冗長検査（CRC：cyclic redundancy check）符号などの誤り訂正符号を使用し得る。

20

【0045】

データ制御／符号化器341は、スイッチ346を伝導状態に、および、非伝導状態に制御して、データ電流I_{DAT}A 337を生成する。一実施形態において、データ制御信号U_{DAT}A 347は、二進値「1」を送信するとき、論理ハイであり、二進値「0」を送信するとき、論理ローである。または言い換えると、データ制御信号U_{DAT}A 347は、スイッチ346を伝導状態にスイッチングして、二進値「1」を送信し、スイッチ346を非伝導状態にスイッチングして、二進値「0」を送信する。逆の極性も使用され得る。データ制御信号U_{DAT}A 347がスイッチ346をオンに切り替えたとき、電流が抵抗器343、およびダイオード345を通って、二次巻線のドット無し端部に流れ込む。電流は、二次巻線のドット付き端部から流れ出て、抵抗器344およびスイッチ346を通って、二次基準375に流れる。一例において、データ電流I_{DAT}A 337の大きさは、I₃に実質的に等しく、スイッチ346は、期間T₃にわたってオンに切り替えられる。データ電流I_{DAT}A 337は、一次巻線のドット無し端部から流れ出る一次側データ電流I_{DAT}A_P 339を誘導する。

30

【0046】

送信されたデータ電流I_{DAT}A 337は、変圧器319を励磁して、最終的に変圧器319を飽和させ得る。減磁回路342は、断続的に、または、データ送信器355が二進値「1」を送信するごとに、変圧器319を減磁し得る。減磁回路342は、データ電流I_{DAT}A 337と同一値であるが二次巻線を通る逆方向の減磁電流I_{DEMA}G 353を送信することにより、変圧器319を減磁する。示される例において、減磁電流I_{DEMA}G 353は、二次巻線のドット付き端部に流れ込む。等しく反対向きの減磁電流I_{DEMA}G 353が、二進値「1」のデータ電流I_{DAT}A 337の前または後に、または必要など

40

50

きに送信され得る。スイッチ 351 がオンに切り替えられたとき、減磁電流 I_{DEMA G 353} が抵抗器 348、およびダイオード 350 を通って、二次巻線のドット付き端部に流れ込む。減磁電流 I_{DEMA G 353} は、二次巻線から流れ出て、抵抗器 349 およびスイッチ 351 を通って、二次戻り 375 に流れる。いくつかの実施態様において、抵抗 343 および 348 の値は、実質的に等しいものであり得、抵抗 344 および 349 の値は、実質的に等しいものであり得る。他の実施態様において、それらは、異なる値をもち得る。

【0047】

図 3B は、例示的な第 1 の検出信号 U_{SENSE1 314} および第 2 の検出信号 U_{SENSE2 315} を示す。一例において、第 1 の検出信号 U_{SENSE1 314} は、入力電圧 V_{IN 302} を表し、入力電圧 V_{IN 302} が上昇するにつれて、上昇し得る。第 2 の検出信号 U_{SENSE2 315} は、温度を表し、温度が上昇するにつれて、低下し得る。
10

【0048】

図 4 は、図 2A に示される異常送信器 234 の一例である異常送信器 434 を示す。同様に命名および番号付けされた要素は上述のように結合および機能することが理解されなければならない。さらに、誘導結合 419、駆動信号生成器 433、および電力スイッチ 404 は、異常送信器 434 に対するコンテキストを提供するように示される。

【0049】

異常送信器 434 は、スイッチ 457、458 (n 型 MOSFET として示される) およびダイオード 459 を含む。スイッチ 457 は、電源電圧 V_{ISO} とダイオード 459 との間に結合される。さらに、スイッチ 457 は、異常制御信号 U_{FAULT 456} により制御される。ダイオード 459 は、誘導結合 419 の二次巻線のドット付き端部に結合される。スイッチ 458 は、二次巻線の他方の (ドット無し) 端部に結合され、二次基準 475 を基準とする。スイッチ 458 は、シフトされた異常制御信号 U_{FAULT 484} により制御される。
20

【0050】

異常制御信号 U_{FAULT 456} およびシフトされた異常制御信号 U_{FAULT 484} は同期され、いくつかの実施態様において、単一の源から出力され得る。異常を検出したことに応答して、異常制御信号 U_{FAULT 456} とシフトされた異常制御信号 U_{FAULT 484} の両方が、スイッチ 457、458 を伝導状態に制御する論理ハイ状態に遷移するようにされ得る。異常電流 I_{FAULT 436} は、スイッチ 457、およびダイオード 459 を通って、変圧器 419 の二次巻線のドット付き端部に流れ込む。異常電流 I_{FAULT 436} は、さらに、二次巻線の反対側端部から出て、スイッチ 458 を通って二次基準 475 に流れる。異常電流 I_{FAULT 436} の大きさは、電流 I₂ に実質的に等しく、スイッチ 457、458 は、期間 T₂ にわたってオンに切り替えられる。
30

【0051】

図 5 は、図 2A に示される異常受信器 224 およびデータ受信器 225 の例である異常受信器 524 およびデータ受信器 525 を示す。同様に命名および番号付けされた要素は、上述のように結合され、機能を果たすことが理解されなければならない。さらに、誘導結合 519 は、異常受信器 524 およびデータ受信器 525 に対するコンテキストを提供するように示される。

【0052】

異常受信器 524 は、比較器 581、積分器 560、および比較器 561 を含むように示される。異常受信器 524 は、変圧器 519 の一次巻線のドット付き端部に結合される。上述のように、二次における送信された異常電流 I_{FAULT 536} は、一次側異常電流 I_{FAULT_P 538} を誘導する。一次側異常電流 I_{FAULT_P 538} は、異常受信器 524 により検出される。一例において、一次側異常電流 I_{FAULT_P 538} は、電流検出抵抗または MOSFET により検出され得る。例えば、異常電流 I_{FAULT_P 538} は、図 2A に示されるトランジスタ G4 のドレイン・ソース電圧を検出することにより検出され得る。
40

【0053】

検出された一次側異常電流 I_{FAULT_P538} と第1の閾値 $TH1_562$ とが、比較器 581 により受信される。示されるように、一次側異常電流 I_{FAULT_P538} は、非反転入力において受信されるのに対し、第1の閾値 $TH1_562$ は、比較器 581 の反転入力において受信される。比較器 581 の出力は、積分器 560 により受信される。示される例において、検出された一次側異常電流 I_{FAULT_P538} が第1の閾値 $TH1_562$ より大きいとき、積分器 560 は、最大値まで登りの傾きで積分する。検出された一次側異常電流 I_{FAULT_P538} が第1の閾値 $TH1_562$ 未満であるとき、積分器 560 は、最小値まで下りの傾きで積分する。さらに説明されるように、第1の閾値 $TH1_562$ は、100 ~ 145 mA の範囲内であり得る。検出された一次側異常電流 I_{FAULT_P538} が電圧信号である一例の場合、第1の閾値 $TH1_562$ は、100 ~ 145 mA の電流値に対応した電圧値の範囲であり得る。

【0054】

動作時、検出された一次側異常電流 I_{FAULT_P538} が第1の閾値 $TH1_562$ より大きいとき、比較器 581 は、積分器 560 により最大値まで登りの傾きで積分されるハイ信号を出力する。検出された一次側異常電流 I_{FAULT_P538} が第1の閾値 $TH1_561$ 未満であるとき、比較器 581 がロー信号を出力し、積分器 560 が、最小値まで下がるように下りの傾きで放電される。積分結果が、積分器 560 から出力される。

【0055】

比較器 561 は、積分器 560 の出力と第2の閾値 $TH2_565$ を受信するように結合される。示されるように、積分器 560 の出力は、比較器 561 の反転入力において受信され、第2の閾値 $TH2_565$ は、非反転入力において受信される。積分器 560 の出力が第2の閾値 $TH2_565$ を上回るように上昇したことに応答して、比較器 561 は、論理ハイの異常信号 $FLT531$ を出力する。積分器 560 の出力が第2の閾値 $TH2_565$ 未満であることに応答して、比較器 561 は、論理ローの異常信号 $FLT531$ を出力する。第2の閾値 $TH2_465$ は、検出された一次側異常電流 I_{FAULT_P538} が第1の閾値 $TH1_562$ より大きい時間長に対する時間閾値を表し得る。例えば、第2の閾値 $TH2_565$ は、790 ~ 1620 ns の間の時間長に対応し得る。信号 $FLT531$ は、システム制御装置（図示されない）に搬送される。従って、積分器 560 の出力が第2の閾値 $TH2_565$ より大きいとき、異常受信器 524 は、二次におけるドライバ回路から異常が送信されたことを示す。

【0056】

データ受信器 525 は、比較器 582、積分器 563、比較器 564、および復号器 566 を含む。データ受信器 525 は、変圧器 519 の一次巻線のドット付き端部の反対側の端部に結合された。上述のように、ドライバ回路からの送信されたデータ電流信号 $I_{DATA537}$ は、一次側データ電流 I_{DATA_P539} を誘導する。一次側データ電流 I_{DATA_P539} は、データ受信器 525 により検出される。例えば、一次側データ電流 I_{DATA_P539} は、電流検出抵抗器またはMOSFET により検出され得る。

【0057】

検出された一次側データ電流 I_{DATA_P539} と第3の閾値 $TH3_579$ とが、比較器 582 により受信される。示されるように、一次側データ電流 I_{DATA_P539} が非反転入力において受信され、第3の閾値 $TH3_579$ が比較器 582 の反転入力において受信される。さらに説明されるように、第3の閾値 $TH3_579$ は、10 ~ 20 mA の範囲内であり得る。検出された一次側データ電流 I_{DATA_P539} が電圧信号である一例の場合、第3の閾値 $TH3_579$ は、10 ~ 20 mA の電流値に対応した電圧値の範囲であり得る。動作時、検出された一次側データ電流 I_{DATA_P539} が第3の閾値 $TH3_579$ より大きいとき、比較器 582 は、積分器 563 により最大値まで登りの傾きで積分されるハイ信号を出力する。検出された一次側データ電流 I_{DATA_P539} が第3の閾値 $TH3_579$ 未満であるとき、比較器 582 はロー信号を出力し、積分器 563 は最小値まで下がるように下りの傾きで放電される。積分結果が積分器 563 から出力される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

比較器 5 6 4 は、積分器 5 6 3 の出力と第 4 の閾値 T H 4 5 8 0 とを受信するように結合される。示されるように、積分器 5 6 3 の出力は比較器 5 6 4 の反転入力において受信され、第 4 の閾値 T H 4 5 8 0 は非反転入力において受信される。積分器 5 6 4 の出力が第 4 の閾値 T H 4 5 8 0 を上回るよう上昇したことに応答して、比較器 5 6 4 の出力は論理ハイとなる。積分器 5 6 4 の出力が第 4 の閾値 T H 4 5 8 0 未満であることに応答して、比較器 5 6 4 の出力が論理ローとなる。第 4 の閾値 T H 4 5 8 0 は、検出された一次データ電流 I D A T A _ P 5 3 9 が第 3 の閾値 T H 3 5 7 9 より大きい時間長に対する時間閾値を表し得る。例えば、第 4 の閾値 T H 4 5 8 0 は、3 . 3 ~ 6 . 6 マイクロ秒より大きな時間長に対応し得る。積分器 5 6 4 の出力における連続した論理ハイ状態と論理ロー状態とが、二次における動作状態を表す一連の二進ビットを形成し得る。

10

【 0 0 5 9 】

復号器 5 6 6 は、比較器 5 6 4 の出力を受信して、データ送信器 5 2 5 により送信された一連のビットを復号する。ビットに符号化された情報に基づいて、復号器 5 6 6 が、システム制御装置にデータ D A T A 5 3 2 を出力する。データ D A T A 5 3 2 を出力は、アナログ信号、P W M 信号、ビットストリームなどの形態であり得る。

【 0 0 6 0 】

図 6 A は、誘導結合において衝突が発生した場合に、コマンド信号、異常信号、およびデータ信号の、それらの相対的な優先度を具現化し得る、コマンド信号、異常信号、およびデータ信号の - - 送信における - - 大きさおよび持続期間の一実施態様を記載した表 6 0 0 である。上述のように、ドライバインターフェースおよびドライバ回路は同期される必要がなく、信号間の衝突が発生し得る。従って、信号の性質は、衝突が発生したときにどの信号が受信されるかを決定する相対的な優先度を設定するように選択され得る。実際には、損失が多いが多重アクセスである通信チャンネルが、誘導結合において実装され得る。

20

【 0 0 6 1 】

図 6 A に示される例において、異常信号は、コマンドおよびデータ信号を上回るように優先順位付けされる。少なくともそれらの送信の時点において、コマンド信号は、データ信号を上回るように優先順位付けされる。しかし、概して、データ信号送信の持続期間は、はるかに長く、介入するコマンド信号を伴う場合でも、データは概して失われない。これらの優先度を実装するために、送信における異常信号は、他の信号に比べて、比較的長い持続期間にわたって、比較的大きな（電流の）大きさをもち得る。例示的な異常信号の詳細が、表 6 0 0 の上部行に示される。さらに、コマンド信号は、異常およびデータ電流信号とは対照的に、電圧信号として実装され得る。送信における例示的なコマンド信号の詳細が、表 6 0 0 の第 2 の行に示される。コマンド信号が、持続期間という点で、異常信号とデータ信号との両方より大幅に短いものであり得ることに留意されたい。データ信号（および関係する減磁電流）を構成する個々のビットは、大きさという点で小さいが、異常信号およびコマンド信号に比べて比較的長い持続期間をもつ。送信における例示的なデータビットの詳細が、表 6 0 0 の第 3 の行に示され、例示的な減磁電流の詳細が、表 6 0 0 の第 4 の行に示される。例示的な異常信号およびデータ信号は電流信号であるが、コマンド信号は電圧信号であることが理解されなければならない。それにもかかわらず、これらの信号はすべて、誘導結合により提供されるガルバニック絶縁の他方側に電圧または電流を誘導する。

30

【 0 0 6 2 】

示される例において、異常電流信号は、1 7 0 m A に実質的に等しい I 2 の大きさをもち、期間 T 2 は、送信において 4 . 4 マイクロ秒の持続期間をもつ。異常電流信号を検出するために使用される第 1 の閾値 T H 1 は、1 0 0 ~ 1 4 5 m A の範囲内である。コマンド電圧信号は、持続期間という点で 2 0 0 n s に実質的に等しい期間 T 1 にわたって、1 5 V に実質的に等しい電源電圧 V D D の大きさをもつ（これは、7 0 m A に実質的に等しい大きさ I C M D のコマンド電流を意味する）。オンコマンド信号が正極性をもつのに対し

40

50

、オフコマンド信号は等しい大きさの負極性をもつ。上述のように、オンコマンド信号およびオフコマンド信号は、持続期間において等しく、極性が逆である必要がある。データ電流ビットは、30mAに実質的に等しい I_3 の大きさをもち、期間T3は、送信において14マイクロ秒の持続期間をもつ。データ電流ビットを検出するために使用される第3の閾値TH3は、10~20mAの範囲内である。減磁電流は、30mAに実質的に等しい I_3 の大きさをもち、期間T3は、14μsに実質的に等しい持続期間をもつ。減磁電流の極性は、データ電流ビットの極性の逆である。

【0063】

図6Bは、誘導結合において同時に送信された信号間の例示的な衝突を概略的に示すタイミング図601である。上述のように、二次巻線における送信において、異常信号は、170mAに実質的に等しい I_2 の大きさをもち得、持続期間という点で4.4マイクロ秒に実質的に等しい期間T2をもち得る。二次巻線における送信において、データ電流ビットは、30mAに実質的に等しい I_3 の大きさをもち得、14マイクロ秒に実質的に等しい持続期間をもつ期間T3をもち得るが、異常信号の極性と逆の極性をもち得る。一例において、一次巻線において受信された異常電流信号の大きさは、大きさ I_{2_P} と表され得る。大きさ I_{2_P} の範囲は、閾値TH1(図5に示される)に関係する。例えば、一次側異常電流の大きさ I_{2_P} は、第1の閾値TH1より大きくなければならない。一例において、第1の閾値TH1 662は、100~145mAの範囲内である。データビットの場合、一次巻線において受信された信号の大きさは、大きさ I_{3_P} と呼ばれ得る。大きさ I_{3_P} の範囲は、閾値TH3(図5に示される)に関係する。例えば、一次側データ電流の大きさ I_{3_P} は、第3の閾値TH3 679より大きくなければならない。一例において、第3の閾値TH3 679は、10~20mAの範囲内である。異常信号およびデータビットは、二次側における送信において所定の持続期間をもち得るが、一次側において受信された持続期間は、ノイズおよび他の条件に起因して変動し得る。例えば、受信された異常電流信号の持続期間は、時間閾値TH2(図5に示される)を上回る790~1620nsより大きなものであり得、受信されたデータビットの持続期間は、時間閾値TH4(図5に示される)を上回る3.3~6.6マイクロ秒より大きなものであり得る。

【0064】

タイミング図601は、オンコマンド668と、二進値「1」のデータビット639と、異常信号638との間ににおける3ウェイ衝突を含む一次巻線電流621を示す。示されるように、まずオンコマンド668が、二進値「1」のデータビット639に衝突する。続いて、異常信号638が、同じ二進値「1」のデータビット639に衝突する。端子TRNに(すなわち図2Aに示されるトランジスタG2またはG3に)流れ込む電流に対する、図6B(および図6C)に示される一次巻線電流621の極性が正であるのに対し、端子TRNから(すなわち図2Aに示されるトランジスタG2またはG3から)流れ出る電流は負である。

【0065】

示される例の場合、二進値「1」のデータビット639の前に、一次側において減磁電流654が誘導される。簡潔となるように、励磁電流は、図6Bおよび図6Cに示されない。減磁電流654中、一次巻線電流は、期間T3 674にわたって実質的に $-I_{3_P}$ 673である。減磁電流654が終了した後、二進値「1」のデータビット639が始まり、一次巻線電流621が期間T3 674にわたって実質的に I_{3_P} 673まで増加する。一次巻線電流は、オンコマンド668および異常信号638との衝突中を除いて、期間T3 674にわたって実質的に I_{3_P} 673である。示されるように、二進値「1」のデータビット639が受信されたとき、オンコマンド668が同時に送信される。一次巻線電流621におけるスパイクは、オンコマンド668に関係し、一次巻線電流621は、期間T1 670にわたって大きさ I_{CMD669} まで増加する。期間T1 670の後、一次巻線電流621が実質的に I_{3_P} 673まで減少する。オンコマンド遷移668は電圧信号であるので、それが、二進値「1」のデータビット639の送信に関係した電圧を凌駕し、衝突にもかかわらず、オンコマンド668が二次側において受信され

10

20

30

40

50

得る。実際には、オンコマンドの送信中、オンコマンド 668 は、受信された二進値「1」のデータビット 639 を上回るように優先順位付けされる。しかし、概して、データ信号送信の持続期間は、オンコマンドよりはるかに長く、介入するオンコマンドを伴う場合でもデータは概して失われない。

【0066】

二進値「1」のデータビット 639 が受信される期間中、一次巻線において異常信号 638 が受信される。示されるように、一次巻線電流 621 は、データビット 639 の途中で、期間 T2_672 にわたって実質的に -I_{2_P} 671 まで減少する。期間 T2_672 の終了時に、一次巻線電流 621 が、I_{3_P} 673 に実質的に等しい大きさまで増加して、期間 T3_674 の残部にわたって大きさ I_{3_P} 673 に留まる。受信された異常信号 638 の極性が受信されたデータビット 639 の極性と逆であるので、衝突にもかかわらず、異常信号が認識され得る。実際には、異常信号 638 の極性は、二進値「1」のデータビット 639 を上回る異常信号 638 の優先順位付けを具現化する。10

【0067】

図 6C は、電力コンバーターの一次側におけるオンコマンド 668 と異常信号 638 と二進値「1」のデータビット 639との間の衝突を概略的に示す別のタイミング図である。図 6B と同様に、二進値「1」のデータビット 639 が送信される前に、減磁電流 654 が一次側に誘導される。減磁 654 中、一次巻線電流は、期間 T3_674 にわたって実質的に -I_{3_P} である。減磁 654 が終了した後、二進値「1」のデータビット 639 が始まり、一次巻線電流 621 が、期間 T3_674 にわたって実質的に I_{3_P} まで増加する。一次巻線電流は、オンコマンド 668 および異常信号 638 との衝突中を除いて、期間 T3_674 にわたって実質的に I_{3_P} 673 である。20

【0068】

異常信号 638 は、二進値「1」のデータビット 639 の途中で一次巻線において受信される。示されるように、一次巻線電流 621 は、期間 T2_672 にわたって実質的に -I_{2_P} 671 まで減少する。受信された異常信号 638 の間、期間 T2_672 中、オンコマンド 668 が送信される。一次巻線電流 621 におけるスパイクは、オンコマンド 668 に関係し、一次巻線電流 621 が、期間 T1_670 にわたって増加する。オンコマンド 668 のピークは、実質的に -I_{2_P} に I_{CMD} を加えたものである。期間 T1_621 の後、一次巻線電流 621 が実質的に -I_{2_P} 671 まで減少し、異常信号 638 が再び優勢となる。期間 T2_672 の終了時に、一次巻線電流 621 は、I_{3_P} 673 に実質的に等しい大きさまで増加し、期間 T3_674 の残部にわたって大きさ I_{3_P} 673 に留まる。異常信号 638 およびオンコマンド信号 668 のそれぞれの大きさおよび持続期間が、オンコマンド信号 668 を上回る異常信号 638 の優先順位付けを具現化する。特に、異常信号 638 は、上述のように積分する異常受信器により依然として認識され得る。30

【0069】

本発明に関して示される例についての上述の説明は、要約で説明される事項を含め、網羅的であることも、開示される形態そのものへの限定であることも意図されない。本発明の特定の実施形態および例が、本明細書において例示を目的として説明されるが、本発明のより広い趣旨および範囲から逸脱することなく様々な同等な変更が可能である。実際、具体的で例示的な電圧、電流、周波数、出力範囲値、時間などが説明のために提示されることと、本発明の教示に従った他の実施形態および例において他の値も使用し得ることが理解される。40

【付記項1】

第1の基準電位を基準とする第1の回路と、

第2の基準電位を基準とする、および、前記第1の回路からガルバニック絶縁された第2の回路と、

前記第1の回路と前記第2の回路とをガルバニック絶縁する誘導結合であって、

前記誘導結合が、前記第1の基準電位を基準とする第1の巻線と前記第2の基準電位を

10

20

30

40

50

基準とする第 2 の巻線とを含む、

前記誘導結合と、

を備え、

前記第 1 の回路が、前記誘導結合に結合された信号受信回路を備え、

前記信号受信回路が、前記誘導結合を通して送信された信号を受信する前記第 1 の巻線に結合された 1 つまたは複数の信号受信器を備え、

前記 1 つまたは複数の信号受信器が、

前記誘導結合から受信された前記信号の少なくとも一部と、前記第 1 の基準電位に対して第 1 の極性をもつ第 1 の閾値と、を比較するように結合された第 1 の比較器と、

前記誘導結合から受信された前記信号の少なくとも一部と、前記第 1 の基準電位に対して第 2 の極性をもつ第 2 の閾値と、を比較するように結合された第 2 の比較器と、

を備え、

前記第 1 の極性が、前記第 2 の極性の逆であり、

前記第 2 の回路が、前記誘導結合に結合された信号送信回路を備え、

前記信号送信回路が、前記第 2 の巻線を通して第 1 の方向に電流を駆動して第 1 の信号を送信するように、および、前記第 2 の巻線を通して第 2 の方向に電流を駆動して第 2 の信号を送信するように結合された 1 つまたは複数の信号送信器を備え、

前記第 1 の方向が、前記第 2 の方向の逆である、

デバイス。

[付記項 2]

前記 1 つまたは複数の信号受信器が、

前記第 1 の比較器を備える第 1 の信号受信器と、

前記第 2 の比較器を備える第 2 の信号受信器と、

を備える、

付記項 1 に記載のデバイス。

[付記項 3]

前記 1 つまたは複数の信号送信器が、

前記第 2 の巻線に結合されて前記第 1 の方向に電流を駆動する第 1 の信号送信器と、

前記第 2 の巻線に結合されて前記第 2 の方向に電流を駆動する第 2 の信号送信器と、

を備える、

付記項 1 または付記項 2 に記載のデバイス。

[付記項 4]

前記第 1 の信号が、前記第 2 の信号より高い優先度をもち、前記第 2 の信号との衝突が発生した場合でも受信される、

付記項 1 から付記項 3 のいずれか一項に記載のデバイス。

[付記項 5]

前記 1 つまたは複数の信号送信器が、任意の時点で送信することができる、

付記項 1 から付記項 4 のいずれか一項に記載のデバイス。

[付記項 6]

電力スイッチを備える電力コンバーターのための制御装置であって、

前記制御装置が、付記項 1 から付記項 5 のいずれか一項に記載のデバイスを備え、

前記第 1 の回路が、前記制御装置の一次側であり、

前記第 2 の回路が、前記制御装置の二次側である、

制御装置。

[付記項 7]

前記一次側が、前記誘導結合に結合されたドライバインターフェース回路を備え、

前記ドライバインターフェース回路が、前記 1 つまたは複数の信号受信器を備える、

付記項 6 に記載の制御装置。

[付記項 8]

前記ドライバインターフェース回路が、前記誘導結合を通してコマンド信号を送信する

10

20

30

40

50

ように結合された第3の信号送信回路をさらに備え、

前記コマンド信号が、オン状態とオフ状態との間における前記電力スイッチの所望の遷移を表し、

前記二次側が、前記誘導結合を通して送信された第3の信号を受信するように、および前記第3の信号に応答して、前記状態間で前記電力スイッチを駆動するように構成された駆動信号を生成するように結合された駆動信号生成器を備える、

付記項7に記載の制御装置。

[付記項9]

前記1つまたは複数の信号送信器および前記第3の信号送信回路が、任意の時点で送信することができる、

付記項8に記載の制御装置。

[付記項10]

前記第1の方向における前記電流が、前記二次側における異常検出を表す異常信号であり、

前記第2の方向における前記電流が、前記二次側における動作パラメータを表すデータ信号であり、

前記異常信号が、前記データ信号より高い優先度をもつ、

付記項6または付記項9に記載の制御装置。

[付記項11]

前記動作パラメータが、コレクタ・エミッタ電圧、ドレイン・ソース電圧、システム電圧、前記電力スイッチの温度、負荷電流、コレクタ電流、またはドレイン電流のうちの1つである、

付記項10に記載の制御装置。

[付記項12]

前記第2の方向における前記電流が、二進のデータ信号として構成され、

前記信号送信回路が、

前記第2の方向に前記第2の巻線を通って流れる電流を提供して、前記二進のデータ信号のビットを送信することと、

前記第1の方向に前記第2の巻線を通って流れる電流を提供して、ビットが送信される前または後に前記誘導結合を減磁することと、

を行うように構成され、

前記第1の方向が、前記第2の方向の逆である、

付記項6から付記項11のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記項13]

前記信号送信回路が、

前記第2の巻線の第1の端部に結合された第1のスイッチと、

前記第2の巻線の第2の端部に結合された第2のスイッチと、

を備える、

付記項12に記載の制御装置。

[付記項14]

前記信号送信回路が、

第1の電流源と、

第2の電流源と、

を備え、

前記第1の電流源が、

第1の電圧源と、

前記第1の電圧源に直列に接続された第1の抵抗と、

第1のダイオードまたは他の一方向伝導体と、

を備え、

前記第2の電流源が、

10

20

30

40

50

第 2 の電圧源と、

前記第 2 の電圧源に直列に接続された第 2 の抵抗と、

第 2 のダイオードまたは他の一方向伝導体と、

を備える、

付記項 1 3 に記載の制御装置。

[付記項 1 5]

前記信号送信回路が、

前記第 2 の巻線の第 1 の端部に結合された第 1 のスイッチと、

前記第 2 の巻線の第 2 の端部に結合された第 2 のスイッチと、

前記第 1 のスイッチと前記第 2 のスイッチとの両方を伝導状態にスイッチングするよう
に結合されたスイッチ制御回路と、

を備える、

付記項 6 から付記項 1 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記項 1 6]

前記第 1 の比較器が、前記誘導結合から受信された前記信号の少なくとも一部と前記第
1 の閾値との前記比較の結果を示す第 1 の比較結果信号を出力するように結合され、

前記 1 つまたは複数の信号受信器が、

前記第 1 の比較結果信号を積分して第 1 の積分値をもたらすように結合された積分器と、

前記第 1 の積分値と第 1 の時間閾値とを比較するように結合された第 2 の比較器と、
をさらに備える、

付記項 6 から付記項 1 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記項 1 7]

前記第 2 の比較器が、前記誘導結合から受信された前記信号の少なくとも一部と第 2 の
電圧閾値との前記比較の結果を示す第 2 の比較結果信号を出力するように結合され、

前記 1 つまたは複数の信号受信器が、

前記第 2 の比較結果信号を積分して第 2 の積分値をもたらすように結合された第 2 の積
分器と、

前記第 2 の積分値と第 2 の時間閾値とを比較するように結合された第 4 の比較器と、
をさらに備える、

付記項 1 6 に記載の制御装置。

[付記項 1 8]

第 1 の電圧閾値の大きさの絶対値が、前記第 2 の電圧閾値の大きさの絶対値より大きく、
前記第 1 の時間閾値の持続期間が、前記第 2 の時間閾値の持続期間より短い、

付記項 1 7 に記載の制御装置。

[付記項 1 9]

前記第 1 の電圧閾値の前記大きさの前記絶対値が、前記第 2 の電圧閾値の前記大きさの
前記絶対値の 3 倍より大きく、例えば、4 倍より大きいか、または 5 倍より大きい、

付記項 1 8 に記載の制御装置。

[付記項 2 0]

前記第 1 の時間閾値の前記持続期間が、前記第 2 の時間閾値の前記持続期間の 5 分の 1
未満であり、例えば、7 分の 1 未満であるか、または、10 分の 1 未満である、

付記項 1 8 または付記項 1 9 に記載の制御装置。

[付記項 2 1]

前記電力スイッチのうちの少なくとも 1 つが、絶縁ゲートバイポーラトランジスタまた
は炭化ケイ素トランジスタを含む、

付記項 6 から付記項 2 0 のいずれか一項に記載の制御装置。

[付記項 2 2]

前記制御装置が、システム制御装置に結合するデータ入力 / 出力接続を含む、
付記項 6 から付記項 2 1 のいずれか一項に記載の制御装置。

10

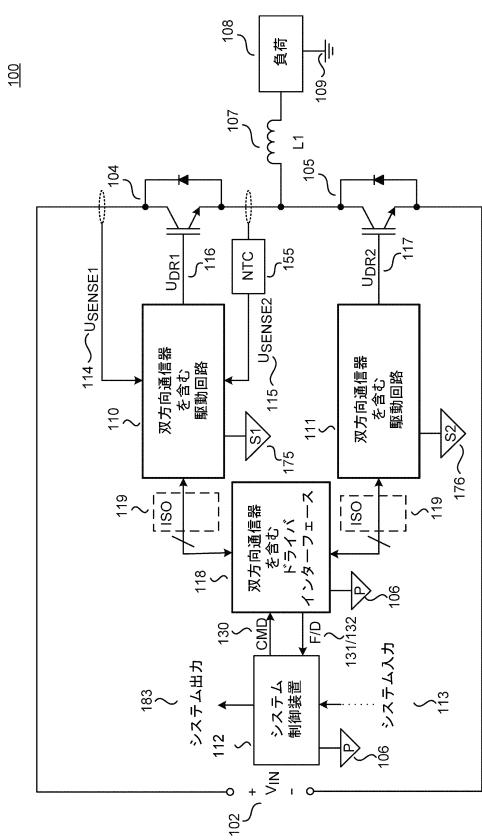
20

30

40

50

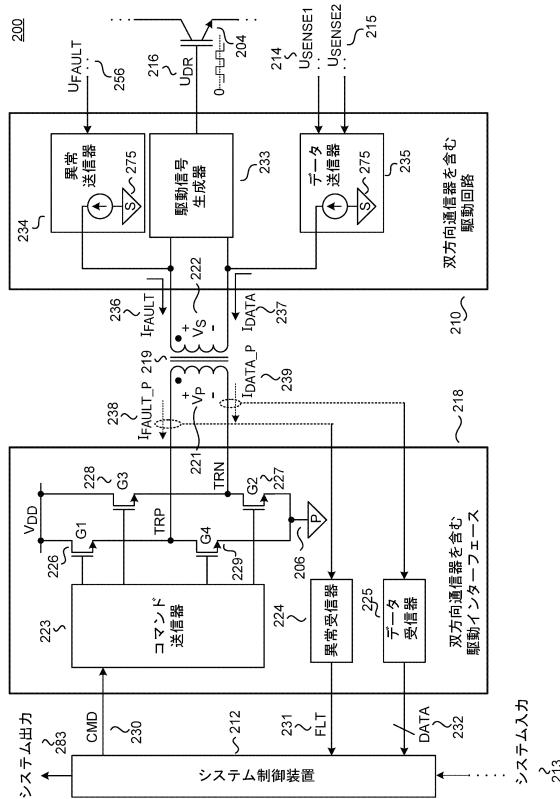
【図面】
【図 1】



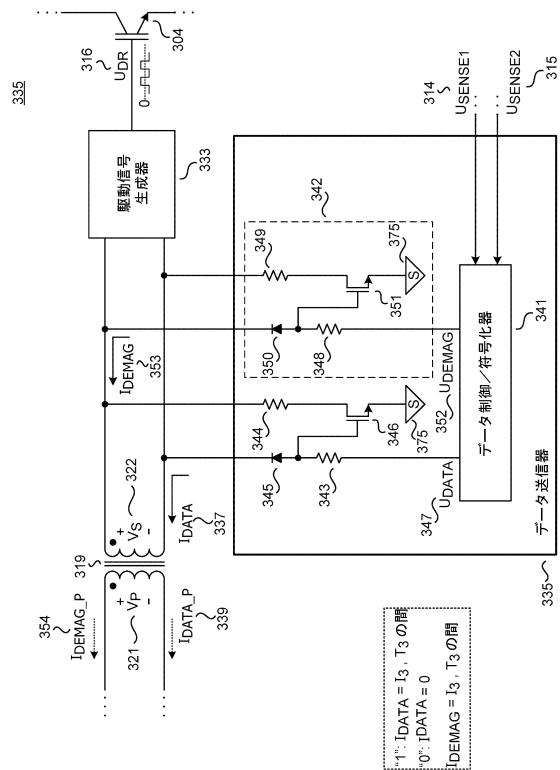
【図2B】

アクション	例
コマンド送信	<p>「オン」: $V_P = +V_{DD}$, T_1 の間 「オフ」: $V_P = -V_{DD}$, T_1 の間</p> <p>$V_{DD} = +15V$, $T_1 = 200ns$</p>
異常送信	<p>「異常」: $I_{FAULT} = I_2$, T_2 の間 「異常なし」: $I_{FAULT} = 0$</p> <p>$T_2 >> T_1$</p>
データ送信	<p>“1”: $I_{DATA} = I_3$, T_3 の間 “0”: $I_{DATA} = 0$</p> <p>$T_3 >> T_1$</p>

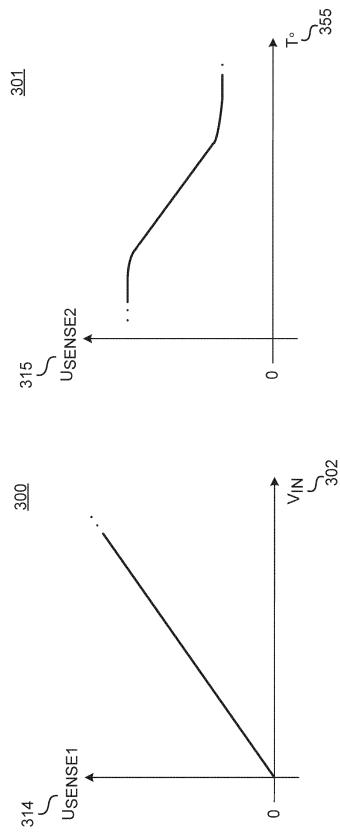
【図2A】



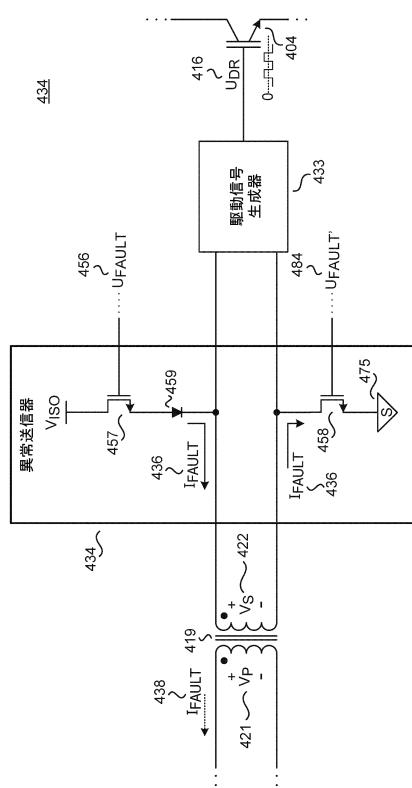
【図3A】



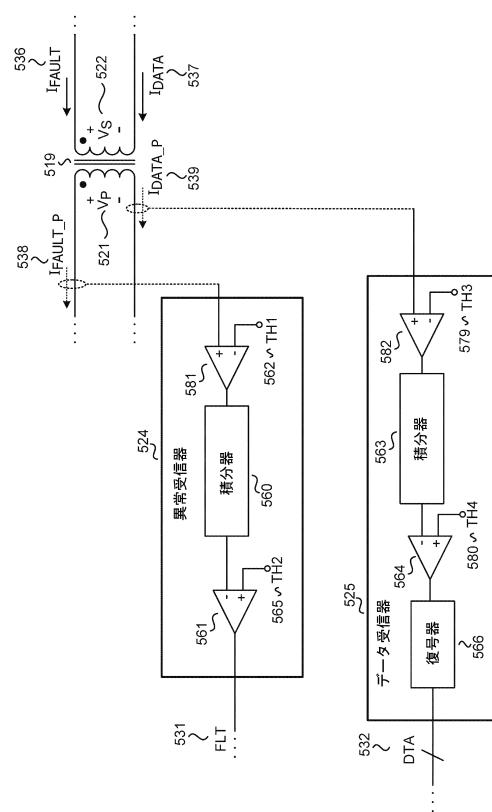
【図 3 B】



【図 4】



【図 5】

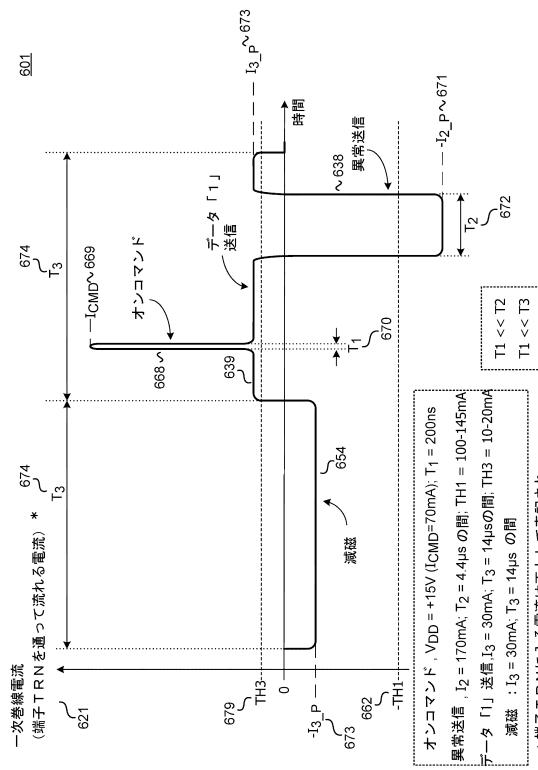


【図 6 A】

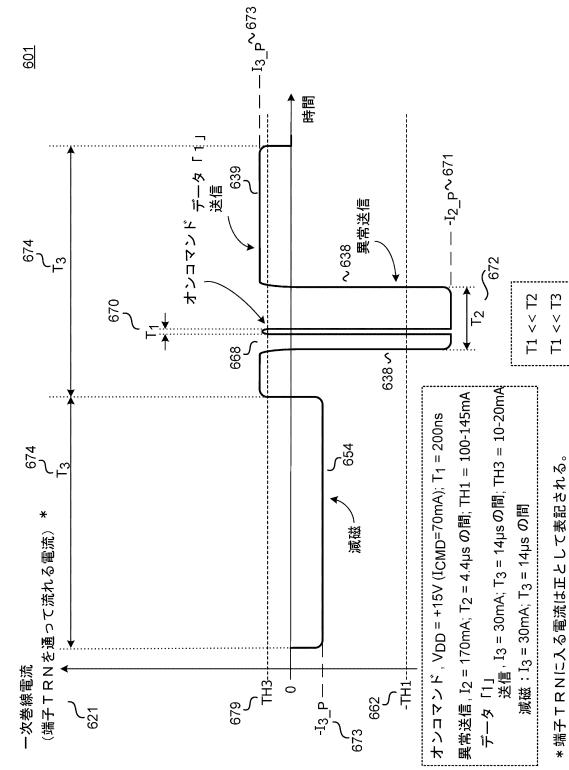
優先度		例
(最高)	異常送信	長い持続期間の間に大きな電流 $I_2 = 170\text{mA}, T_2 = 4.4\mu\text{s}$ の間 $TH1 = 100-145\text{mA}$
	コマンド送信	$V_{DD} = +15\text{V}$ ($\text{ICMD}=70\text{mA}$); $T_1 = 200\text{ns}$
	データ送信	短い持続期間の間に大きな電圧 $I_3 = 30\text{mA}, T_3 = 14\mu\text{s}$ の間 $TH3 = 10-20\text{mA}$
(最低)	減磁送信	長い持続期間の間に小さな電流、 データ送信の逆極性 $I_3 = 30\text{mA}, T_3 = 14\mu\text{s}$ の間

「異常」: $I_{FAULT} = I_2, T_2$ の間
「異常無し」: $I_{FAULT} = 0$

【図 6 B】



【図 6 C】



フロントページの続き

(51)国際特許分類

H 03 K 19/0175(2006.01) F I H 03 K 19/0175 280

スイス 2504 ビール ビエンヌ、 ローレンヴェグ 65

(72)発明者 バリ ディディエ ラファエル

スイス 2502 ビール ビエンヌ、 ラ オート ルート 32

(72)発明者 ペーター マティアス

スイス 2502 ビール ビエンヌ、 ホーホライン 6

審査官 石田 昌敏

(56)参考文献 特開2009-232637 (JP, A)

特開2014-011708 (JP, A)

特表2017-525166 (JP, A)

特開2017-041706 (JP, A)

特開2017-188903 (JP, A)

欧州特許出願公開第3116179 (EP, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 03 K 17/00 - 17/70

H 02 M 1/08

H 04 L 25/02