

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4561961号

(P4561961)

(45) 発行日 平成22年10月13日 (2010. 10. 13)

(24) 登録日 平成22年8月6日 (2010. 8. 6)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 R 29/26 (2006. 01)

G O 1 R 29/26

D

H O 3 H 7/09 (2006. 01)

H O 3 H 7/09

A

請求項の数 8 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-24864 (P2004-24864)
 (22) 出願日 平成16年1月30日 (2004. 1. 30)
 (65) 公開番号 特開2005-214901 (P2005-214901A)
 (43) 公開日 平成17年8月11日 (2005. 8. 11)
 審査請求日 平成18年10月24日 (2006. 10. 24)

(73) 特許権者 000003067
 T D K株式会社
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号
 (74) 代理人 100109656
 弁理士 三反崎 泰司
 (74) 代理人 100098785
 弁理士 藤島 洋一郎
 (72) 発明者 和崎 賢
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T
 D K株式会社内
 (72) 発明者 斉藤 義広
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T
 D K株式会社内

審査官 吉田 久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電源供給源から電源電圧が入力される電源入力端子と、
 被測定機器に接続され、前記電源入力端子から入力された電源電圧を前記被測定機器に
 出力する電源出力端子と、

前記電源入力端子に接続された第1および第2の導電線に設けられ、電源入力端子から
 入力された電源電圧に含まれる信号を抑止する信号抑止フィルタと、

前記信号抑止フィルタと前記電源出力端子との間に設けられ、前記電源出力端子と前記
 信号抑止フィルタとの間での信号の伝達を阻止する信号分離フィルタと、

前記電源出力端子と前記信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号を出力する
 信号出力端子と

を備え、

前記信号抑止フィルタは、

前記第1および第2の導電線に設けられ、第1および第2の導電線の上に相互インダク
 タンスを発生させる第1の相互インダクタンス素子と、

前記第1および第2の導電線の上に設けられ、前記電源入力端子から入力された電源電
 圧に含まれるコモンモード信号を検出してその位相を反転させる検出反転回路と、

前記検出反転回路により位相が反転された反転信号を前記第1の相互インダクタンス素
 子に注入する注入回路と、

前記検出反転回路と前記注入回路との間の第1および第2の導電線に設けられ、コモン

10

20

モード信号に対するインピーダンス素子として機能する第 2 の相互インダクタンス素子と
、

前記検出反転回路の前記電源入力端子側において前記第 1 および第 2 の導電線の間に設けられた第 3 のコンデンサと、

前記第 1 の相互インダクタンス素子の前記電源入力端子とは反対側において前記第 1 および第 2 の導電線の間に設けられた第 4 のコンデンサと

を有し、

前記第 1 の相互インダクタンス素子、前記検出反転回路、および前記注入回路がコモンモード信号相殺回路を構成し、

前記第 1 および第 2 の相互インダクタンス素子の洩れインダクタンス成分と前記第 3 および第 4 のコンデンサとが協働してノーマルモード信号抑止回路を構成している

信号検出装置。

【請求項 2】

前記第 1 の相互インダクタンス素子は、前記第 1 の導電線に挿入された第 1 の巻線と、前記第 2 の導電線に挿入されて前記第 1 の巻線と結合する第 2 の巻線とを含んで構成され、

前記注入回路は、前記第 1 の相互インダクタンス素子との間で相互インダクタンスが発生するように前記第 1 の相互インダクタンス素子に結合された第 3 の巻線を含んで構成され、

前記検出反転回路は、第 1 および第 2 の導電線の間に直列接続された第 1 および第 2 のコンデンサを含んで構成され、

前記第 3 の巻線は、一端が前記第 1 および第 2 のコンデンサの相互接続点に接続され、他端が接地に接続されている

請求項 1 に記載の信号検出装置。

【請求項 3】

前記信号抑止フィルタは、

前記第 1 の相互インダクタンス素子の前記電源入力端子とは反対側において前記第 1 および第 2 の導電線の間に直列に接続されると共に相互接続点が接地に接続された第 5 および第 6 のコンデンサをさらに含み、

前記第 5 および第 6 のコンデンサが協働してコモンモード信号抑止回路を構成している

請求項 1 または請求項 2 に記載の信号検出装置。

【請求項 4】

電源供給源から電源電圧が入力される電源入力端子と、

被測定機器に接続され、前記電源入力端子から入力された電源電圧を前記被測定機器に出力する電源出力端子と、

前記電源入力端子に接続された第 1 および第 2 の導電線に設けられ、電源入力端子から入力された電源電圧に含まれる信号を抑止する信号抑止フィルタと、

前記信号抑止フィルタと前記電源出力端子との間に設けられ、前記電源出力端子と前記信号抑止フィルタとの間での信号の伝達を阻止する信号分離フィルタと、

前記電源出力端子と前記信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号を出力する信号出力端子と

を備え、

前記信号分離フィルタは、

ノーマルモード信号に対するインピーダンス素子として機能する第 1 のインピーダンス回路と、

コモンモード信号に対するインピーダンス素子として機能する第 2 のインピーダンス回路と

を有する信号検出装置。

【請求項 5】

前記第 1 のインピーダンス回路は、

前記第 1 の導電線に挿入された第 4 の巻線と、
前記第 2 の導電線に挿入された第 5 の巻線と
を含んで構成され、

前記第 2 のインピーダンス回路は、前記第 1 および第 2 の導電線に設けられ、第 1 および第 2 の導電線の間に相互インダクタンスを発生させる第 3 の相互インダクタンス素子を含んで構成されている

請求項 4 に記載の信号検出装置。

【請求項 6】

電源供給源から電源電圧が入力される電源入力端子と、

被測定機器に接続され、前記電源入力端子から入力された電源電圧を前記被測定機器に出力する電源出力端子と、

前記電源入力端子に接続された第 1 および第 2 の導電線に設けられ、電源入力端子から入力された電源電圧に含まれる信号を抑止する信号抑止フィルタと、

前記信号抑止フィルタと前記電源出力端子との間に設けられ、前記電源出力端子と前記信号抑止フィルタとの間での信号の伝達を阻止する信号分離フィルタと、

前記電源出力端子と前記信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号を出力する信号出力端子と、

前記電源出力端子と前記信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号からコモンモード信号を取り出すコモンモード信号検出回路と、

前記電源出力端子と前記信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号からノーマルモード信号を取り出すノーマルモード信号検出回路と、

を備え、

前記信号出力端子が、

前記コモンモード信号検出回路の出力端に設けられたコモンモード信号出力端子と、

前記ノーマルモード信号検出回路の出力端に設けられたノーマルモード信号出力端子とを含む信号検出装置。

【請求項 7】

前記コモンモード信号検出回路の入力端に設けられた第 1 のスイッチと、

前記ノーマルモード信号検出回路の入力端に設けられた第 2 のスイッチと

をさらに備えた

請求項 6 に記載の信号検出装置。

【請求項 8】

前記信号出力端子が、

前記電源出力端子と前記信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれるコモンモード信号とノーマルモード信号とを混在した状態で出力する混合信号出力端子

をさらに含む

請求項 6 または請求項 7 に記載の信号検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、各種の電気機器の電源端子に誘起される高周波の信号電圧（雑音、ノイズ）を測定するために用いられる信号検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、家庭や企業等において電気機器が多数使用されるようになったことに伴い、電気機器から発生する電磁妨害（EMI；Electro-Magnetic Interference）雑音が他の電子機器に悪影響を与える問題が起きている。このような EMI 雑音には、電源ラインを通して伝播していく伝導妨害波と、機器から直接放射される放射妨害波とに大別される。このうち、伝導妨害波を評価するための方法の 1 つとして、雑音端子電圧試験がある。この試験は、電気機器の電源端子に誘起される高周波の雑音信号電圧を測定する試験である。

10

20

30

40

50

【0003】

この雑音端子電圧に関して各国で厳しい規格が制定されている。たとえば国際規格の CISPR（国際無線障害特別委員会）、米国の FCC（アメリカ連邦通信委員会）、日本の VCCI（日本情報処理装置等電波障害自主規制協議会）等の規格がある。例えば、CISPR 22 では 150 KHz ～ 30 MHz という広範囲な周波数に対して厳しい規格値が規定されている。これに対して、従来より、図 18 に示したような雑音端子電圧用の測定装置が電波暗室に設置され、規格への適合性を測定することが行われている。

【0004】

図 18 は、規格適合性の測定に用いられる雑音端子電圧測定システムを表すものである。このシステムでは、商用電源からの電源電圧が、電源ケーブル 100C（ここでは、1 対の電源線と接地線とを一本の太いラインで示している）を介して、測定装置 101 の疑似回路電源網 101C に供給され、さらに、電源線 101A、101B および接地線 101G を介して被測定機器 102 に供給される。被測定機器 102 で発生した雑音は、スペクトルアナライザ 103 によって測定されるようになっている。疑似回路電源網 101C は、被測定機器 102 と電源との間に挿入され、被測定機器 102 の電源端子から見たインピーダンスを規定値（50 ～ 150 Ω）に保ちながら電源を供給すると共に、電源側に存在する外来雑音から測定回路を分離するためのもので、被測定機器 102 で発生する雑音信号を正確に検出するために欠くことができない信号検出装置である。

【0005】

この測定装置 101 では、スイッチ 101S を備えており、このスイッチ 101S を切り換えることによって、電源線 101A 側の雑音または電源線 101B 側の雑音を選択的に測定することができる。

【0006】

図 19 は、測定装置 101 の具体的回路の一例を表すものである。この回路は、例えば非特許文献 1 に記載されたものである。

【非特許文献 1】協立電子工業株式会社製 擬似電源回路網 K NW-242C 結線図

【0007】

この測定装置 101 は、電源入力端子 J1 と、電源出力端子 J2 と、信号出力端子 J3 とを備えている。電源入力端子 J1 と電源出力端子 J2 との間の電源線 101A、101B に擬似電源回路網 101C が設けられている。擬似電源回路網 101C は、電源線 101A に挿入された直列接続のインダクタンス素子 L1、L3 と、電源線 101B に挿入された直列接続のインダクタンス素子 L2、L4 とを有する。

【0008】

インダクタンス素子 L1 の電源入力端子 J1 側は、抵抗器 R1 を介して接地に接続されると共に、直列接続されたコンデンサ C1 および抵抗器 R3 を介して接地に接続されている。インダクタンス素子 L1、L3 の接続点は、直列接続されたコンデンサ C3 および抵抗器 R5 を介して接地に接続され、インダクタンス素子 L3 の電源出力端子 J2 側は、直列接続されたコンデンサ C5 および抵抗器 R7 を介して接地に接続されている。

【0009】

インダクタンス素子 L2 の電源入力端子 J1 側は、抵抗器 R2 を介して接地に接続されると共に、直列接続されたコンデンサ C2 および抵抗器 R4 を介して接地に接続されている。インダクタンス素子 L2、L4 の接続点は、直列接続されたコンデンサ C4 および抵抗器 R6 を介して接地に接続され、インダクタンス素子 L4 の電源出力端子 J2 側は、直列接続されたコンデンサ C6 および抵抗器 R8 を介して接地に接続されている。

【0010】

コンデンサ C5 と抵抗器 R7 との接続点 P1 およびコンデンサ C6 と抵抗器 R8 との接続点 P2 はスイッチ 101S に接続され、このスイッチ 101S の切り換えにより、接続点 P1、P2 のいずれか一方の雑音信号が信号出力端子 J3 に現れ、他方が接地に接続されるようになっている。

【0011】

この擬似電源回路網 101C は、電源線 101A に着目すると、インダクタンス素子 L1, L3 とコンデンサ C1, C3 とからなる LC フィルタを構成しており、また、電源線 101B に着目すると、インダクタンス素子 L2, L4 とコンデンサ C2, C4 とからなる LC フィルタを構成している。これらの LC フィルタを、電源入力端子 J1 からの雑音信号と電源出力端子 J2 からの雑音信号の双方に対して高いインピーダンスを示すように構成することにより、低周波の交流電圧は通過させる一方、電源入力端子 J1 と電源出力端子 J2 との間を高周波の雑音信号に関してアイソレート（隔絶または分離）するようになっている。

【0012】

インダクタンス素子 L1, L3 およびインダクタンス素子 L2, L4 としては、周波数特性を高域までフラットにするために（すなわち、周波数によらずに信号分離ができるようにするために）、コイル中にコアを入れないで構成した空芯コイルが用いられている。コアを有すると、信号分離特性が周波数依存性をもつことになるからである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

ところで、最近の雑音に関する社会環境を考察すると、以下の点があげられる。

- 1) トップランナー方式による省エネルギーが推進されている。
- 2) 電源ラインの高調波歪みが問題となり、高調波対策回路を搭載することが一般的となってきた。
- 3) プラズマディスプレイのように家電製品の一部分は大電力化の傾向にある。
- 4) 情報機器のみならず、家電製品もマイクロプロセッサによる制御が一般的になってきた。
- 5) 電動工具等の回転系電気機器による雑音問題に加え、照明器具や空調機等にもインバータ制御が導入されたことによるスイッチング雑音の問題が顕在化してきた。

【0014】

このように、最近では特に、機器電源のスイッチング制御化の増加や、一次側位相制御回路の増加、さらには、スイッチング回路の多重化等によって、電気機器が発生する雑音は増大傾向にある。このため、雑音が規格を満たしているか否かを調べるために、図 18 に示したような測定システムを用いて雑音端子電圧を測定する必要性が高まる一方である。

【0015】

しかしながら、図 18 に示したような測定装置は、設置に多大なコストがかかる電波暗室に据え置き型の装置として作られるのが一般的であり、通常は予約が必要なため、開発者が解析段階で自由に使うことができず、しかも多額の使用料金を必要とする。もちろん、各種の EMI 規格を満たすか否かの最終的な確認は、電波暗室で上記のような専用の測定装置を使用して測定することが必要であるが、その前の段階で（予備的に当たりを付ける意味で）、研究開発技術者が自分の実験室等の開発現場で利用できる簡易なツールとしての測定装置が望まれている。

【0016】

しかしながら、図 18 に示した測定装置 101 は、図 19 において説明したように、LC フィルタによる信号分離を行うように構成されているので、周波数特性を良くするためにインダクタンス素子として空芯コイルを用いざるを得ない。このため、例えば直径が 10 センチメートル以上、高さが 20 センチメートル以上という巨大なコイルが（図 19 の例では 2 本）必要となり、装置が大型し重くなるので、大きな設置スペースを必要とすると共に可搬性に欠ける。したがって、この測定装置は、研究開発技術者が自分の実験室等の開発現場で利用するには不向きである。

【0017】

本発明はかかる問題に鑑みてなされたもので、その目的は、装置開発技術者の開発ツールとして簡便に雑音検出に利用することができる小型で安価な信号検出装置を提供するこ

10

20

30

40

50

とにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 8 】

本発明の第1の信号検出装置は、電源供給源から電源電圧が入力される電源入力端子と、被測定機器に接続され、電源入力端子から入力された電源電圧を被測定機器に出力する電源出力端子と、電源入力端子に接続された第1および第2の導電線に設けられ、電源入力端子から入力された電源電圧に含まれる信号を抑止する信号抑止フィルタと、信号抑止フィルタと電源出力端子との間に設けられ、電源出力端子と信号抑止フィルタとの間での信号の伝達を阻止する信号分離フィルタと、電源出力端子と信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号を出力する信号出力端子とを備えている。信号抑止フィルタは、第1および第2の導電線に設けられ、第1および第2の導電線の間に相互インダクタンスを発生させる第1の相互インダクタンス素子と、第1および第2の導電線の間に設けられ、電源入力端子から入力された電源電圧に含まれるコモンモード信号を検出してその位相を反転させる検出反転回路と、検出反転回路により位相が反転された反転信号を第1の相互インダクタンス素子に注入する注入回路と、検出反転回路と注入回路との間の第1および第2の導電線に設けられ、コモンモード信号に対するインピーダンス素子として機能する第2の相互インダクタンス素子と、検出反転回路の電源入力端子側において第1および第2の導電線の間に設けられた第3のコンデンサと、第1の相互インダクタンス素子の電源入力端子とは反対側において第1および第2の導電線の間に設けられた第4のコンデンサとを有するものである。第1の相互インダクタンス素子、検出反転回路、および注入回路はコモンモード信号相殺回路を構成している。第1および第2の相互インダクタンス素子の洩れインダクタンス成分と第3および第4のコンデンサは協働してノーマルモード信号抑止回路を構成している。

本発明の第２の信号検出装置は、電源供給源から電源電圧が入力される電源入力端子と、被測定機器に接続され、電源入力端子から入力された電源電圧を被測定機器に出力する電源出力端子と、電源入力端子に接続された第１および第２の導電線に設けられ、電源入力端子から入力された電源電圧に含まれる信号を抑止する信号抑止フィルタと、信号抑止フィルタと電源出力端子との間に設けられ、電源出力端子と信号抑止フィルタとの間での信号の伝達を阻止する信号分離フィルタと、電源出力端子と信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号を出力する信号出力端子とを備えている。信号分離フィルタは、ノーマルモード信号に対するインピーダンス素子として機能する第１のインピーダンス回路と、コモンモード信号に対するインピーダンス素子として機能する第２のインピーダンス回路とを有するものである。

本発明の第３の信号検出装置は、電源供給源から電源電圧が入力される電源入力端子と、被測定機器に接続され、電源入力端子から入力された電源電圧を被測定機器に出力する電源出力端子と、電源入力端子に接続された第１および第２の導電線に設けられ、電源入力端子から入力された電源電圧に含まれる信号を抑止する信号抑止フィルタと、信号抑止フィルタと電源出力端子との間に設けられ、電源出力端子と信号抑止フィルタとの間での信号の伝達を阻止する信号分離フィルタと、電源出力端子と信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号を出力する信号出力端子と、電源出力端子と信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号からコモンモード信号を取り出すコモンモード信号検出回路と、電源出力端子と信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれる信号からノーマルモード信号を取り出すノーマルモード信号検出回路とを備えている。信号出力端子は、コモンモード信号検出回路の出力端に設けられたコモンモード信号出力端子と、ノーマルモード信号検出回路の出力端に設けられたノーマルモード信号出力端子とを含んでいる。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 1 から第 3 の信号検出装置では、電源入力端子から入力された電源電圧は電源出力端子から被測定機器に供給される。電源入力端子から入力された電源電圧に含まれる信号は、信号抑止フィルタにより抑止され、さらに、信号分離フィルタによっても、測定系（信号出力端子側）への通過を阻止される。信号分離フィルタは、電源出力端子から

の高周波信号が信号抑止フィルタに伝達するのを阻止する。これにより、測定対象の被測定機器からの高周波信号が信号抑止フィルタにより吸収されることによる検出信号レベル低下が有効に回避される。なお、第1、第2の導電線に加えて、例えばアース用の第3の導電線等が電源入力端子に接続されている場合もある。

【0020】

本発明の第1の信号検出装置では、信号抑止フィルタは、LC共振回路を用いた場合とは異なり、周波数にかかわらず信号キャンセルを確実に行うことができるので、広帯域での信号抑止ができる。

【0021】

本発明の第1の信号検出装置において、コモンモード信号相殺回路を構成する場合にあっては、第1の相互インダクタンス素子が、第1の導電線に挿入された第1の巻線と、第2の導電線に挿入されて第1の巻線と結合する第2の巻線とを含むようにし、注入回路が、第1の相互インダクタンス素子との間で相互インダクタンスが発生するように第1の相互インダクタンス素子に結合された第3の巻線を含むようにし、検出反転回路が、第1および第2の導電線の間に直列接続された第1および第2のコンデンサを含むようにし、第3の巻線の一端を第1および第2のコンデンサの相互接続点に接続し他端を接地に接続するように構成することができる。

【0023】

本発明の第1の信号検出装置では、信号抑止フィルタが、第1の相互インダクタンス素子の電源入力端子とは反対側において第1および第2の導電線の間に直列に接続されると共に相互接続点が接地に接続された第5および第6のコンデンサをさらに含み、これらの第5および第6のコンデンサが協働してコモンモード信号抑止回路として機能するようにしてもよい。

【0024】

本発明の第2の信号検出装置では、第1のインピーダンス回路が、第1の導電線に挿入された第4の巻線と、第2の導電線に挿入された第5の巻線とを含み、第2のインピーダンス回路が、第1および第2の導電線に設けられ第1および第2の導電線の間に相互インダクタンスを発生させる第3の相互インダクタンス素子を含むように構成可能である。

【0025】

本発明の第3の信号検出装置では、コモンモード信号検出回路の入力端に設けられた第1のスイッチと、ノーマルモード信号検出回路の入力端に設けられた第2のスイッチとをさらに備えるようにするのが好ましい。また、信号出力端子として、電源出力端子と信号分離フィルタとの間の電源電圧に含まれるコモンモード信号とノーマルモード信号とを混在した状態で出力する混合信号出力端子をさらに設けるようにしてもよい。

【0026】

なお、本発明における文言の意義は以下の通りである。

【0027】

「信号」は、これが不要または有害とされる場合には、雑音（ノイズ）となるものである。「コモンモード信号」とは、2本の導電線を同じ位相で伝搬する信号をいい、「ノーマルモード信号」とは、2本の導電線によって伝送されて2本の導電線の間で電位差を生じさせる信号をいう。

【0028】

「電源供給源」は、電源電圧を供給する電源であり、通常は商用電源が相当するが、自家発電による電源も含まれる。なお、電源電圧は、通常は交流電圧であるが、直流電圧であってもよい。また、「被測定機器」は、信号の発生源として測定対象となる電気機器である。「信号出力端子」は、例えばスペクトラムアナライザ等の信号測定機に接続される端子である。

【0029】

「信号抑止フィルタ」は、電源電圧は通過させるが、信号のみ抑止するフィルタである。信号がノイズであるとする、いわゆるノイズフィルタに相当する。抑止の仕方は問わ

10

20

30

40

50

ず、信号吸収による抑止でもよいし、信号相殺（キャンセル）による抑止でもよいし、あるいは信号反射による抑止でもよい。一方、「信号分離フィルタ」は、電源電圧は通過させるが、信号の通過は阻止するフィルタである。

【発明の効果】

【0030】

本発明の第1から第3の信号検出装置によれば、電源入力端子から入力された電源電圧に含まれる信号を信号抑止フィルタにより抑止すると共に、信号分離フィルタによっても、測定系（信号出力端子側）への信号通過を阻止するようにしたので、電源側からの高周波信号が測定系に及ぼす影響を確実に低減することができる。しかも、信号分離フィルタは、電源出力端子からの高周波信号が信号抑止フィルタに伝達するのを阻止するように機能するので、測定対象の被測定機器からの高周波信号が信号抑止フィルタにより吸収されることによる検出信号レベル低下を効果的に回避することができる。すなわち、測定系を外部の電源環境から十分にアイソレートすることができるので、正確な信号計測（雑音端子電圧試験）が可能となる。

10

【0031】

特に、本発明の第1の信号検出装置では、コモンモード信号相殺回路を用いて信号抑止フィルタを構成したので、従来のものに比べて小型・軽量化を図ることができ、電波暗室以外の任意の場所（実験室等の開発現場）でも簡便に利用することができるようなポータブル性を有し、パワーエレクトロニクス研究開発技術者にとって有益な開発ツールとなる信号検出装置を提供することができる。この結果、暗雑音さえ確認しておけば電波暗室でなくても、開発対象の電気機器に関するノイズ解析やノイズ対策が可能となり、最終確認のときのみ電波暗室を利用すれば足りる。したがって、電波暗室の利用予約等の手間がかからず、電波暗室の利用コストを削減でき、開発コストを最小限に押さえることができる。

20

【0032】

また、本発明の第3の信号検出装置では、コモンモード信号検出回路とノーマルモード信号検出回路とをさらに備えると共に、コモンモード信号出力端子とノーマルモード信号出力端子とを含むように構成したので、コモンモードとノーマルモードの分離測定が可能になり、研究開発技術者にとって有益な開発ツールとなることが期待できる。

【0033】

加えて、本発明の第3の信号検出装置において、コモンモード信号検出回路およびノーマルモード信号検出回路の各入力端に、それぞれ、第1のスイッチおよび第2のスイッチを設けるようにした場合には、一方での測定中に他方の回路が悪影響を及ぼすことを防止することも可能になるので、より正確な信号レベル検出が可能になる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明を実施するための最良の形態（以下、単に実施の形態という。）について、図面を参照して詳細に説明する。

【0035】

図1は本発明の一実施の形態に係る信号検出装置を表すものである。この信号検出装置2は、高周波信号であるコモンモード信号とノーマルモード信号とを個別に検出することができる機能を備えた小型でポータブルな装置である。なお、「コモンモード信号」とは、後述する電源線21A、21Bを同じ位相で伝搬する信号であり、「ノーマルモード信号」とは、電源線21A、21Bによって伝送されて電源線21A、21B間で電位差を生じさせる信号である。

40

【0036】

この信号検出装置2は、商用電源に接続される電源ケーブル1Cと、接地された筐体1Aと、電源ケーブル1Cが接続された電源入力端子T1と、被測定機器3の電源ケーブル3Aが接続される電源出力端子T2と、図示しないスペクトルアナライザ等の信号測定機に接続される信号出力端子T3～T5とを備えている。電源入力端子T1からの交流電圧

50

は、１対の電源線２１Ａ，２１Ｂによって電源出力端子Ｔ２に導かれ、被測定機器３に供給されるようになっている。

【００３７】

信号検出装置２はまた、電源入力端子Ｔ１に接続された電源線２１Ａ，２１Ｂに設けられた信号抑止フィルタ２２と、信号抑止フィルタ２２と電源出力端子Ｔ２との間の電源線２１Ａ，２１Ｂに設けられた信号分離フィルタ２３とを備えている。

【００３８】

信号検出装置２はさらに、電源出力端子Ｔ２と信号出力端子Ｔ３との間に設けられたコモンモード信号検出回路２５と、電源出力端子Ｔ２と信号出力端子Ｔ４との間に設けられたノーマルモード信号検出回路２６と、電源出力端子Ｔ２と信号出力端子Ｔ５との間に設けられた線路変換回路２７とを備えている。コモンモード信号検出回路２５の入力端（電源出力端子Ｔ２側）にはスイッチＳ１が設けられ、ノーマルモード信号検出回路２６の入力端（電源出力端子Ｔ２側）にはスイッチＳ２が設けられ、線路変換回路２７の入力端（電源出力端子Ｔ２側）にはスイッチＳ３が設けられている。ここで、スイッチＳ１，Ｓ２が、それぞれ、本発明における「第１のスイッチ」および「第２のスイッチ」の一具体例に対応する。なお、スイッチＳ３は、例えば、トルグスイッチやロータリースイッチを用いて構成され、各線路に対して、非連動に動作し得るようになっている。具体的には、一方のラインノイズを測定する際は他方のラインを開放状態にすることができ、更に、電源出力端子Ｔ３，Ｔ４を用いてノイズ測定を行う際のために両ラインを同時に開放状態とすることもできるよう構成されている。

【００３９】

信号抑止フィルタ２２は、電源入力端子Ｔ１から入力された電源電圧に含まれる信号を抑止するためのものであり、信号分離フィルタ２３は、電源出力端子Ｔ２と信号抑止フィルタ２２との間での信号の伝達を阻止するためのものである。

【００４０】

コモンモード信号検出回路２５は、スイッチＳ１が閉じられることにより、電源出力端子Ｔ２と信号分離フィルタ２３との間の電源線２１Ａ，２１Ｂにおける電源電圧に含まれる信号からコモンモード信号を取り出し、信号出力端子Ｔ３から出力するようになっている。ノーマルモード信号検出回路２６は、スイッチＳ２が閉じられることにより、電源出力端子Ｔ２と信号分離フィルタ２３との間の電源線２１Ａ，２１Ｂにおける電源電圧に含まれる信号からノーマルモード信号を取り出し、信号出力端子Ｔ４から出力するようになっている。線路変換回路２７は、スイッチＳ３が閉じられることにより、電源出力端子Ｔ２と信号分離フィルタ２３との間の電源線２１Ａ，２１Ｂ上の電源電圧に含まれるコモンモード信号およびノーマルモード信号の混在信号を不平衡信号に変換して信号出力端子Ｔ５から出力するもので、例えばコモンモード信号検出回路２５に含まれる線路変換回路（後述する図５の線路変換回路２５７）と同様に構成されている。ここで、信号出力端子Ｔ３～Ｔ５が、それぞれ、本発明における「信号出力端子」の一具体例に対応する。

【００４１】

図２は信号抑止フィルタ２２の回路構成の一例を表し、図３は信号抑止フィルタ２２の機能のうち、コモンモード信号相殺回路２２１に係る部分を表すものである。この信号抑止フィルタ２２は、電源入力端子Ｔ１に近い側の端子Ｘ１Ａ，Ｘ１Ｂと、電源入力端子Ｔ１から遠い側の端子Ｘ２Ａ，Ｘ２Ｂとの間に設けられたコモンモード信号相殺回路２２１、ノーマルモード信号抑止回路２２２およびコモンモード信号抑止回路２２３を備えている。

【００４２】

コモンモード信号相殺回路２２１は、電源線２１Ａ，２１Ｂ間に設けられた検出反転回路２２４と、検出反転回路２２４に隣接して電源線２１Ａ，２１Ｂに設けられたインピーダンス素子としてのインダクタンス素子２２５と、インダクタンス素子２２５に関して検出反転回路２２４とは反対側の電源線２１Ａ，２１Ｂに設けられたインダクタンス素子２２６と、インダクタンス素子２２６との間に相互インダクタンスを発生させるように構成

された巻線 L 1 1 C とを含んで構成されている。

【0043】

検出反転回路 2 2 4 は、電源線 2 1 A と電源線 2 1 B との間に直列接続されたコンデンサ C 1 0、C 1 1 からなり、電源入力端子 T 1 から入力された電源電圧に含まれる共通モード信号を検出してその位相を反転させるようになっている。ここで、コンデンサ C 1 0、C 1 1 が、本発明における「第 1 および第 2 のコンデンサ」の一具体例に対応する。

【0044】

インダクタンス素子 2 2 5 は、電源線 2 1 A に挿入された巻線 L 1 0 A と、電源線 2 1 B に挿入された巻線 L 1 0 B と、コア L 1 0 C とからなり、電源線 2 1 A、2 1 B 間に相互インダクタンスを発生させることにより、共通モード信号に対するインピーダンス素子として機能するものである。このインダクタンス素子 2 2 5 の存在により、共通モード信号をより効果的に減衰させることができると共に、その位相を遅延させて、検出反転回路 2 2 4 から巻線 L 1 1 C に注入される反転信号との位相差が 1 8 0 度になりやすることができる。

【0045】

インダクタンス素子 2 2 6 は、電源線 2 1 A に挿入された巻線 L 1 1 A と、電源線 2 1 B に挿入された巻線 L 1 1 B と、コア L 1 1 D とからなり、電源線 2 1 A、2 1 B 間に相互インダクタンスを発生させるようになっている。ここで、インダクタンス素子 2 2 6 が、本発明における「第 1 の相互インダクタンス素子」の一具体例に対応し、インダクタンス素子 2 2 5 が、本発明における「第 2 の相互インダクタンス素子」の一具体例に対応する。また、巻線 L 1 1 A、L 1 1 B が、本発明における「第 1 および第 2 の巻線」の一具体例に対応する。

【0046】

巻線 L 1 1 C は、コア L 1 1 D を共用するように巻設され、検出反転回路 2 2 4 により検出されて位相が反転された反転信号をインダクタンス素子 2 2 6 の巻線 L 1 1 A、L 1 1 B に注入する注入回路として機能するようになっている。巻線 L 1 0 C の一端は検出反転回路 2 2 4 におけるコンデンサ C 1 0、C 1 1 の相互接続点に接続され、他端は接地に接続されている。ここで巻線 L 1 1 C が、本発明における「第 3 の巻線」の一具体例に対応する。

【0047】

このような構成の共通モード信号相殺回路 2 2 1 では、検出反転回路 2 2 4 によって端子 X 2 A、X 2 B から電源線 2 1 A、2 1 B 上を伝播してくる共通モード信号を検出し、これを反転した上で巻線 L 1 1 C を介してインダクタンス素子 2 2 6 の巻線 L 1 1 A、L 1 1 B に注入して、電源線 2 1 A、2 1 B 上の共通モード信号をキャンセルすることにより、共通モード信号を除去することができるようになっている。

【0048】

ノーマルモード信号抑止回路 2 2 2 は、検出反転回路 2 2 4 と端子 X 1 A、X 1 B との間における電源線 2 1 A、2 1 B 間に設けられたコンデンサ C 1 2 と、インダクタンス素子 2 2 6 と端子 X 1 A、X 1 B との間における電源線 2 1 A、2 1 B 間に設けられたコンデンサ C 1 3 とを含む。これらのコンデンサ C 1 2、C 1 3 は、インダクタンス素子 2 2 5、2 2 6 の巻線 L 1 0 A、L 1 0 B、L 1 1 A、L 1 1 B の洩れ（リーケージ）インダクタンスと協働して、ノーマルモード信号を抑止する π 型ノーマルモードフィルタとして作用する。ここで、コンデンサ C 1 2、C 1 3 は、通常、X キャパシタと呼ばれるもので、本発明における「第 3 および第 4 のコンデンサ」の一具体例に対応する。

【0049】

共通モード信号抑止回路 2 2 3 は、インダクタンス素子 2 2 6 と端子 X 2 A、X 2 B との間における電源線 2 1 A、2 1 B 間に直列接続されたコンデンサ C 1 4、C 1 5 により構成される。コンデンサ C 1 4、C 1 5 の相互接続点は接地に接続されている。これらのコンデンサ C 1 4、C 1 5 が協働して、特に高域における共通モード信号を抑止するようになっている。ここで、コンデンサ C 1 4、C 1 5 は、通常、Y キャパシタと呼ばれ

10

20

30

40

50

るもので、本発明における「第5および第6のコンデンサ」の一具体例に対応する。

【0050】

図4は信号分離フィルタ23の回路構成の一例を表すものである。この信号分離フィルタ23は、信号抑止フィルタ22と電源出力端子T2との間の電源線21A、21Bにおいて信号抑止フィルタ22に隣接して設けられたインピーダンス回路231と、このインピーダンス回路231と端子X3A、X3Bとの間の電源線21A、21Bに設けられたインピーダンス回路232とを備えている。端子X3A、X3Bは、電源出力端子T2に近い側の端子である。

【0051】

インピーダンス回路231は、電源線21Aに挿入された巻線L15と、電源線21Bに挿入された巻線L16とを含み、ノーマルモード信号に対して高いインピーダンスを示すようになっている。インピーダンス回路232は、電源線21Aに挿入された巻線L14Aと、電源線21Bに挿入された巻線L14Bと、コアL14Cとを含むインダクタンス素子L14からなる。巻線L14Aと巻線L14Bとは相互結合して、電源線21A、21B間に相互インダクタンスを発生させ、コモンモード信号に対して高いインピーダンスを示すようになっている。ここで、インピーダンス回路231、232が、本発明における「第1および第2のインピーダンス素子」の一具体例に対応し、巻線L15、L16が、本発明における「第4、第5の巻線」の一具体例に対応し、インダクタンス素子L14が、本発明における「第3の相互インダクタンス素子」の一具体例に対応する。

【0052】

信号抑止フィルタ22には、図2に示したように、コンデンサC13やコンデンサC14、C15が配置されているので、この信号抑止フィルタ22を電源出力端子T2に接続すると、被測定機器3の発生する信号（雑音）が、これらのコンデンサC13、C14、C15の影響を受ける（つまり、検出対象である雑音が吸いこまれてしまう）。このため信号分離フィルタ23の設置が必要となる。

【0053】

電源出力端子T2（すなわち、被測定機器3）との信号分離が成立するためには、次の関係が必要となる。（1）式は、ノーマルモード信号の分離に必要な条件であり、（2）式はコモンモード信号の分離に必要な条件である。

【0054】

$$Z(\omega \cdot L15 + \omega \cdot L16) \geq 1 / (\omega \cdot [C13]) \cdots (1)$$

$$Z(\omega \cdot L14A + \omega \cdot L14B) \geq 1 / (\omega \cdot ([C14] + [C15])) \cdots (2)$$

【0055】

これらの式で、 $Z(\omega \cdot L15 + \omega \cdot L16)$ は、巻線L15、L16によるインピーダンスの値であり、 $Z(\omega \cdot L14A + \omega \cdot L14B)$ は、巻線L14A、L14Bによるインピーダンスの値である。また、 $[C13]$ 、 $[C14]$ 、 $[C15]$ は、それぞれ、コンデンサC13、C14、C15の容量値である。なお、 $\omega = 2\pi f$ （ f は周波数）である。

【0056】

図5はコモンモード信号検出回路25の回路構成を表し、図6はそのうちの要部（ノーマルモード信号相殺回路）の一具体例を表すものである。このコモンモード信号検出回路25は、電源出力端子T2側の端子X4A、X4Bと信号出力端子T3との間の電源線21A、21Bに、順次設けられたハイパスフィルタ250、ノーマルモード信号相殺回路251および線路変換回路257を備えている。

【0057】

ハイパスフィルタ250は、電源線21A、21Bを伝送されてくる高周波成分である信号を通過させると共に低周波成分である電源電圧を遮断するためのもので、図5に示したように、電源線21A、21Bにそれぞれ挿入されたコンデンサC31、C32を含む。線路変換回路257は、電源線21A、21Bからなる平衡線路を不平衡線路に変換す

10

20

30

40

50

るためのもので、両端が電源線 2 1 A, 2 1 B にそれぞれ接続され中間点が接地された巻線 L 1 4 A と、一端が接地され他端が信号出力端子 T 3 に接続された巻線 L 1 4 B と、コア L 1 4 C とを含んで構成されている。

【0058】

ノーマルモード信号相殺回路 2 5 1 は、ハイパスフィルタ 2 5 0 を通過した信号からノーマルモード信号を除去してコモンモード信号のみを通過させるもので、インダクタンス素子 2 5 2 と、検出反転注入回路 2 5 3 と、インピーダンス素子 2 5 4 とを含む。

【0059】

インダクタンス素子 2 5 2 は、一端が端子 X 5 A に接続されるようにして電源線 2 1 A に挿入された巻線 L 1 2 A と、一端が電源線 2 1 B を介して端子 X 5 B に接続された巻線 L 1 2 B と、コア 1 2 C とを含み、電源線 2 1 A, 2 1 B 間に相互インダクタンスを発生させる相互インダクタンス素子として機能する。検出反転注入回路 2 5 3 は、図 6 に示したように、ハイパスフィルタ 2 5 0 のコンデンサ C 3 1 の一端 B と巻線 L 1 2 B の他端との間に接続されたコンデンサ C 2 2 を含んで構成される。インピーダンス素子 2 5 4 は、コンデンサ C 3 1 の一端 B と巻線 L 1 2 A の他端との間の電源線 2 1 A に挿入された巻線 L 1 3 A と、コア L 1 3 C とからなるインダクタンス素子 L 1 3 を含む。

【0060】

このような構成のノーマルモード信号相殺回路 2 5 1 では、ハイパスフィルタ 2 5 0 の出力側の電源線 2 1 A からノーマルモード信号を検出し、これを反転した上でインダクタンス素子 2 5 2 の巻線 L 1 2 B に注入して巻線 L 1 2 A 側（電源線 2 1 A 側）のノーマルモード信号をキャンセルすることにより、ノーマルモード信号を除去することができるようになっている。なお、インピーダンス素子 2 5 4 は、電源線 2 1 A から巻線 L 1 2 A に伝達するノーマルモード信号を減衰させると共に、その位相を遅延させて、検出反転注入回路 2 5 3 から巻線 L 1 2 B に注入される反転信号との位相差が 1 8 0 度になりやすくするために設けられる。

【0061】

図 7 はノーマルモード信号検出回路 2 6 の回路構成を表すものである。このノーマルモード信号検出回路 2 6 は、電源出力端子 T 2 側の端子 X 6 A, X 6 B と信号出力端子 T 4 側の端子 X 7 A, X 7 B との間の電源線 2 1 A, 2 1 B に順次設けられたハイパスフィルタ 2 6 0、コモンモード信号相殺回路 2 6 1 および線路変換回路 2 6 7 を備える。

【0062】

ハイパスフィルタ 2 6 0 は、電源線 2 1 A, 2 1 B を伝送されてくる高周波成分である信号を通過させると共に低周波成分である電源電圧を遮断するためのもので、電源線 2 1 A, 2 1 B にそれぞれ挿入されたコンデンサ C 4 1, C 4 2 を含む。線路変換回路 2 6 7 は、コモンモード信号検出回路 2 5 に含まれる線路変換回路 2 5 7（図 5）と同様の機能を有するもので、両端が電源線 2 1 A, 2 1 B にそれぞれ接続され中間点が接地された巻線 L 2 2 A と、一端が接地され他端が信号出力端子 T 4 に接続された巻線 L 2 2 B と、コア 2 2 C とを含んで構成されている。

【0063】

コモンモード信号相殺回路 2 6 1 は、ハイパスフィルタ 2 6 0 を通過した信号からコモンモード信号を除去してノーマルモード信号のみを通過させるもので、インダクタンス素子 2 6 2 と、検出反転回路 2 6 3 と、注入回路としての巻線 L 2 1 C とを含む。なお、このコモンモード信号相殺回路 2 6 1 の基本構成は、インダクタンス素子 2 2 5 を持たない点を除き、図 2 に示した信号抑止フィルタ 2 2 におけるコモンモード信号相殺回路 2 2 1 と同様である。

【0064】

インダクタンス素子 2 6 2 は、電源線 2 1 A, 2 1 B にそれぞれ挿入された巻線 L 2 1 A, L 2 1 B と、コア L 2 1 D とを含む。巻線 L 2 1 A, L 2 1 B の各一端は、それぞれ、端子 X 7 A, X 7 B に接続されている。検出反転回路 2 6 3 は、電源線 2 1 A, 2 1 B 間に直列接続されたコンデンサ C 2 0, C 2 1 を含む。巻線 L 2 1 C は、インダクタンス

素子 262 のコア L21D を共芯として巻設され、その一端はコンデンサ C20, C21 の相互接続点に接続され、他端は接地接続されている。巻線 L21C は、巻線 L21A, L21B との間に相互インダクタンスを発生させるようになっている。

【0065】

このような構成のコモンモード信号相殺回路 261 では、検出反転回路 263 によって、ハイパスフィルタ 260 の出力側の電源線 21A, 21B を伝播してくるコモンモード信号を検出し、これを反転した上で巻線 L21C を介してインダクタンス素子 262 の巻線 L21A, L21B に注入して、電源線 21A, 21B 上のコモンモード信号をキャンセルすることにより、コモンモード信号を除去することができるようになっている。

【0066】

次に、以上のような構成の信号検出装置の動作を説明する。

【0067】

図示しない電源からの交流電圧は、電源入力端子 T1 から信号検出装置 2 に入力され、1 対の電源線 21A, 21B によって電源出力端子 T2 に導かれて被測定機器 3 に供給される。このとき、信号抑止フィルタ 22 は、電源入力端子 T1 から入力された電源電圧に含まれる高周波信号（コモンモード信号およびノーマルモード信号の双方を含む、いわゆる雑音）を抑止し、電源周波数の交流電圧成分のみを通過させる。したがって、被測定機器 3 には、高周波信号を含まないクリーンな交流電圧が供給され、被測定機器 3 は、この交流電圧に基づいて動作する。

【0068】

被測定機器 3 は、その動作過程において、様々な周波数の高周波信号（コモンモード信号およびノーマルモード信号の双方を含む、いわゆる雑音）を発生する。この高周波信号は、電源出力端子 T2 から信号検出装置 2 に進入し、電源線 21A, 21B を伝搬する。このとき、信号分離フィルタ 23 は、電源出力端子 T2 からの高周波信号が信号抑止フィルタ 22 に伝達されるのを阻止する。このため、信号抑止フィルタ 22 に吸収されて、検出対象である高周波信号のレベルが低下することが防止される。

【0069】

コモンモード信号検出回路 25 は、スイッチ S1 が閉じられることにより、電源出力端子 T2 から進入した電源線 21A, 21B 上の高周波信号のうちのノーマルモード信号を抑止し、コモンモード信号のみを取り出して信号出力端子 T3 から出力する。ノーマルモード信号検出回路 26 は、スイッチ S2 が閉じられることにより、電源出力端子 T2 から進入した電源線 21A, 21B 上の高周波信号のうちのコモンモード信号を抑止し、ノーマルモード信号のみを取り出して信号出力端子 T4 から出力する。また、信号出力端子 T5 は、スイッチ S1, S2 が共に開いた状態のときに、電源出力端子 T2 から進入した電源線 21A, 21B 上のコモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を出力する。

【0070】

コモンモード信号を検出するときには、スイッチ S2 をオフ（開放）状態とすることが好ましい。スイッチ S2 をオン（接続）状態にしておくと、検出対象であるコモンモード信号がノーマルモード信号検出回路 26 にも入力され、ここで除去される結果、コモンモード信号検出回路 25 におけるコモンモード信号の検出レベルが低下するからである。同様に、ノーマルモード信号を検出するときには、スイッチ S1 をオフ状態とすることが好ましい。スイッチ S1 をオン状態にしておくと、検出対象であるノーマルモード信号がコモンモード信号検出回路 25 にも入力され、ここで除去される結果、ノーマルモード信号検出回路 26 におけるノーマルモード信号の検出レベルが低下するからである。コモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を信号出力端子 T4 から検出する場合に、上記のようにスイッチ S1, S2 を共にオフ状態にするのも同様の理由による。

【0071】

但し、コモンモード信号を検出するときに、スイッチ S2 をオン状態としていても、コモンモード信号検出回路 25 によってコモンモード信号を検出できなくなるわけではない

10

20

30

40

50

し、ノーマルモード信号を検出するときに、スイッチ S 1 をオン状態としていても、ノーマルモード信号検出回路 2 6 によってノーマルモード信号を検出できなくなるわけではない。コモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を信号出力端子 T 4 から検出するときに、スイッチ S 1, S 2 のいずれか一方または両方をオン状態にしている、混合信号を検出できなくわけではない。これらのいずれの場合にも、検出レベルは低くなるものの、どのような周波数帯に信号が存在するかという周波数分布や、周波数ごとの信号の相対レベルを知ることは可能である。

【0072】

次に、各部の動作を説明する。

【0073】

図 2 に示した信号抑止フィルタ 2 2 は次のように動作する。

【0074】

信号抑止フィルタ 2 2 のコモンモード信号相殺回路 2 2 1 では、端子 X 1 A, X 1 B から電源線 2 1 A, 2 1 B 上を伝播してくるコモンモード信号を検出反転回路 2 2 4 によって検出し、これを反転した上で巻線 L 1 1 C を介してインダクタンス素子 2 2 6 の巻線 L 1 1 A, L 1 1 B に注入することにより、電源線 2 1 A, 2 1 B 上のコモンモード信号をキャンセルし、コモンモード信号を除去する。検出反転回路 2 2 4 とインダクタンス素子 2 2 6 との間には、コモンモード信号に対するインピーダンス素子としてのインダクタンス素子 2 2 5 が配置されているので、コモンモード信号をより効果的に減衰させることができる。20
と共、その位相を遅延させて、検出反転回路 2 2 4 から巻線 L 1 1 C に注入される反転信号との位相差が 180 度になるようにすることができる。

【0075】

ノーマルモード信号抑止回路 2 2 2 では、コンデンサ C 1 2, C 1 3 が、インダクタンス素子 2 2 5, 2 2 6 のリーケージインダクタンスと協働して π 型ノーマルモードフィルタとして機能し、ノーマルモード信号を抑止する。

【0076】

コモンモード信号抑止回路 2 2 3 では、コンデンサ C 1 4, C 1 5 が協働して、特に高域におけるコモンモード信号を抑止する。したがって、コモンモード信号相殺回路 2 2 1 で高域のコモンモード信号が抑止しきれなかったとしても、これを後段のコモンモード信号抑止回路 2 2 3 が抑止するので、広い帯域でコモンモード信号を抑止することが可能となる。30

【0077】

このように、本実施の形態の信号抑止フィルタ 2 2 では、例えば図 1 1 に示した一般的なノーマルモード信号抑止フィルタ 1 2 2 A や図 1 2 に示した一般的なコモンモード信号抑止フィルタ 1 2 2 B を用いた場合に比べて、より広い帯域での信号抑止が可能である。図 1 1 および図 1 2 に示したフィルタはいずれも LC 共振を利用したものである。周波数依存性が強いのにに対し、本実施の形態の信号抑止フィルタ 2 2 では、原理的に、周波数にかかわらずコモンモード信号とその反転信号とを相殺させることにより信号を抑止するコモンモード信号相殺回路 2 2 1 を使用しているからである。40

【0078】

また、仮に図 1 1、図 1 2 に示した LC フィルタを用いて広帯域の信号抑止特性を得ようとした場合には、従来例として説明した図 1 9 の場合と同様に巨大な空芯コイルを用いざるを得ないので、装置が相当大型化することが考えられる。これに対して、本実施の形態の信号抑止フィルタ 2 2 では、コモンモード信号相殺回路 2 2 1 が LC 共振回路ではないので、インダクタンス素子 2 2 5 やインダクタンス素子 2 2 6 のコア L 1 0 C, L 1 1 D としてフェライトコアを使用でき、広帯域の信号抑止特性を確保しつつ装置の小型化が可能である。

【0079】

なお、図 1 1 に示したノーマルモード信号抑止フィルタ 1 2 2 A は、電源線 2 1 A, 2 1 B にそれぞれ挿入されたインダクタンス素子 L 6 1, L 6 2 と、インダクタンス素子 L 50

6 1, L 6 2の両側位置で電源線2 1 A, 2 1 B間に設けられたコンデンサC 6 1, C 6 2とからなるものである。また、図1 2に示したコモンモード信号抑止フィルタ1 2 2 Bは、電源線2 1 A, 2 1 Bにそれぞれ挿入された巻線L 7 1 A, L 7 1 BおよびコアL 7 1 Cよりなる相互インダクタンス素子L 7 1と、電源線2 1 A, 2 1 B間に直列接続されたコンデンサC 7 1, C 7 2とからなるものである。

【0 0 8 0】

図4に示した信号分離フィルタ2 3は次のように動作する。

【0 0 8 1】

信号分離フィルタ2 3では、インピーダンス回路2 3 1は、上記した(1)式を満たすことによりノーマルモード信号に対して高いインピーダンスを示し、インピーダンス回路2 3 2は、(2)式を満たすことにより、コモンモード信号に対して高いインピーダンスを示す。この結果、被測定機器3の発生するコモンモード信号およびノーマルモード信号を含む高周波信号が信号抑止フィルタ2 2におけるコンデンサC 1 3, C 1 4, C 1 5によって吸いこまれてしまうのを阻止することができる。

【0 0 8 2】

図5および図6に示したコモンモード信号検出回路2 5は次のように動作する。

【0 0 8 3】

コモンモード信号検出回路2 5では、ハイパスフィルタ2 5 0が、電源線2 1 A, 2 1 Bを伝送されてくる高周波成分である信号を通過させると共に低周波成分である電源電圧を遮断する。ノーマルモード信号相殺回路2 5 1は、ハイパスフィルタ2 5 0を通過した信号からノーマルモード信号を除去してコモンモード信号のみを通過させる。より具体的には、検出反転注入回路2 5 3(コンデンサC 2 2)によって、ハイパスフィルタ2 5 0の出力側の電源線2 1 Aからノーマルモード信号を検出し、これを反転した上でインダクタンス素子2 5 2の巻線L 1 2 Bに注入して巻線L 1 2 A側(電源線2 1 A側)のノーマルモード信号をキャンセルすることにより、ノーマルモード信号を除去する。このとき、インピーダンス素子2 5 4(インダクタンス素子L 1 3)は、電源線2 1 Aから巻線L 1 2 Aに伝達するノーマルモード信号を減衰させると共に、その位相を遅延させて、検出反転注入回路2 5 3から巻線L 1 2 Bに注入される反転信号との位相差が1 8 0度になるように作用するので、信号同士のキャンセルが十分に行われる。

【0 0 8 4】

このコモンモード信号検出回路2 5では、前段のハイパスフィルタ2 5 0によって電源周波数成分をデカップリング(除去)するようにしているので、後段の回路は高周波信号(ノーマルモード信号)の除去のみを考慮して設計すればよい。このため、インダクタンス素子2 5 2のコアL 1 2 Cとしてフェライトコアを使用することができ、図1 1に示したノーマルモード信号抑止フィルタ1 2 2 Aに比べて小型化が可能である。

【0 0 8 5】

図7に示したノーマルモード信号検出回路2 6は次のように動作する。

【0 0 8 6】

ノーマルモード信号検出回路2 6では、ハイパスフィルタ2 6 0が、電源線2 1 A, 2 1 Bを伝送されてくる高周波成分である信号を通過させると共に低周波成分である電源電圧を遮断する。コモンモード信号相殺回路2 6 1は、ハイパスフィルタ2 6 0を通過した信号からコモンモード信号を除去してノーマルモード信号のみを通過させる。より具体的には、検出反転回路2 6 3によって、ハイパスフィルタ2 6 0の出力側の電源線2 1 A, 2 1 Bを伝播してくるコモンモード信号を検出し、これを反転した上で巻線L 2 1 Cを介してインダクタンス素子2 6 2の巻線L 2 1 A, L 2 1 Bに注入して、電源線2 1 A, 2 1 B上のコモンモード信号をキャンセルすることにより、コモンモード信号を除去する。

【0 0 8 7】

このノーマルモード信号検出回路2 6では、前段のハイパスフィルタ2 6 0によって電源周波数成分をデカップリングするようにしているので、後段の回路は高周波信号(コモンモード信号)の除去のみを考慮して設計すればよい。このため、インダクタンス素子2

62のコアル21Dとしてフェライトコアを使用することができ、図12に示したコモンモード信号抑止フィルタ122Bに比べて小型化が可能である。

【0088】

次に、図13～図17を参照して、本実施の形態の信号検出装置における信号検出性能について説明する。

【0089】

図13は、信号抑止フィルタ22の特性の一例を表すものである。横軸は周波数〔単位MHz〕を示し、縦軸は減衰量〔単位dB〕を示す。この図から明らかなように、周波数帯150KHz～30MHzにおいて、コモンモード信号（符号CM）およびノーマルモード信号（符号NM）の双方について、60dB以上の減衰量があり、電源供給源の雑音を抑止できることがわかる。

10

【0090】

図14は、本実施の形態の信号検出装置2を、電波暗室ではなく一般的な測定環境に接地した場合における暗雑音（すなわち、被測定機器3を接続しない状態での雑音）の測定結果を表すものである。横軸は周波数〔単位MHz〕を示し、縦軸は雑音レベル〔単位dBμV〕を示す。この図から明らかなように、周波数帯150KHz～30MHzにおいて、コモンモード信号（符号CM）およびノーマルモード信号（符号NM）の双方について、30dBμV以下となっており、ポータブルでありながら、雑音端子電圧の測定が充分可能な環境になっていると考えられる。

【0091】

20

図15は、被測定機器3の発生する雑音を想定し、雑音源からノーマルモード信号およびコモンモード信号の双方を電源出力端子T2に印加した場合における信号出力端子T3に現れるコモンモード信号のレベル（減衰量）を測定した場合の測定結果を表すものである。横軸は周波数〔単位MHz〕を示し、縦軸は減衰量〔単位dB〕を示す。周波数帯150KHz～30MHzにおいて、コモンモード信号（符号CM）は減衰なく通過する一方、ノーマルモード信号（符号NM）は60dBの減衰量を得ている。このことから、実用上、十分なモード分離が達成されていることがわかる。

【0092】

図16は、被測定機器3の発生する雑音を想定し、雑音源からノーマルモード信号およびコモンモード信号の双方を電源出力端子T2に印加した場合における信号出力端子T4に現れる信号レベル（減衰量）を測定した場合の測定結果を表すものである。横軸は周波数〔単位MHz〕を示し、縦軸は減衰量〔単位dB〕を示す。周波数帯150KHz～30MHzにおいて、ノーマルモード信号（符号NM）は減衰なく通過する一方、コモンモード信号（符号CM）は60dBの減衰量を得ている。このことから、実用上、十分なモード分離が達成されていることがわかる。

30

【0093】

図17は、被測定機器3として、ある掃除機を例にとり、本実施の形態の信号検出装置を用いてコモンモード信号およびノーマルモード信号を測定した場合の測定結果を表すものである。横軸は周波数〔単位Hz〕を示し、縦軸は信号レベル〔単位dB〕を示す。この図から、周波数帯域によって雑音の発生量が異なることがわかり、研究開発技術者にとって対策すべきことが明らかになる。すなわち、本実施の形態の信号検出装置は、コンパクトかつモバイル可能で有用な開発ツールとしての機能を十分に発揮することが可能である。

40

【0094】

以上説明したように、本実施の形態によれば、電源入力端子T1に接続された電源線21A、21Bに、電源電圧に含まれる高周波信号を抑止する信号抑止フィルタ22と、高周波信号の伝達を阻止する信号分離フィルタ23とを直列に設け、電源出力端子T2と信号分離フィルタ23との間の電源電圧に含まれる高周波信号を信号出力端子T3～T5から出力するようにしたので、電源からの高周波信号を信号抑止フィルタ22および信号分離フィルタ23という2段構成の信号遮断回路によって確実にブロックすることができる

50

。すなわち、信号抑止フィルタ 2 2 または信号分離フィルタ 2 3 のいずれか一方だけの場合に比べて、信号遮断性能が高くなる。このため、電源ノイズの測定系への影響を排除することができる。

【0095】

また、信号抑止フィルタ 2 2 と電源出力端子 T 2 との間に高周波信号の伝達を阻止する信号分離フィルタ 2 3 を設けるようにしたので、被測定機器 3 で発生した高周波信号が信号抑止フィルタ 2 2 によって吸収されてしまうのを阻止することができ、信号出力端子 T 3 ～ T 5 における信号検出レベルの低下を防ぐことができる。

【0096】

また、コモンモード信号抑止手段の要部としてコモンモード信号相殺回路 2 2 1 を含むように信号抑止フィルタ 2 2 を構成したので、LC 共振を利用してコモンモード信号抑止手段を構成した場合と比べて、回路ひいては信号検出装置の小型化が可能となる。

【0097】

また、コモンモード信号相殺回路 2 2 1 の後段に、特に高域においてコモンモード信号を有効に抑止することができるコモンモード信号抑止回路 2 2 3 を設けるようにしたので、より広い帯域でコモンモード信号を抑止することが可能となる。

【0098】

また、コモンモード信号検出回路 2 5 とノーマルモード信号検出回路 2 6 とを互いに独立に設けるようにしたので、コモンモード信号とノーマルモード信号とを個別に検出することができる。また、コモンモード信号検出回路 2 5 およびノーマルモード信号検出回路 2 6 の入力端に、スイッチ S 1, S 2 をそれぞれ設けるようにしたので、コモンモード信号およびノーマルモード信号のうちの一方の信号を測定しているときに、その測定値が、他方の信号を測定するための検出回路の影響を受けることがなく、正確な値を得ることができる。

【0099】

[変形例 1]

図 7 に示したノーマルモード信号検出回路 2 6 に代えて、図 8 に示したようなノーマルモード信号検出回路 2 6 A を用いるような変形も可能である。このノーマルモード信号検出回路 2 6 A は、図 7 のコモンモード信号相殺回路 2 6 1 における検出反転回路 2 6 3 の後段（端子 X 7 A, X 7 B 側）にインダクタンス素子 2 6 4 を加えて、図 2 に示したコモンモード信号相殺回路 2 2 1 と同様の構成としたものである。インダクタンス素子 2 6 4 は、図 2 におけるインダクタンス素子 2 2 5 と同じもので、電源線 2 1 A に挿入された巻線 L 1 0 A と、電源線 2 1 B に挿入された巻線 L 1 0 B と、コア L 1 0 C とを含む。その他の構成は図 7 の場合と同様である。

【0100】

この変形例では、インダクタンス素子 2 6 4 によって電源線 2 1 A, 2 1 B 間に相互インダクタンスが発生し、コモンモード信号に対するインピーダンスが高くなるので、コモンモード信号をより効果的に減衰させることができると共に、その位相を遅延させて、検出反転回路 2 6 3 から巻線 L 2 1 C に注入される反転信号との位相差が 1 8 0 度になるようにすることができる。

【0101】

[変形例 2]

また、図 5 に示したコモンモード信号検出回路 2 5 に代えて、図 9 に示したようなコモンモード信号検出回路 2 5 B を用いるような変形も可能である。このコモンモード信号検出回路 2 5 B は、図 5 におけるコモンモード信号検出回路 2 5 のノーマルモード信号相殺回路 2 5 1 に代えてノーマルモード信号抑止回路 2 5 5 を備えると共に、線路変換回路 2 5 7 に代えて線路変換回路 2 5 8 を備えている。

【0102】

このノーマルモード信号抑止回路 2 5 5 は、ハイパスフィルタ 2 5 0 の出力側の電源線 2 1 A, 2 1 B に、ハイパスフィルタ 2 5 0 に近い方から順に、コンデンサ C 3 3 と、イ

10

20

30

40

50

ンダクタンス素子L 3 1と、コンデンサC 3 4とを備えている。コンデンサC 3 3は、電源線2 1 A, 2 1 B間に接続されている。インダクタンス素子L 3 1は、電源線2 1 A, 2 1 Bにそれぞれ挿入された巻線L 3 1 A, L 3 1 BおよびコアL 3 1 Cから構成される。コンデンサC 3 3およびインダクタンス素子L 3 1は、協働して、初段のLCフィルタを構成している。コンデンサC 3 4は、電源線2 1 A, 2 1 B間に接続されている。コンデンサC 3 4およびインダクタンス素子L 3 2は、協働して、次段のLCフィルタを構成している。すなわち、コモンモード信号検出回路2 5 Bは、2段構成のLCフィルタとして機能する。線路変換回路2 5 8は、両端が電源線2 1 A, 2 1 Bにそれぞれ接続された巻線L 3 2 Aと、コアL 3 2 Cとを含んで構成されている。巻線L 3 2 Aの中間位置は、信号出力端子T 3に接続されている。

10

【0103】

このような構成のコモンモード信号検出回路2 5 Bでは、ハイパスフィルタ2 5 0は、電源周波数をカットし、コモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を通過させる。コモンモード信号検出回路2 5 Bは、この混合信号のうちのノーマルモード信号のみを抑止し、線路変換回路2 5 8は、平衡線路を不平衡線路に変換する。これにより、信号出力端子T 3にはコモンモード信号のみが現れる。

【0104】**[変形例3]**

図7に示したノーマルモード信号検出回路2 6に代えて、図10に示したようなノーマルモード信号検出回路2 6 Bを用いるような変形も可能である。このノーマルモード信号検出回路2 6 Bは、図7におけるノーマルモード信号検出回路2 6のコモンモード信号相殺回路2 6 1に代えて、コモンモード信号抑止回路2 6 5を備えている。その他の構成は、図7のノーマルモード信号検出回路2 6と同様である。

20

【0105】

コモンモード信号抑止回路2 6 5は、ハイパスフィルタ2 6 0の出力側の電源線2 1 A, 2 1 Bに、インダクタンス素子L 4 1を備える。インダクタンス素子L 4 1は、電源線2 1 A, 2 1 Bにそれぞれ挿入された巻線L 4 1 A, L 4 1 Bと、コアL 4 1 Cとを含んで構成されている。

【0106】

このような構成のノーマルモード信号検出回路2 6 Bでは、ハイパスフィルタ2 6 0は、電源周波数をカットして、コモンモード信号およびノーマルモード信号の混合信号を通過させる。コモンモード信号抑止回路2 6 5は、この混合信号からコモンモード信号のみを選択的に除去する。これにより、信号出力端子T 4にはノーマルモード信号のみが現れる。

30

【0107】

以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらに限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記各実施の形態では、信号出力端子T 3, T 4のほかに、混合信号を出力するための信号出力端子T 5をも設けるようにしたが、これは必ずしも必要はなく、省略してもよい。

【図面の簡単な説明】

40

【0108】

【図1】本発明の一実施の形態に係る信号検出装置の全体構成を表すブロック図である。

【図2】図1に示した信号検出装置における信号抑止フィルタの構成を示す回路図である。

。

【図3】図2に示した信号抑止フィルタの主要な機能を説明するための図である。

【図4】図1に示した信号検出装置における信号分離フィルタの構成を示す回路図である。

。

【図5】図1に示した信号検出装置におけるコモンモード信号検出回路の構成を示す機能ブロック図である。

【図6】図1に示した信号検出装置におけるコモンモード信号検出回路の構成を示す回路

50

図である。

【図 7】図 1 に示した信号検出装置におけるノーマルモード信号検出回路の構成を示す回路図である。

【図 8】ノーマルモード信号検出回路の変形例を示す回路図である。

【図 9】コモンモード信号検出回路の変形例を示す回路図である。

【図 10】ノーマルモード信号検出回路の他の変形例を示す回路図である。

【図 11】比較例に係るノーマルモード信号抑止フィルタの構成を示す回路図である。

【図 12】比較例に係るコモンモード信号抑止フィルタの構成を示す回路図である。

【図 13】本実施の形態の信号検出装置に用いられる信号抑止フィルタの特性の一例を表す特性図である。

10

【図 14】本実施の形態の信号検出装置における暗雑音の測定結果を表す図である。

【図 15】ノーマルモード信号およびコモンモード信号の双方を電源出力端子に印加したときに信号出力端子に現れるコモンモード信号の測定結果を表す図である。

【図 16】ノーマルモード信号およびコモンモード信号の双方を電源出力端子に印加したときに信号出力端子に現れるノーマルモード信号の測定結果を表す図である。

【図 17】被測定機器の一例としての掃除機から発生する高周波（コモンモード信号およびノーマルモード信号）を、本実施の形態の信号検出装置を用いて測定した場合の測定結果を表す図である。

【図 18】従来の雑音端子電圧測定システムの構成を示すブロック図である。

【図 19】図 18 に示した測定装置の構成を示すブロック図である。

20

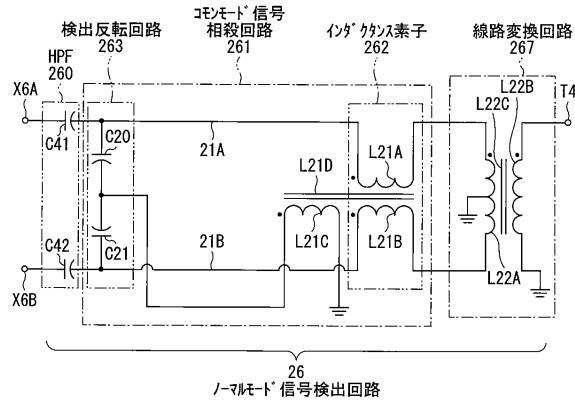
【符号の説明】

【0109】

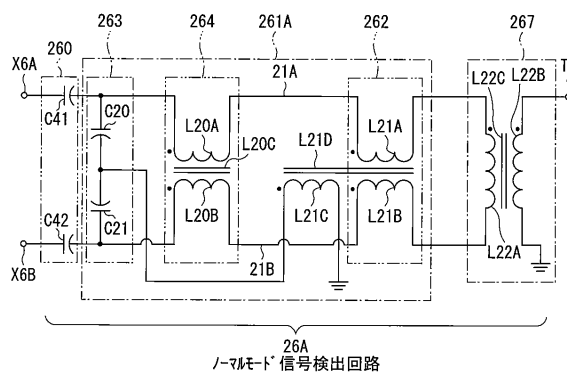
2…信号検出装置、3…被測定機器、22…信号抑止フィルタ、23…信号分離フィルタ、25…コモンモード信号検出回路、26…ノーマルモード信号検出回路、27, 257, 258, 267…線路変換回路、221, 261…コモンモード信号相殺回路、222…ノーマルモード信号抑止回路、223…コモンモード信号抑止回路、224…検出反転回路、225, 226, 252, 262, 264…インダクタンス素子、231, 232…インピーダンス回路、250, 260…ハイパスフィルタ、251…ノーマルモード信号相殺回路、253…検出反転注入回路、254…インピーダンス素子、255…ノーマルモード信号抑止回路、263…検出反転回路、265…コモンモード信号抑止回路、S1, S2, S3…スイッチ、T1…電源入力端子、T2…電源出力端子、T3, T4, T5…信号出力端子、L11A~L11C, L12A, L12B, L21A~L21C…巻線、L14, L15, L16…インダクタンス素子、C10~C15, C31, C32…コンデンサ。

30

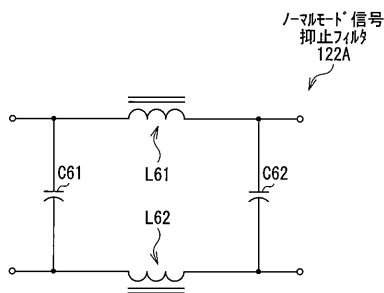
【図 7】



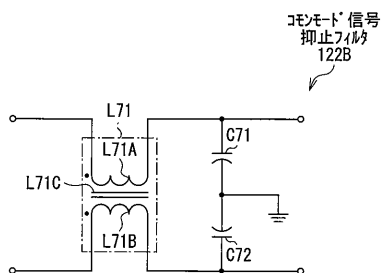
【図 8】



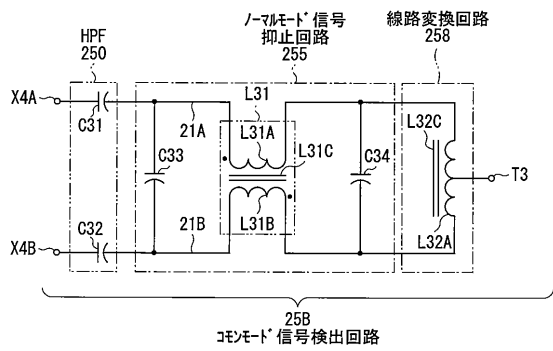
【図 11】



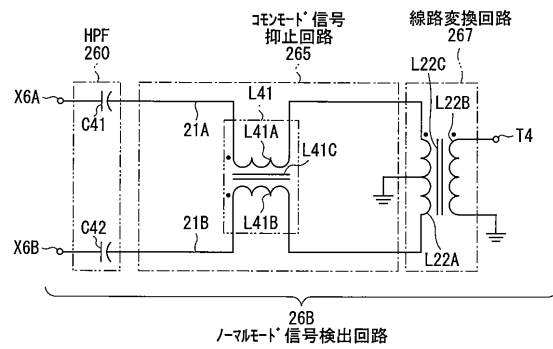
【図 12】



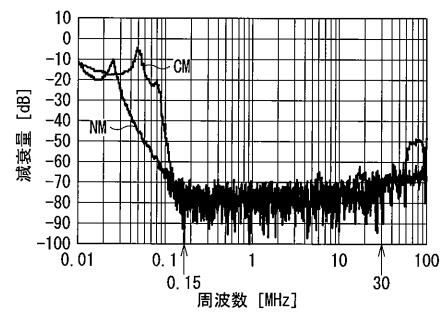
【図 9】



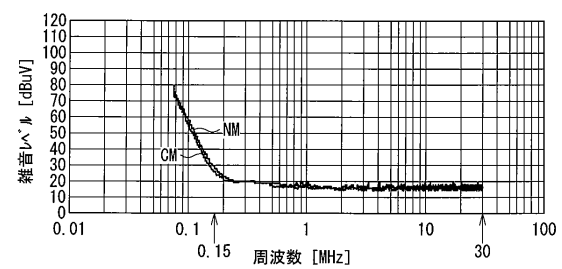
【図 10】



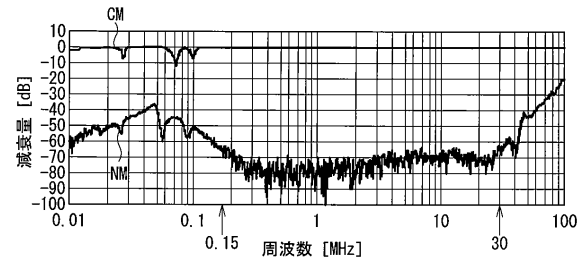
【図 13】



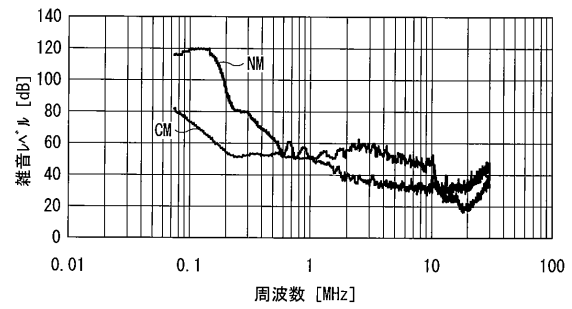
【図 14】



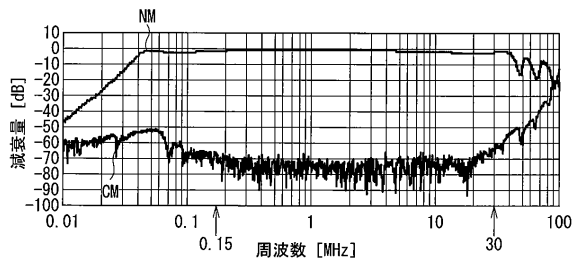
【図 15】



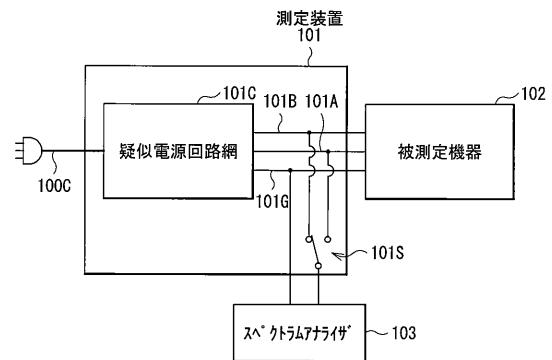
【図 17】



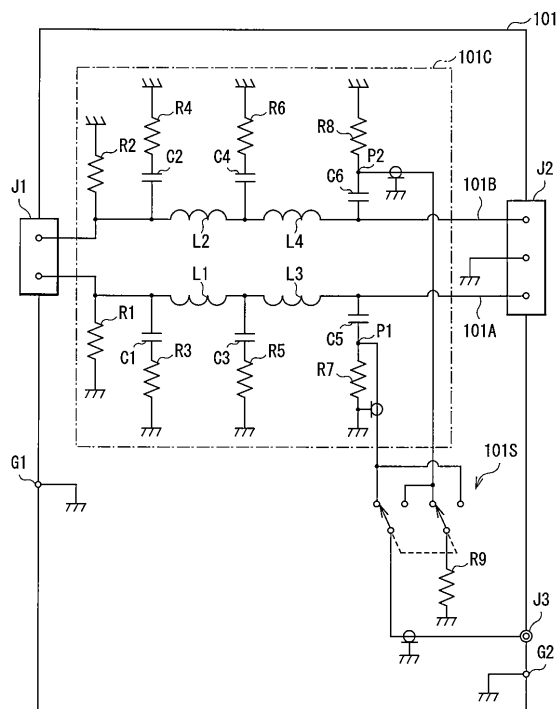
【図 16】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭60-62831 (JP, A)
特開2002-290289 (JP, A)
特開2000-323951 (JP, A)
特開2003-218754 (JP, A)
特開2003-88099 (JP, A)
特開平10-200358 (JP, A)
特開2003-188778 (JP, A)
実開昭59-115358 (JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01R 29/00、29/08、
29/26、31/00
H03H 7/00~7/13
H02M 1/12
H04B 3/54~3/58
Cinii
JSTPlus (JDreamII)