【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第６部門第１区分
【発行日】令和7年5月22日(2025.5.22)

【国際公開番号】WO2024/095857
【出願番号】特願2024-554431(P2024-554431)
【国際特許分類】
*G01R 15/20(2006.01)*
*G01R 19/00(2006.01)*
【FI】
G01R 15/20 C
G01R 15/20 D
G01R 19/00 L
G01R 19/00 A

【手続補正書】
【提出日】令和7年3月10日(2025.3.10)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
バスバーに流れる電流により生じる磁界を検出する少なくとも３つの磁界検出素子と、
前記少なくとも３つの磁界検出素子から出力された磁界の検出信号に応じて、前記バスバーに流れる電流の検出信号を出力する電流検出回路とを備え、
前記少なくとも３つの磁界検出素子は、前記バスバーに対する一の方向の距離が異なる位置に設けられ、各々の磁界検出素子が、前記バスバーから生じる磁界に加え、前記バスバー以外の複数の外部磁界源から生じる磁界を検出し、
前記電流検出回路は、前記少なくとも３つの磁界検出素子から出力された磁界の検出信号に応じ、前記磁界の検出信号において、前記複数の外部磁界源から生じる磁界をキャンセルする補正をし、前記補正をした検出信号を前記バスバーに流れる電流の検出信号として出力する信号処理を行なう、電流センサ。
【請求項２】
前記電流検出回路は、前記少なくとも３つの磁界検出素子から出力された磁界の検出信号の出力差に応じて、前記複数の外部磁界源から生じる磁界の大きさを特定し、特定した磁界の大きさに応じた値を前記磁界の検出信号の信号値から減じることにより、前記複数の外部磁界源から生じる磁界をキャンセルする補正をする、請求項１に記載の電流センサ。
【請求項３】
前記電流検出回路は、前記複数の外部磁界源から生じる磁界をキャンセルする補正を含む信号処理をアナログ回路により行なう、請求項１または請求項２に記載の電流センサ。
【請求項４】
前記アナログ回路に含まれる回路素子のパラメータを調整する調整回路をさらに備えた、請求項３に記載の電流センサ。
【請求項５】
前記少なくとも３つの磁界検出素子は、第１磁界検出素子と、第２磁界検出素子と、第３磁界検出素子とを含み、
前記電流検出回路は、

前記第１磁界検出素子の検出信号を増幅する第１アンプと、
前記第２磁界検出素子の検出信号を増幅する第２アンプと、
前記第３磁界検出素子の検出信号を増幅する第３アンプと、
前記第２アンプの出力信号と前記第３アンプの出力信号との差を増幅する第４アンプと、
前記第１アンプの出力信号と前記第３アンプの出力信号との差を増幅する第５アンプと、
前記第５アンプの出力信号を増幅する第６アンプと、
前記第４アンプの出力信号と前記第６アンプの出力信号との差を増幅する第７アンプとを含み、
前記第１アンプ、前記第２アンプ、前記第３アンプ、前記第４アンプ、および、前記第５アンプにより、第１外部磁界源から生じる磁界をキャンセルする補正をし、
前記第６アンプおよび前記第７アンプにより、第２外部磁界源から生じる磁界をキャンセルする補正をする、請求項１または請求項２に記載の電流センサ。
【請求項６】
前記少なくとも３つの磁界検出素子から出力された検出信号に応じ、前記磁界の検出信号において、前記複数の外部磁界源のうちの１つから生じる磁界、および、前記バスバーから生じる磁界をキャンセルする補正をし、前記補正をした検出信号を前記複数の外部磁界源のうちの他の１つから生じる磁界の検出信号として出力する外部磁界検出回路をさらに備える、請求項１または請求項２に記載の電流センサ。
【請求項７】
前記外部磁界検出回路は、前記少なくとも３つの磁界検出素子から出力された磁界の検出信号の出力差に応じて、前記いずれかの外部磁界源から生じる磁界、および、前記バスバーから生じる磁界の大きさを特定し、特定した磁界の大きさに応じた値を前記磁界の検出信号の信号値から減じることにより、前記いずれかの外部磁界源から生じる磁界、および、前記バスバーから生じる磁界をキャンセルする補正をする、請求項６に記載の電流センサ。
【請求項８】
前記外部磁界検出回路は、前記いずれかの外部磁界源から生じる磁界、および、前記バスバーから生じる磁界をキャンセルする補正を含む信号処理をアナログ回路により行なう、請求項７に記載の電流センサ。
【請求項９】
前記アナログ回路に含まれる回路素子のパラメータを調整する調整回路をさらに備えた、請求項８に記載の電流センサ。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００４８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００４８】
Ｖ１＝Ｓ１・Ｂｎ１・Ｉ１＋Ｓ１・Ｂ１・Ｉ２＋Ｓ１・Ｂｍ１・Ｉ３…（１）
Ｖ２＝Ｓ２・Ｂｎ２・Ｉ１＋Ｓ２・Ｂ２・Ｉ２＋Ｓ２・Ｂｍ２・Ｉ３…（２）
Ｖ３＝Ｓ３・Ｂｎ３・Ｉ１＋Ｓ３・Ｂ３・Ｉ２＋Ｓ３・Ｂｍ３・Ｉ３…（３）
（１）式～（３）式は、参考のために図７において計算式７１として示されている。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００４９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００４９】

（１）式～（３）式における記号は、次のようなことを示す。Ｓ1は、第１磁気検出素子２１の感度（ｍＶ／ｍＴ）である。Ｂｎ1は、第１磁気検出素子２１と第１バスバー１１０ａとの距離に対する係数（ｍＴ／Ａ）である。Ｉ1は、第１バスバー１１０ａに流れる電流値（Ａ）である。Ｂ1は、第１磁気検出素子２１と第２バスバー１１０ｂとの距離に対する係数（ｍＴ／Ａ）である。Ｉ2は、第２バスバー１１０ｂに流れる電流値（Ａ）である。Ｂｍ1は、第１磁気検出素子２１と第３バスバー１１０ｃとの距離に対する係数（ｍＴ／Ａ）である。Ｉ3は、第３バスバー１１０ｃに流れる電流値（Ａ）である。

【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５０】

Ｓ2は、第２磁気検出素子２２の感度（ｍＶ／ｍＴ）である。Ｂｎ2は、第２磁気検出素子２２と第１バスバー１１０ａとの距離に対する係数（ｍＴ／Ａ）である。Ｉ2は、第２バスバー１１０ｂに流れる電流値（Ａ）である。Ｂ2は、第２磁気検出素子２２と第２バスバー１１０ｂとの距離に対する係数（ｍＴ／Ａ）である。Ｂｍ2は、第２磁気検出素子２２と第３バスバー１１０ｃとの距離に対する係数（ｍＴ／Ａ）である。

【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５１】

Ｓ3は、第３磁気検出素子２３の感度（ｍＶ／ｍＴ）である。Ｂｎ3は、第３磁気検出素子２３と第１バスバー１１０ａとの距離に対する係数（ｍＴ／Ａ）である。Ｉ3は、第３バスバー１１０ｃに流れる電流値（Ａ）である。Ｂ3は、第３磁気検出素子２３と第２バスバー１１０ｂとの距離に対する係数（ｍＴ／Ａ）である。Ｂｍ3は、第３磁気検出素子２３と第３バスバー１１０ｃとの距離に対する係数（ｍＴ／Ａ）である。

【手続補正６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５５】

（電流検出回路１０における利得の設定値および演算内容）

次に、図７を参照して、電流検出回路１０における第１アンプ３１～第７アンプ６１について、利得の設定値および演算内容を説明する。第１アンプ３１～第７アンプ６１においては、（２）式に示される電圧Ｖ2から、第１バスバー１１０ａからの外部磁界による電圧値（Ｓ2・Ｂｎ2・Ｉ1）の成分、および、第３バスバー１１０ｃからの外部磁界による電圧値（Ｓ2・Ｂｍ2・Ｉ3）の成分を取り除くことを目的として、利得が設定される。

【手続補正７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５６】

第２アンプ３２には、（２）式に示される電圧Ｖ2から、図７に示すような第１バスバー１１０ａからの外部磁界による電圧値（Ｓ2・Ｂｎ2・Ｉ1）の成分を取り除くための利得（Ｓ3・Ｂｎ3／Ｓ2・Ｂｎ2）が設定される。第１アンプ３１には、（１）式に示され

る電圧Ｖ1から、第１バスバー１１０ａからの外部磁界による電圧値（Ｓ１・Ｂn1・Ｉ１）の成分を取り除くための利得（Ｓ３・Ｂn3／Ｓ１・Ｂn1）が設定される。第３アンプ３３には、利得（１）が設定される。

【手続補正８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５７】
第４アンプ４１では、図７に示すような第２アンプ３２の出力信号の電圧値（Ｓ３・Ｂn3／Ｓ２・Ｂn2）・Ｖ2から第３アンプ３３の出力信号の電圧値Ｖ3が減算され、その減算結果を示す電圧値〔（Ｓ３・Ｂn3／Ｓ２・Ｂn2）・Ｖ２－Ｖ３〕が出力される。これにより、（２）式に示される電圧Ｖ2から、第１バスバー１１０ａからの外部磁界による電圧値（Ｓ２・Ｂn2・Ｉ1）の成分を取り除くことが可能となる。

【手続補正９】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５８】
第５アンプ４２では、図７に示すような第１アンプ３１の出力信号の電圧値（Ｓ３・Ｂn3／Ｓ１・Ｂn1）・Ｖ1から第３アンプ３３の出力信号の電圧値Ｖ3が減算され、その減算結果を示す電圧値〔（Ｓ３・Ｂn3／Ｓ１・Ｂn1）・Ｖ１－Ｖ３〕が出力される。これにより、（１）式に示される電圧Ｖ1から、第１バスバー１１０ａからの外部磁界による電圧値（Ｓ１・Ｂn1・Ｉ1）の成分を取り除くことが可能となる。

【手続補正１０】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５９】
第６アンプ５１では、（２）式に示される電圧Ｖ2から、図７に示すような第３バスバー１１０ｃからの外部磁界による電圧値（Ｓ２・Ｂm2・Ｉ3）の成分を取り除くための利得〔（Ｂn3／Ｂn2）・Ｂm2－Ｂm3〕／〔（Ｂn3／Ｂn1）・Ｂm1－Ｂm3）〕が設定される。

【手続補正１１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６０】
第７アンプ６１では、図７に示すような第６アンプ５１の出力信号の電圧値〔（Ｂn3／Ｂn2）・Ｂm2－Ｂm3〕／〔（Ｂn3／Ｂn1）・Ｂm1－Ｂm3）〕×〔（Ｓ３・Ｂn3／Ｓ１・Ｂn1）・Ｖ１－Ｖ３〕から、図７に示すような第４アンプ４１の出力信号の電圧値〔（Ｓ３・Ｂn3／Ｓ２・Ｂn2）・Ｖ２－Ｖ３〕が減算される。これにより、（２）式に示される電圧Ｖ2から、第３バスバー１１０ｃからの外部磁界による電圧値（Ｓ２・Ｂm2・Ｉ3）の成分を取り除くことが可能となる。

【手続補正１２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６２

【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６２】
以上に説明したように、電流検出回路１０では、第１磁気検出素子２１により検出される電流を示す電圧Ｖ1、第２磁気検出素子２２により検出される電流を示す電圧Ｖ2、および、第３磁気検出素子２３により検出される電流を示す電圧Ｖ3に応じて、電圧Ｖ2から、第１バスバー１１０ａからの外部磁界による電圧値の成分、および、第３バスバー１１０ｃからの外部磁界による電圧値の成分を取り除く。これにより、電流検出回路１０では、第２磁気検出素子２２により検出される第２バスバー１１０ｂの電流値Ｉ2を示す検出信号の電圧Ｖ2において、第１バスバー１１０ａからの外部磁界および第３バスバー１１０ｃからの外部磁界をキャンセルする補正をすることができる。その結果として、電流検出回路１０では、第１バスバー１１０ａからの外部磁界および第３バスバー１１０ｃからの外部磁界をキャンセルした第２バスバー１１０ｂの電流値を示す検出電圧Ｖを出力することができる。
【手続補正１３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６３】
このように、電圧Ｖ2から複数の外部磁界をキャンセルして得られる検出電圧Ｖが、電流検出回路１０により検出された第２バスバー１１０ｂの電流値Ｉ2を示す電圧値として、電流検出回路１０から出力される。これにより、実施の形態１では、例えば第２電流センサ１００ｂのような電流センサにおける第１磁気検出素子２１～第３磁気検出素子２３に例えば第１バスバー１１０ａおよび第３バスバー１１０ｃのような複数の外部磁界源から生じる外部磁界が作用する場合でも、検出対象のバスバーに流れる電流の検出精度を向上させることができる。
【手続補正１４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６８】
なお、実施の形態１では、電流検出回路１０の一例として、第２バスバー１１０ｂの電流を検出する例を示した。第１バスバー１１０ａの電流を検出する第１電流センサ１００ａの電流検出回路、および、第３バスバー１１０ｃの電流を検出する第３電流センサ１００ｃの電流検出回路は、第２バスバー１１０ｂの電流を検出する電流検出回路１０と同様の技術思想により、複数の外部磁界をキャンセルする補正を含む電流の検出に関する処理を実行する回路として構成することが可能である。
【手続補正１５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７４
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７４】
図８および図９に示すように、第１磁気検出素子２１、第２磁気検出素子２２、および第３磁気検出素子２３が、少なくとも第２バスバー１１０ｂからの距離（高さ）が異なった配置状態であれば、電流検出回路１０では、第２磁気検出素子２２により検出される電流を示す検出信号の電圧Ｖ2において、実施の形態１の場合と同様に、第１バスバー１１０ａからの外部磁界および第３バスバー１１０ｃからの外部磁界をキャンセルする補正を

することができる。したがって、実施の形態２の構成においては、実施の形態１の構成で得られる効果と同様の効果を得ることができる。
【手続補正１６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７５】
　また、第１磁気検出素子２１、第２磁気検出素子２２、および、第３磁気検出素子２３は、少なくとも、第２バスバー１１０ｂからの距離（高さ）が異なった配置状態であればよいので、複数の磁気検出素子の配置の自由度を向上させることができる。このように、複数の磁気検出素子の配置については、自由度が向上するため、磁気検出素子間の設置誤差、および、バスバーに対する磁気検出素子の設置誤差に対して、ロバスト性があるので、製造プロセスにおける製造の容易化を向上させることができる。
【手続補正１７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７７】
　外部磁界検出回路１１は、電流検出回路１０と同様の接続関係で接続された第１アンプ３１～第７アンプ６１を含む。第１アンプ３１～第７アンプ６１においては、（２）式に示される電圧Ｖ2から、第１バスバー１１０ａからの外部磁界による電圧値（Ｓ2・Ｂn2・Ｉ1）の成分、および、第２バスバー１１０ｂからの磁界による電圧値（Ｓ2・Ｂ2・Ｉ2）の成分を取り除き、第３バスバー１１０ｃからの外部磁界による電圧値（Ｓ2・Ｂm3・Ｉ3）の成分を外部磁界の値として得ることを目的として、利得が設定される。
【手続補正１８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００７９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００７９】
　第１アンプ３１～第５アンプ４２の構成および利得が図７に示す第１アンプ３１～第５アンプ４２の構成および利得と同様であるので、第４アンプ４１では、前述したように、（２）式に示される電圧Ｖ2から、第１バスバー１１０ａからの外部磁界による電圧値（Ｓ2・Ｂn2・Ｉ1）の成分を取り除くことが可能となる。
【手続補正１９】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００８０】
　第６アンプ５１では、（２）式に示される電圧Ｖ2から、第２バスバー１１０ｂからの磁界による電圧値（Ｓ2・Ｂ2・Ｉ2）の成分を取り除くための利得〔（Ｂn3／Ｂn2）・Ｂ2－Ｂ3〕／〔（Ｂn3／Ｂn1）・Ｂ1－Ｂ3）〕が設定される。
【手続補正２０】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８１
【補正方法】変更
【補正の内容】

【００８１】
第７アンプ６１では、図１０に示すような第６アンプ５１の出力信号の電圧値〔（Ｂｎ３／Ｂｎ２）・Ｂ２－Ｂ３〕／〔（Ｂｎ３／Ｂｎ１）・Ｂ１－Ｂ３）〕×〔（Ｓ３・Ｂｎ３／Ｓ１・Ｂｎ１）・Ｖ１－Ｖ３〕から、図１０に示すような第４アンプ４１の出力信号の電圧値〔（Ｓ３・Ｂｎ３／Ｓ２・Ｂｎ２）・Ｖ２－Ｖ３〕が減算される。これにより、（２）式に示される電圧Ｖ２から、第２バスバー１１０ｂからの磁界による電圧値（Ｓ２・Ｂ２・Ｉ２）の成分が取り除かれる。
【手続補正２１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８２
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００８２】
第７アンプ６１での減算結果を示す電圧値Ｖを整理すると、図１０において検出電圧式７３として示されているようなＶ＝［〔（Ｂｎ３／Ｂｎ２）・Ｂ２－Ｂ３〕／〔（Ｂｎ３／Ｂｎ１）・Ｂ１－Ｂ３）〕×〔（Ｓ３・Ｂｎ３・Ｂｍ１／Ｂｎ１）－Ｓ３・Ｂｍ３〕－〔（Ｓ３・Ｂｎ３・Ｂｍ２／Ｂｎ２）－Ｓ３・Ｂｍ３〕］×Ｉ３となる。このように第７アンプ６１で演算される電圧値Ｖは、外部磁界検出回路１１による第３バスバー１１０ｃからの外部磁界の検出値を示す検出電圧Ｖとして外部磁界検出回路１１から出力される。
【手続補正２２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００８３】
以上に説明したように、外部磁界検出回路１１では、第１磁気検出素子２１により検出される電流を示す電圧Ｖ１、第２磁気検出素子２２により検出される電流を示す電圧Ｖ２、および、第３磁気検出素子２３により検出される電流を示す電圧Ｖ３に応じて、電圧Ｖ２から、第１バスバー１１０ａからの外部磁界による電圧値の成分、および、第２バスバー１１０ｂからの磁界による電圧値の成分を取り除く。これにより、外部磁界検出回路１１では、第２磁気検出素子２２により検出される電流を示す検出信号の電圧Ｖ２において、第１バスバー１１０ａからの外部磁界および第２バスバー１１０ｂからの磁界をキャンセルする補正をすることができる。
【手続補正２３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８４
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００８４】
このように、電圧Ｖ２から第１バスバー１１０ａからの外部磁界および第２バスバー１１０ｂからの磁界をキャンセルして得られる電圧Ｖが、第３バスバー１１０ｃからの外部磁界による検出電圧Ｖとして、外部磁界検出回路１１から出力される。これにより、実施の形態３では、第１磁気検出素子２１～第３磁気検出素子２３に複数の外部磁界源から生じる外部磁界が作用する場合に、外部磁界を検出することができる。
【手続補正２４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００８５】

実施の形態３では、外部磁界検出回路１１の一例として、第３バスバー１１０ｃからの外部磁界を検出する例を示した。第１バスバー１１０ａからの外部磁界を検出する外部磁界検出回路は、第３バスバー１１０ｃからの外部磁界を検出する外部磁界検出回路１１と同様の技術思想により構成することが可能である。例えば、電圧Ｖ2から第３バスバー１１０ｃからの外部磁界および第２バスバー１１０ｂからの磁界をキャンセルして得られる電圧Ｖが、第１バスバー１１０ａからの外部磁界による検出電圧Ｖとして出力されるような外部磁界検出回路を構成すれば、第１バスバー１１０ａからの外部磁界を検出すること

【手続補正２５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００８７】

なお、実施の形態３では、外部磁界検出回路１１の一例として、第１アンプ３１～第７アンプ６１の回路素子を用いて、外部磁界を検出する処理を実行する構成する例を示した。しかし、これに限らず、外部磁界検出回路としては、検出対象のバスバーからの磁界、および、検出対象以外のバスバーからの外部磁界をキャンセルする補正を含む電流の検出に関する処理が実行可能であれば、図１０に示した構成以外の回路素子の構成を採用してもよい。

【手続補正２６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００８８】

［実施の形態４］

次に、実施の形態４を説明する。実施の形態４では、複数の外部磁界として、第１バスバー１１０ａからの外部磁界と、例えば平行磁界である地磁気のようなバスバー以外からの外部磁界とが含まれる場合について、電流検出回路の例、および、外部磁界検出回路の例を説明する。

【手続補正２７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００８９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００８９】

図１１は、実施の形態４による第２電流センサ１００ｂが影響を受ける複数の外部磁界が第１バスバー１１０ａからの外部磁界とバスバー以外からの外部磁界とを含む場合の第１磁気検出素子２１、第２磁気検出素子２２、および、第３磁気検出素子２３と、第１バスバー１１０ａおよびバスバー以外からの外部磁界７との関係を示す図である。

【手続補正２８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００９０
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００９０】

図１１を参照して、第２電流センサ１００ｂが影響を受ける複数の外部磁界としては、第１バスバー１１０ａからの外部磁界と、バスバー以外からの外部磁界７とを含む場合がある。このような場合、第１磁気検出素子２１の検出信号の電圧Ｖ１（ｍＶ）は、下記（４）式で示される。第２磁気検出素子２２の検出信号の電圧Ｖ２（ｍＶ）は、下記（５）

式で示される。第３磁気検出素子２３の検出信号の電圧Ｖ３（ｍＶ）は、下記（６）式で示される。

【手続補正２９】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００９２
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００９２】
図１１のように、第２電流センサ１００ｂが影響を受ける複数の外部磁界として、第１バスバー１１０ａからの外部磁界と、バスバー以外からの外部磁界７とが含まれる場合は、上記の（４）式、（５）式、および、（６）式に示すように、上記の（１）式、（２）式、および、（３）式において、第３バスバー１１０ｃからの外部磁界の成分を、バスバー以外からの外部磁界７の成分に置き換えて示すことができる。

【手続補正３０】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００９３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００９３】
したがって、第２電流センサ１００ｂが影響を受ける複数の外部磁界として、第１バスバー１１０ａからの外部磁界と、バスバー以外からの外部磁界７とが含まれる場合は、（５）式において、第１バスバー１１０ａからの外部磁界の成分をキャンセルする補正、および、バスバー以外からの外部磁界７の成分をキャンセルする補正をして得られる検出電圧Ｖを出力する電流検出回路を、図７の電流検出回路１０と同様の技術思想に基づいて構成することが可能となる。このような電流検出回路を用いれば、第１磁気検出素子２１～第３磁気検出素子２３にバスバー以外からの外部磁界７を含む複数の外部磁界源から生じる外部磁界が作用する場合でも、検出対象のバスバーに流れる電流の検出精度を向上させることができる。

【手続補正３１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００９４
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００９４】
また、第２電流センサ１００ｂが影響を受ける複数の外部磁界として、第１バスバー１１０ａからの外部磁界と、バスバー以外からの外部磁界７とが含まれる場合は、図１０の外部磁界検出回路１１と同様の技術思想に基づいて、外部磁界を検出する外部磁界検出回路を構成することが可能となる。

【手続補正３２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００９５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００９５】
［実施の形態５］
次に、実施の形態５を説明する。実施の形態５では、第１電流センサ１００ａ、第２電流センサ１００ｂおよび第３電流センサ１００ｃのような電流センサを実装した後に、後述したテストモードで第１磁気検出素子２１、第２磁気検出素子２２、および、第３磁気検出素子２３により電流を検出し、そのテストモードでの電流の検出値に応じて、第１アンプ３１～第７アンプ６１のようなアンプの利得を調整することが可能な例を説明する。

【手続補正３３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１０３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１０３】
係数Ｂ1，Ｂ2，Ｂ3，Ｂn1，Ｂn2，Ｂn3，Ｂm1，Ｂm2，Ｂm3は、例えば次のような手順で求められる。まず、第１バスバー１１０ａのみに一定の電流Ｉ1を流す。これにより、（１）式～（３）式において、Ｖ1＝Ｓ1・Ｂn1・Ｉ1、Ｖ2＝Ｓ2・Ｂn2・Ｉ1、Ｖ3＝Ｓ3・Ｂn2・Ｉ1という電圧が外部に出力される。その場合は、感度Ｓ1，Ｓ2，Ｓ3、および、電流Ｉ1が既知であるので、Ｖ1＝Ｓ1・Ｂn1・Ｉ1、Ｖ2＝Ｓ2・Ｂn2・Ｉ1、Ｖ3＝Ｓ3・Ｂn2・Ｉ1という関係式から係数Ｂ1，Ｂ2，Ｂ3を計算により求めることができる。同様に、第２バスバー１１０ｂのみに一定の電流Ｉ2を流すと、同様の原理により、係数Ｂn1，Ｂn2，Ｂn3を計算により求めることができる。同様に、第３バスバー１１０ｃのみに一定の電流Ｉ3を流すと、同様の原理により、係数Ｂm1，Ｂm2，Ｂm3を計算により求めることができる。
【手続補正３４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１１９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１１９】
〈５〉前記少なくとも３つの磁界検出素子（第１磁気検出素子２１、第２磁気検出素子２２、第３磁気検出素子２３）は、第１磁界検出素子（第１磁気検出素子２１）と、第２磁界検出素子（第２磁気検出素子２２）と、第３磁界検出素子（第３磁気検出素子２３）とを含み、
前記電流検出回路（電流検出回路１０）は、
前記第１磁界検出素子の検出信号を増幅する第１アンプ（第１アンプ３１）と、
前記第２磁界検出素子の検出信号を増幅する第２アンプ（第２アンプ３２）と、
前記第３磁界検出素子の検出信号を増幅する第３アンプ（第３アンプ３３）と、
前記第２アンプの出力信号と前記第３アンプの出力信号との差を増幅する第４アンプ（第４アンプ４１）と、
前記第１アンプの出力信号と前記第３アンプの出力信号との差を増幅する第５アンプ（第５アンプ４２）と、
前記第５アンプの出力信号を増幅する第６アンプ（第６アンプ５１）と、
前記第４アンプの出力信号と前記第６アンプの出力信号との差を増幅する第７アンプ（第７アンプ６１）とを含み、
前記第１アンプ（第１アンプ３１）、前記第２アンプ（第２アンプ３２）、前記第３アンプ（第３アンプ３３）、前記第４アンプ（第４アンプ４１）、および、前記第５アンプ（第５アンプ４２）により、第１外部磁界源（第１バスバー１１０ａ）から生じる磁界をキャンセルする補正をし、
前記第６アンプ（第６アンプ５１）および前記第７アンプ（第７アンプ６１）により、第２外部磁界源（第３バスバー１１０ｃ、または外部磁界７）から生じる磁界をキャンセルする補正をする、〈１〉～〈４〉のいずれか１つに記載の電流センサ（第２電流センサ１００ｂ）。
【手続補正３５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１２０
【補正方法】変更
【補正の内容】

【０１２０】

〈６〉前記少なくとも３つの磁界検出素子（第１磁気検出素子２１、第２磁気検出素子２２、第３磁気検出素子２３）から出力された検出信号に応じ、前記磁界の検出信号において、前記複数の外部磁界源（第１バスバー１１０ａ、第３バスバー１１０ｃ、または外部磁界７）のうち<u>の１つ</u>から生じる磁界、および、前記バスバー（第２バスバー１１０ｂ）から生じる磁界をキャンセルする補正をし、前記補正をした検出信号を前記<u>複数の</u>外部磁界源<u>のうちの他の１つ</u>（第１バスバー１１０ａ、第３バスバー１１０ｃ、または外部磁界７）から生じる磁界の検出信号として出力する外部磁界検出回路（外部磁界検出回路１１）をさらに備える、〈１〉～〈５〉のいずれか１つに記載の電流センサ（第２電流センサ１００ｂ）。