

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-153307

(P2017-153307A)

(43) 公開日 平成29年8月31日(2017.8.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
HO2P 23/00 (2016.01)	HO2P 7/36 U	5H505
HO2P 21/00 (2016.01)	HO2P 5/408 A	
HO2P 27/04 (2016.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-35378 (P2016-35378)
 (22) 出願日 平成28年2月26日(2016.2.26)

(71) 出願人 00002233
 日本電産サンキョー株式会社
 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
 (74) 代理人 100097113
 弁理士 堀 城之
 (74) 代理人 100162363
 弁理士 前島 幸彦
 (74) 代理人 100194146
 弁理士 長谷川 明
 (74) 代理人 100194283
 弁理士 村上 大勇
 (74) 代理人 100141324
 弁理士 小河 卓

最終頁に続く

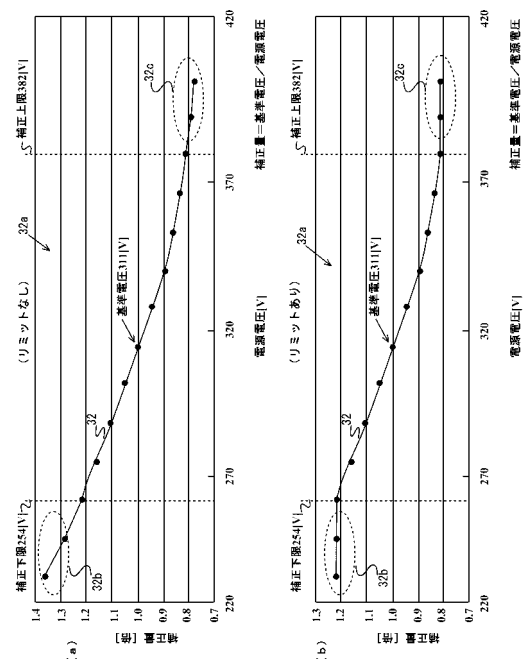
(54) 【発明の名称】 サーボアンプの電圧補償装置及びサーボアンプの電圧補償方法

(57) 【要約】

【課題】何らかの要因により電源電圧の変動を正しく検出できず、特に検出した結果が電圧補償外の電圧として誤って検出された場合であっても、サーボモータの動特性の制御の不安定の挙動を確実に抑制する。

【解決手段】電圧補償装置は、電源電圧を検出する電圧検出部と、電圧検出部が検出した電源電圧が基準電圧に対して変動すると、電源電圧の変動分を補正するための補正量を出力する電圧補償部と、補正量に基づき、サーボモータの駆動を制御する制御値のゲイン調整を行う変動補償部とを備えている。電圧補償部は、電源電圧の変動が電圧補償範囲外 32b、32c である場合、この電圧補償範囲外 32b、32c での補正量を出力することで、サーボモータを制御するサーボアンプに供給される電源電圧の変動を補償する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

サーボモータを制御するサーボアンプに供給される電源電圧の変動を補償するサーボアンプの電圧補償装置であって、

前記電源電圧を検出する電圧検出部と、

前記電圧検出部が検出した電源電圧が基準電圧に対して変動すると、前記電源電圧の変動分を補正するための補正量を出力する電圧補償部と、

前記補正量に基づき、前記サーボモータの駆動を制御する制御値のゲイン調整を行う変動補償部とを備え、

前記電圧補償部は、検出した前記電源電圧の変動が電圧補償範囲内である場合、この電圧補償範囲内での前記電源電圧に対応した補正量を出力し、検出した前記電源電圧の変動が電圧補償範囲外である場合、この電圧補償範囲外での前記電源電圧に対応した補正量を出力する

10

ことを特徴とするサーボアンプの電圧補償装置。

【請求項 2】

前記電圧補償部は、前記電圧補償範囲内及び前記電圧補償範囲外での補正量を求める補正曲線を有し、前記基準電圧に対する前記電源電圧の変動分の補正量を前記補正曲線から求めることを特徴とする請求項 1 に記載のサーボアンプの電圧補償装置。

【請求項 3】

前記補正曲線は、前記電圧補償範囲外では傾きが緩やかとなっていることを特徴とする請求項 2 に記載のサーボアンプの電圧補償装置。

20

【請求項 4】

前記補正曲線は、前記電圧補償範囲外では補正量が一定値となっていることを特徴とする請求項 2 に記載のサーボアンプの電圧補償装置。

【請求項 5】

前記電圧補償部は、前記電圧補償範囲内及び前記電圧補償範囲外での前記基準電圧に対する前記電源電圧の変動分の補正量を計算により求めることを特徴とする請求項 1 に記載のサーボアンプの電圧補償装置。

【請求項 6】

前記電圧補償範囲外での補正量は一定値となっていることを特徴とする請求項 5 に記載のサーボアンプの電圧補償装置。

30

【請求項 7】

前記電圧補償範囲は、補正下限及び補正上限を示す電圧により設定されていることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のサーボアンプの電圧補償装置。

【請求項 8】

前記制御値は、第 1 の電流指令と第 2 の電流指令とを有し、

前記変動補償部は、

前記第 1 の電流指令に対してゲイン調整を行う第 1 の電圧変動補償部と、

前記第 2 の電流指令に対してゲイン調整を行う第 2 の電圧変動補償部とを有し、

前記サーボアンプの前段に配置されている

ことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載のサーボアンプの電圧補償装置。

40

【請求項 9】

前記制御値は、前記サーボアンプ内の逆パーク変換部から出力される、3相のモータ電流を 2 つのベクトル直流成分で独立に制御するための第 1 の相の電圧と、第 2 の相の電圧とを有し、

前記変動補償部は、

前記第 1 の相の電圧に対してゲイン調整を行う第 1 の電圧変動補償部と、

前記第 2 の相の電圧に対してゲイン調整を行う第 2 の電圧変動補償部とを有し、

前記逆パーク変換部の後段に配置されていることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載のサーボアンプの電圧補償装置。

50

【請求項 10】

サーボモータを制御するサーボアンプに供給される電源電圧の変動を補償するサーボアンプの電圧補償方法であって、

電圧検出部により、前記電源電圧を検出する工程と、

電圧補償部により、前記電圧検出部が検出した電源電圧が基準電圧に対して変動すると、前記電源電圧の変動分を補正するための補正量を出力する工程と、

変動補償部により、前記補正量に基づき、前記サーボモータの駆動を制御する制御値のゲイン調整を行う工程とを有し、

前記電圧補償部は、検出した前記電源電圧の変動が電圧補償範囲内である場合、この電圧補償範囲内での前記電源電圧に対応した補正量を出力し、検出した前記電源電圧の変動が電圧補償範囲外である場合、この電圧補償範囲外での前記電源電圧に対応した補正量を出力する

10

ことを特徴とするサーボアンプの電圧補償方法。

【請求項 11】

前記電圧補償部は、前記電圧補償範囲内及び前記電圧補償範囲外での補正量を求める補正曲線を有し、前記基準電圧に対する前記電源電圧の変動分の補正量を前記補正曲線から求めることを特徴とする請求項 10 に記載のサーボアンプの電圧補償方法。

【請求項 12】

前記補正曲線は、前記電圧補償範囲外では傾きが緩やかとなっていることを特徴とする請求項 11 に記載のサーボアンプの電圧補償方法。

20

【請求項 13】

前記補正曲線は、前記電圧補償範囲外では傾きが一定値となっていることを特徴とする請求項 11 に記載のサーボアンプの電圧補償方法。

【請求項 14】

前記電圧補償部は、前記電圧補償範囲内及び前記電圧補償範囲外での前記基準電圧に対する前記電源電圧の変動分の補正量を計算により求めることを特徴とする請求項 10 に記載のサーボアンプの電圧補償方法。

【請求項 15】

前記電圧補償範囲外での補正量は一定値となっていることを特徴とする請求項 14 に記載のサーボアンプの電圧補償方法。

30

【請求項 16】

前記電圧補償範囲は、補正下限及び補正上限を示す電圧により設定されていることを特徴とする請求項 10 ~ 15 のいずれかに記載のサーボアンプの電圧補償方法。

【請求項 17】

前記制御値は、第 1 の電流指令と第 2 の電流指令とを有し、

前記変動補償部は、前記サーボアンプの前段で、

第 1 の電圧変動補償部により、前記第 1 の電流指令に対してゲイン調整を行う工程と、

第 2 の電圧変動補償部により、前記第 2 の電流指令に対してゲイン調整を行う工程と、

を有する

ことを特徴とする請求項 10 ~ 16 のいずれかに記載のサーボアンプの電圧補償方法。

40

【請求項 18】

前記制御値は、前記サーボアンプ内の逆パーク変換部から出力される、3相のモータ電流を 2 つのベクトル直流成分で独立に制御するための第 1 の相の電圧と、第 2 の相の電圧とを有し、

前記変動補償部は、前記逆パーク変換部の後段で、

第 1 の電圧変動補償部により、前記第 1 の相の電圧に対してゲイン調整を行う工程と、

第 2 の電圧変動補償部により、前記第 2 の相の電圧に対してゲイン調整を行う工程と、

を有する

ことを特徴とする請求項 10 ~ 16 のいずれかに記載のサーボアンプの電圧補償方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、サーボモータの駆動を制御するサーボアンプの電圧補償に係り、特にサーボアンプに供給される電源電圧の変動に対する補償に適したサーボアンプの電圧補償装置及びサーボアンプの電圧補償方法に関する。

【背景技術】

【0002】

サーボアンプは、回転検出器（エンコーダ）が検出したサーボモータのモータ軸の回転角度及び回転速度の検出結果と制御指令値とを比較し、検出結果を制御値に近づけるように、サーボモータの駆動を制御する。

10

【0003】

ところで、サーボアンプに印加される電源電圧は、国毎に異なる。また、サーボアンプに供給される電源電圧は、様々な要因により変動する。このように、電源電圧が国毎に異なったり、様々な要因により変動したりすると、サーボモータの電流制御の応答速度が変化してしまうので、回転角度及び回転速度の制御が適切に行われぬ。そこで、サーボモータを仕様通りに駆動させるために、サーボアンプに供給される電源電圧を、電源電圧の変動に応じて補正する必要がある。

【0004】

このようなサーボアンプに印加される電源電圧を補正するものとして、特許文献1では、サーボモータに電動機印加電圧を印加するPWMアンプゲイン部に電源電圧補正部を接続し、電源電圧補正部からの補正量によりPWMアンプゲイン部のゲインを調整するサーボアンプの電圧補正方法を提案している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2004-350433号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述したサーボアンプの電圧補正方法では、電源電圧補正部により、電源電圧変動時のサーボモータ側への印加電圧を補正しているため、電源電圧変動時のサーボモータの安定した動特性を得ることができる。

30

【0007】

ところで、電源電圧補正部は、電源電圧を補正するための電源電圧補正テーブルに基づき、電圧補償の範囲内での電源電圧の変動に対する補正量をPWMアンプゲイン部に与えている。この場合、電源電圧の変動を正しく検出できれば適切な補正量をPWMアンプゲイン部に与えることができる。ところが、何らかの要因により電源電圧の変動を正しく検出できず、特に検出した結果が電圧補償外の電圧として誤って検出された場合は、適切な補正量とは大きく異なる補正量で電源電圧を補正してしまい適切な補正量をPWMアンプゲイン部に与えることができない。

40

【0008】

このように、何らかの要因により電源電圧の変動を正しく検出できなかった場合、電源電圧補正部が適切な補正量をPWMアンプゲイン部に与えることができなくなると、サーボモータの動特性の制御が不安定になってしまうという問題がある。

【0009】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、電源電圧の変動を正しく検出できなかった場合、特に検出した結果が電圧補償外の電圧として誤って検出された場合であっても、サーボモータの動特性の制御の不安定の挙動を確実に抑制できるサーボアンプの電圧補償装置及びサーボアンプの電圧補償方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0010】

本発明のサーボアンプの電圧補償装置は、サーボモータを制御するサーボアンプに供給される電源電圧の変動を補償するサーボアンプの電圧補償装置であって、前記電源電圧を検出する電圧検出部と、前記電圧検出部が検出した電源電圧が基準電圧に対して変動すると、前記電源電圧の変動分を補正するための補正量を出力する電圧補償部と、前記補正量に基づき、前記サーボモータの駆動を制御する制御値のゲイン調整を行う変動補償部とを備え、前記電圧補償部は、検出した前記電源電圧が電圧補償範囲内である場合、この電圧補償範囲内での前記電源電圧に対応した補正量を出力し、検出した前記電源電圧が電圧補償範囲外である場合、この電圧補償範囲外での前記電源電圧に対応した補正量を出力することを特徴とする。

10

この構成では、電圧検出部が検出した電源電圧が基準電圧に対して変動すると、電圧補償部が電源電圧に対応した補正量を出力する。また、電圧補償部は、検出した電源電圧が電圧補償範囲内である場合、電圧補償範囲内での電源電圧に対応した補正量を出力し、検出した電源電圧が電圧補償範囲外である場合、電圧補償範囲外での電源電圧に対応した補正量を出力する。これにより、電圧補償部は、電源電圧を電圧補償外の電圧として誤って検出された場合であっても、電圧補償外での電圧の補正量が設定されているので、電圧補償範囲外での補正量を出力することで、サーボモータを制御するサーボアンプに供給される電源電圧の変動を補償することができる。

【0011】

また、前記電圧補償部は、前記電圧補償範囲内及び前記電圧補償範囲外での補正量を求める補正曲線を有し、前記基準電圧に対する前記電源電圧の変動分の補正量を前記補正曲線から求めることを特徴とする。

20

この構成では、電圧検出部が電源電圧の変動を電圧補償外の電圧として誤って検出した場合でも、電圧補償部が補正曲線から求めた電源電圧の変動分の補正量を出力することができる。

【0012】

また、前記補正曲線は、前記電圧補償範囲外では傾きが緩やかとなっていることを特徴とする。

この構成では、補正曲線の電圧補償範囲外での傾きが緩やかとなっているため、サーボモータの動特性の制御の不安定の挙動を緩やかに抑えることができる。

30

【0013】

また、前記補正曲線は、前記電圧補償範囲外では補正量が一定値となっていることを特徴とする。

この構成では、補正曲線の電圧補償範囲外での補正量が一定値となっているため、サーボモータの動特性の制御の不安定の挙動を一定の補正量で抑えることができる。

【0014】

また、前記電圧補償部は、前記電圧補償範囲内及び前記電圧補償範囲外での前記基準電圧に対する前記電源電圧の変動分の補正量を計算により求めることを特徴とする。

この構成では、電圧補償部が基準電圧に対する電源電圧の変動分の補正量を計算により求めるので、補正曲線を用いなくても電源電圧の変動分の補正量を出力することができる。

40

【0015】

また、前記電圧補償範囲外での補正量は一定値となっていることを特徴とする。

この構成では、補正曲線を用いなくても電圧補償範囲外では一定の補正量を出力することができる。

【0016】

また、前記電圧補償範囲は、補正下限及び補正上限を示す電圧により設定されていることを特徴とする。

この構成では、基準電圧に対する電源電圧の変動が電圧補償範囲の補正下限又は補正上限を超えた場合、補正下限又は補正上限を超えた電源電圧の変動分の補正量を確実に出力

50

することができる。

【0017】

また、前記制御値は、第1の電流指令と第2の電流指令とを有し、前記変動補償部は、前記第1の電流指令に対してゲイン調整を行う第1の電圧変動補償部と、前記第2の電流指令に対してゲイン調整を行う第2の電圧変動補償部とを有し、前記サーボアンプの前段に配置されていることを特徴とする。

この構成では、サーボアンプの前段で、第1の電圧変動補償部と第2の電圧変動補償部とにより、第1の電流指令と第2の電流指令に対するゲイン調整を行うため、サーボモータの3相分に対するゲイン調整に比べ少ない数でのゲイン調整を行うことができる。

【0018】

また、前記制御値は、前記サーボアンプ内の逆パーク変換部から出力される、3相のモータ電流を2つのベクトル直流成分で独立に制御するための第1の相の電圧と、第2の相の電圧とを有し、前記変動補償部は、前記第1の相の電圧に対してゲイン調整を行う第1の電圧変動補償部と、前記第2の相の電圧に対してゲイン調整を行う第2の電圧変動補償部とを有し、前記逆パーク変換部の後段に配置されていることを特徴とする。

この構成では、逆パーク変換部の後段で、第1の電圧変動補償部と第2の電圧変動補償部とにより、第1の相の電圧と第2の相の電圧に対するゲイン調整を行うため、サーボモータの3相分に対するゲイン調整に比べ少ない数でのゲイン調整を行うことができる。

【0019】

本発明のサーボアンプの電圧補償方法は、サーボモータを制御するサーボアンプに供給される電源電圧の変動を補償するサーボアンプの電圧補償方法であって、電圧検出部により、前記電源電圧を検出する工程と、電圧補償部により、前記電圧検出部が検出した電源電圧が基準電圧に対して変動すると、前記電源電圧の変動分を補正するための補正量を出力する工程と、変動補償部により、前記補正量に基づき、前記サーボモータの駆動を制御する制御値のゲイン調整を行う工程とを有し、前記電圧補償部は、検出した前記電源電圧が電圧補償範囲内である場合、この電圧補償範囲内での前記電源電圧に対応した補正量を出力し、検出した前記電源電圧が電圧補償範囲外である場合、この電圧補償範囲外での前記電源電圧に対応した補正量を出力することを特徴とする。

これにより、電源電圧が電圧補償外の電圧として誤って検出された場合であっても、電圧補償外の電圧の補正量が設定されているので、電圧補償範囲外での補正量を出力することで、サーボモータを制御するサーボアンプに供給される電源電圧の変動を補償することができる。

【0020】

また、前記電圧補償部は、前記電圧補償範囲内及び前記電圧補償範囲外での補正量を求める補正曲線を有し、前記基準電圧に対する前記電源電圧の変動分の補正量を前記補正曲線から求めることを特徴とする。

この構成では、電圧検出部が電源電圧の変動を電圧補償外の電圧として誤って検出した場合でも、電圧補償部が補正曲線から求めた電源電圧の変動分の補正量を出力することができる。

【0021】

また、前記補正曲線は、前記電圧補償範囲外では傾きが緩やかとなっていることを特徴とする。

この構成では、補正曲線の電圧補償範囲外での傾きが緩やかとなっているため、サーボモータの動特性の制御の不安定の挙動を緩やかに抑えることができる。

【0022】

また、前記補正曲線は、前記電圧補償範囲外では補正量が一定値となっていることを特徴とする。

この構成では、補正曲線の電圧補償範囲外での補正量が一定値となっているため、サーボモータの動特性の制御の不安定の挙動を一定の補正量で抑えることができる。

【0023】

10

20

30

40

50

また、前記電圧補償部は、前記電圧補償範囲内及び前記電圧補償範囲外での前記基準電圧に対する前記電源電圧の変動分の補正量を計算により求めることを特徴とする。

この構成では、電圧補償部が基準電圧に対する電源電圧の変動分の補正量を計算により求めるので、補正曲線を用いなくても電源電圧の変動分の補正量を出力することができる。

【0024】

また、前記電圧補償範囲外での補正量は一定値となっていることを特徴とする。

この構成では、補正曲線を用いなくても電圧補償範囲外では一定の補正量を出力することができる。

【0025】

また、前記電圧補償範囲は、補正下限及び補正上限を示す電圧により設定されていることを特徴とする。

この構成では、基準電圧に対する電源電圧の変動が電圧補償範囲の補正下限又は補正上限を超えた場合、補正下限又は補正上限を超えた電源電圧の変動分の補正量を確実に出力することができる。

【0026】

また、前記制御値は、第1の電流指令と第2の電流指令とを有し、前記変動補償部は、前記サーボアンプの前段で、第1の電圧変動補償部により、前記第1の電流指令に対してゲイン調整を行う工程と、第2の電圧変動補償部により、前記第2の電流指令に対してゲイン調整を行う工程と、を有することを特徴とする。

この構成では、サーボアンプの前段で、第1の電圧変動補償部と第2の電圧変動補償部とにより、第1の電流指令と第2の電流指令に対するゲイン調整を行うため、サーボモータの3相分に対するゲイン調整に比べ少ない数でのゲイン調整を行うことができる。

【0027】

また、前記制御値は、前記サーボアンプ内の逆パーク変換部から出力される、3相のモータ電流を2つのベクトル直流成分で独立に制御するための第1の相の電圧と、第2の相の電圧とを有し、前記変動補償部は、前記逆パーク変換部の後段で、第1の電圧変動補償部により、前記第1の相の電圧に対してゲイン調整を行う工程と、第2の電圧変動補償部により、前記第2の相の電圧に対してゲイン調整を行う工程と、を有することを特徴とする。

この構成では、逆パーク変換部の後段で、第1の電圧変動補償部と第2の電圧変動補償部とにより、第1の相の電圧と第2の相の電圧に対するゲイン調整を行うため、サーボモータの3相分に対するゲイン調整に比べ少ない数でのゲイン調整を行うことができる。

【発明の効果】

【0028】

本発明のサーボアンプの電圧補償装置及びサーボアンプの電圧補償方法によれば、何らかの要因により電源電圧の変動を正しく検出できず、特に検出した結果が電圧補償外の電圧として誤って検出された場合であっても、電圧補償範囲外での補正量を出力することで、サーボモータを制御するサーボアンプに供給される電源電圧の変動を補償することができ、サーボモータの動特性の制御の不安定の挙動を確実に抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明のサーボアンプの電圧補償装置の一実施形態を示すものであって、電圧補償装置の原理を説明するための図である。

【図2】図1の電圧補償装置などの具体的な構成の一例を示す図である。

【図3】図1及び図2の電圧補償部が保持する電圧補正テーブルの一例を示すものであって、図3(a)はリミットなしの場合の電圧補正テーブルを示す図であり、図3(b)はリミットありの場合の電圧補正テーブルを示す図である。

【図4】図3の電圧補正テーブルに基づいた補正曲線の一例を示すものであって、図4(a)は図3(a)の電圧補正テーブルに基づいた補正曲線を示す図であり、図4(b)は

10

20

30

40

50

図 3 (b) の電圧補正テーブルに基づいた補正曲線を示す図である。

【図 5】図 2 の電圧補償装置による電圧補償方法を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明のサーボアンプの電圧補償装置の一実施形態を、図 1 ~ 図 5 を参照しながら説明する。

【0031】

まず、図 1 により、サーボアンプの電圧補償装置（以下、電圧補償装置という）の原理について説明する。すなわち、電圧補償装置 10 は、たとえば電流制御部 50 とサーボアンプ 60 との間に配置されている。なお、サーボアンプ 60 の出力側には、エンコーダ 80 が搭載されたサーボモータ 70 が配置されている。また、サーボアンプ 60 には、図示しない電源回路から電源電圧が供給される。そして、サーボモータ 70 を駆動させるための制御値である電流指令が出されると、電流制御部 50 はサーボアンプ 60 側からの変換電流の偏差（電流指令に対する偏差）を無くすための電圧指令を電圧補償装置 10 に出力する。

【0032】

ここで、電圧補償装置 10 は、電圧検出部 20、電圧補償部 30 及び変動補償部 40 を備えている。そして、電圧検出部 20 が図示しない電源回路からの電源電圧を検出して電圧補償部 30 に出力する。また、電圧補償部 30 が後述の補正曲線 32 又は計算により、基準電圧に対して変動した電源電圧の補正量を求め変動補償部 40 に出力する。なお、電圧補償部 30 は、詳細については後述するが、電圧検出部 20 が検出した電源電圧が基準電圧に対し大幅にズレ、後述の補正曲線 32 の電圧補償範囲外まで変動すると、基準電圧からズレた電圧毎の補正量又は一定の補正量を出力する。

【0033】

また、変動補償部 40 が補正量に基づいて電流制御部 50 からの電圧指令のゲイン調整を行い、サーボアンプ 60 に出力すると、サーボアンプ 60 が変動補償部 40 によってゲイン調整された電圧指令に基づき、サーボモータ 70 の電流制御を行う。なお、エンコーダ 80 は、サーボモータ 70 のモータ軸の回転角度を検出してサーボアンプ 60 にフィードバックする。

【0034】

このように、電圧補償装置 10 は、電圧検出部 20 が電源電圧の変動を電圧補償外の電圧として誤って検出した場合でも、あるいは電圧検出部 20 が検出した電源電圧が電圧補償範囲外まで変動した場合であっても、基準電圧からズレた電圧毎の補正量又は一定の補正量を出力するので、サーボモータ 70 の動特性の制御が不安定になることを抑制できる。

【0035】

次に、図 2 を参照し、電圧補償装置 10 などの具体的な構成の一例について説明する。なお、以下の図において、図 1 と共通する部分については同一符号を付し、重複する説明は適宜行うものとする。

【0036】

まず、電圧補償装置 10 は、上述したように、たとえば電流制御部 50 とサーボアンプ 60 との間に配置されている。また、上述したように、サーボアンプ 60 の出力側には、サーボモータ 70 とエンコーダ 80 とが配置されている。

【0037】

また、電圧補償装置 10 は、上述したように、電圧検出部 20、電圧補償部 30 及び変動補償部 40 を備えている。電圧検出部 20 は、図示しない電源回路からの電源電圧の電圧を検出して電圧補償部 30 に出力する。電圧補償部 30 は、後述の補正曲線 32 又は計算により、基準電圧に対して変動した電源電圧の補正量を求め変動補償部 40 に出力する。なお、電圧補償部 30 は、詳細については後述するが、電圧検出部 20 が検出した電源

10

20

30

40

50

電圧が基準電圧に対し大幅にズレ、後述の補正曲線 3 2 の電圧補償範囲外まで変動すると、基準電圧からズレた電圧毎の補正量又は一定の補正量を出力する。

【 0 0 3 8 】

変動補償部 4 0 は、電圧変動補償部 4 1、4 2 を有している。電圧変動補償部 4 1 は、後述の P I 制御部 5 1 からの D 軸電圧指令に対してのゲイン調整を行い、サーボアンプ 6 0 に出力する。電圧変動補償部 4 2 は、後述の P I 制御部 5 2 からの Q 軸電圧指令に対してのゲイン調整を行い、サーボアンプ 6 0 に出力する。なお、変動補償部 4 0 は、後述のサーボアンプ 6 0 の逆パーク変換部 6 1 と空間ベクトル変調部 6 2 との間に配置されてもよい。

【 0 0 3 9 】

電流制御部 5 0 は、P I (P r o p o r t i o n a l I n t e g r a l) 制御部 5 1、5 2 を有している。P I 制御部 5 1 は、サーボモータ 7 0 を駆動させるための制御値である D 軸電流指令を基準とし、サーボアンプ 6 0 側からの D 軸電流の偏差を無くすための D 軸電圧指令を電圧変動補償部 4 1 に出力する。P I 制御部 5 2 は、サーボモータ 7 0 を駆動させるための制御値である Q 軸電流指令を基準とし、サーボアンプ 6 0 側からの Q 軸電流の偏差を無くすための Q 軸電圧指令を電圧変動補償部 4 2 に出力する。ここで、D 軸とは、座標変換を用いたモータのベクトル制御における界磁電流成分である。また、Q 軸とは、座標変換を用いたモータのベクトル制御におけるトルク電流成分である。

【 0 0 4 0 】

サーボアンプ 6 0 は、逆パーク変換部 6 1、空間ベクトル変調部 6 2、P W M (P u l s e W i d t h M o d u l a t i o n) 6 3、電流検出部 6 4、軸変換部 6 5 を有している。逆パーク変換部 6 1 は、エンコーダ 8 0 からの電気角(回転角)に基づき、電圧変動補償部 4 1 及び電圧変動補償部 4 2 からの D 軸電圧指令及び Q 軸電圧指令を固定座標から回転座標に変換し、2 相の電圧、 を空間ベクトル変調部 6 2 に出力する。

【 0 0 4 1 】

空間ベクトル変調部 6 2 は、2 相の電圧、 を 3 相 (U 相、V 相、W 相) の電圧に逆変換して P W M 6 3 に出力する。P W M 6 3 は、空間ベクトル変調部 6 2 からの U 相電圧指令、V 相電圧指令及び W 相電圧指令に応じたパルスサーボモータ 7 0 に出力する。

【 0 0 4 2 】

電流検出部 6 4 は、サーボモータ 7 0 の U 相電流、V 相電流及び W 相電流を検出して軸変換部 6 5 に出力する。軸変換部 6 5 は、電流検出部 6 4 からの U 相電流、V 相電流及び W 相電流を、D 軸電流及び Q 軸電流に変換して電流制御部 5 0 にフィードバックする。なお、D 軸電流は P I 制御部 5 1 にフィードバックされ、Q 軸電流は P I 制御部 5 2 にフィードバックされる。

【 0 0 4 3 】

サーボモータ 7 0 は、サーボアンプ 6 0 からの駆動電圧によって制御される。エンコーダ 8 0 は、サーボモータ 7 0 のモータ軸の電気角(回転角)を検出して逆パーク変換部 6 1 及び軸変換部 6 5 にフィードバックする。

【 0 0 4 4 】

次に、図 3 を参照し、電圧補償部 3 0 が保持する電圧補正テーブルの一例について説明する。なお、図 3 (a) はリミットなしの場合の電圧補正テーブルを示し、図 3 (b) はリミットありの場合の電圧補正テーブルを示している。また、電圧補償部 3 0 は、図 3 (a) の電圧補正テーブル又は図 3 (b) の電圧補正テーブルのいずれかにより、基準電圧に対して変動した電源電圧の補正量を求めることになるが、どちらの電圧補正テーブルを用いるかは予め設定しておくことができる。また、電圧補償部 3 0 は、電圧検出部 2 0 が検出した電源電圧 (D C) に基づき、補正量を求めるが、説明の都合上、電圧 (A C) とした場合で説明する。

【 0 0 4 5 】

まず、図 3 (a)、(b) に示す電圧補正テーブル 3 1 a、3 1 b は、基準電圧を 2 2 0 V (A C) とし、補正下限を 1 8 0 V (A C) とし、補正上限を 2 7 0 V (A C) とし

10

20

30

40

50

た場合の電圧（AC）及び補正量を有している。また、図3（a）、（b）に示す電圧補正テーブル31a、31bは、それぞれの電圧（AC）に対応した電圧（DC）を有している。なお、電圧（DC）は、電圧（AC）を全波整流したときの値である。また、電圧補償部30は、電圧検出部20が検出した電源電圧（DC）に基づき、補正量を求める。

【0046】

すなわち、基準電圧の220V（AC）は311.127V（DC）であり、補正下限の180V（AC）は254.5584V（DC）であり、補正上限の270V（AC）は381.8377V（DC）である。

【0047】

また、電圧補正テーブル31a、31bは、160V（AC）～290V（AC）までの値を有している。また、160V（AC）～290V（AC）は、226.2742V（DC）～410.1219V（DC）である。そして、180V（AC）～270V（AC）が電圧補償範囲内32aとされ、180V（AC）未満が電圧補償範囲外32bとされ、270V（AC）を超えた電圧が電圧補償範囲外32cとされている。ここで、電圧補償範囲内32a及び電圧補償範囲外32b、32cは、サーボモータ70の仕様に合わせた場合の一例であり、図3（a）、（b）に示す値に限定されるものではない。

10

【0048】

また、電圧補正テーブル31a、31bが有する補正量は、基準電圧に対する変動を補正するための値を示している。すなわち、補正量＝基準電圧／電源電圧の計算により求めることができる。具体的には、たとえば基準電圧である220V（AC）に対して、電源電圧がたとえば210V（AC）に変動した場合、 $220 / 210 = 1.047619$ が補正量となる。また、220V（AC）に対して、電源電圧がたとえば230V（AC）に変動した場合、 $220 / 230 = 0.956522$ が補正量となる。

20

【0049】

なお、電圧補正テーブル31aはリミットなしであるため、電圧補償範囲外32b、32cでは、 $220 / \text{変動電圧（AC）} = \text{補正量}$ となる。すなわち、基準電圧である220V（AC）に対して、電源電圧がたとえば170V（AC）に変動した場合、 $220 / 170 = 1.294118$ が補正量となる。また、基準電圧である220V（AC）に対して、電源電圧がたとえば280V（AC）に変動した場合、 $220 / 280 = 0.785714$ が補正量となる。つまり、電圧補償範囲外32b、32cでは、基準電圧からズレた電圧（AC）毎の補正量が用いられる。なお、電圧補償範囲外32b、32cでの補正量は、必ずしも図3（a）に示した値とする必要がない。すなわち、180V（AC）未満の電圧補償範囲外32bでは、基準電圧からズレた電圧（AC）毎の補正量を、図3（a）に示した値より小さくしてもよいし、270V（AC）を超えた電圧補償範囲外32cでは、基準電圧からズレた電圧（AC）毎の補正量を、図3（a）に示した値より大きくしてもよい。この場合、電圧補償範囲外32b、32cでは、さらに緩やかな電圧変動補償が可能となる。

30

【0050】

一方、電圧補正テーブル31bは、リミットありであるため、電圧補償範囲外32b、32cでは、 $220 / \text{変動電圧（AC）} = \text{補正量（一定）}$ となる。すなわち、基準電圧である220V（AC）に対して、電源電圧がたとえば180V（AC）未満の電圧として変動した場合、 $220 / 170 = 1.222222$ をリミットとした一定の補正量となる。また、基準電圧である220V（AC）に対して、電源電圧がたとえば270V（AC）を超えて変動した場合、 $220 / 280 = 0.814815$ をリミットとした一定の補正量となる。つまり、電圧補償範囲外32b、32cでは、常に一定の補正量が用いられる。

40

【0051】

なお、電圧補正テーブル31bでは、リミットを180V（AC）、270V（AC）としているが、必ずしもこの電圧（AC）に限るものではない。すなわち、リミットを170V（AC）、280V（AC）とするように、電圧補償範囲内32aから多少ズレた

50

値としてもよい。

【0052】

次に、図4を参照し、電圧補償部30が保持する補正曲線の一例について説明する。なお、図4(a)は図3(a)のリミットなしの電圧補正テーブル31aに基づいた補正曲線であり、図4(b)は図3(b)のリミットありの電圧補正テーブル31bに基づいた補正曲線である。

【0053】

まず、図4(a)、(b)の補正曲線32は、横軸を電圧(AC)を全波整流した電圧(DC)とし、縦軸を補正量として示している。また、補正下限(254V(DC))と補正上限(382V(DC))との間は、電圧補償範囲内32aであり、点線で囲った部分は電圧補償範囲外32b、32cである。また、基準電圧である311V(DC)は、220V(AC)を全波整流したときの値であり、説明の都合上、小数点以下を切り捨てて示している。また、補正曲線32の補正下限である254V(DC)は、180V(AC)を全波整流したときの値であり、説明の都合上、小数点以下を切り捨てて示している。また、補正曲線32の補正上限である382V(DC)は、270V(AC)を全波整流したときの値であり、説明の都合上、小数点以下を四捨五入して示している。

10

【0054】

図4(a)のリミットなしの補正曲線32から分かる通り、電圧補償範囲内32aでは電源電圧が基準電圧より小さい方に変動すると補正量が大きくなる。また、電圧補償範囲内32aでは電源電圧が基準電圧より大きい方に変動すると補正量が小さくなる。また、電圧補償範囲外32bでは、補正量が緩やかに高くなっていることが分かる。また、電圧補償範囲外32cでは、補正量が緩やかに小さくなっていることが分かる。

20

【0055】

また、図4(b)のリミットありの補正曲線32から分かる通り、電圧補償範囲内32aでは図4(a)と同様に、電源電圧が基準電圧より小さい方に変動すると補正量が大きくなる。また、電圧補償範囲内32aでは図4(a)と同様に、電源電圧が基準電圧より大きい方に変動すると補正量が小さくなる。一方、電圧補償範囲外32b、32cでは、補正量がリミットされることで一定値となっていることが分かる。

【0056】

なお、上述した説明では、電圧補償部30が図3に示した電圧補正テーブル31a、31bや、図4に示した補正曲線32に基づき、補正量を求めた場合としているが、この例に限るものではない。すなわち、電圧補償部30は、電圧補正テーブル31a、31bや補正曲線32を用いずに、基準電圧/電源電圧の計算により、補正量を求めてもよい。この場合、電圧補償部30は、補正下限と補正上限の電圧(DC)を有していればよい。また、電圧補償部30は、リミットありの場合、電源電圧が基準電圧の電圧補償範囲外32b、32cであることを確認し、一定の補正量を出力するようにすればよい。このようにすると、電圧補償部30は、電圧補正テーブル31a、31bや補正曲線32を用いなくても、補正量を出力することができる。また、電圧補正テーブル31a、31bや補正曲線32を用いない場合、電圧補償部30がワークエリアとして使用する図示しないメモリなどに電圧補正テーブル31a、31bや補正曲線32を記憶させなくてもよいため、図示しないメモリの容量を小さくできる。また、電圧補償部30は、計算により補正量を求めることができるので、電圧補正テーブル31a、31bや、補正曲線32を参照する処理を省くことができる。

30

40

【0057】

次に、図5を参照し、サーボンプ60の電圧補償方法について説明する。なお、以下では、電圧補償部30が図4(b)に示したリミットありの補正曲線32を参照して補正量を求めるものとして説明する。

【0058】

(ステップS101)

まず、電圧補償装置10の電圧検出部20は、図示しない電源回路から電源電圧の電圧

50

を検出して電圧補償部 30 に出力する。

【0059】

(ステップ S102)

電圧補償部 30 は、電圧検出部 20 が検出した電源電圧の電圧が電圧補償範囲外 32b、32c かどうかを判断する。この場合、電圧補償部 30 は、補正曲線 32 を参照し、電圧検出部 20 が検出した電源電圧の電圧が電圧補償範囲内 32a であれば、電圧補償範囲外 32b、32c でないと判断し (ステップ S102: No)、ステップ S107 に移行する。

これに対し、電圧補償部 30 は、補正曲線 32 を参照し、電圧検出部 20 が検出した電源電圧の値が電圧補償範囲外 32b 又は 32c であれば、電圧補償範囲外 32b、32c であると判断し (ステップ S102: Yes)、ステップ S103 に移行する。

10

【0060】

(ステップ S103)

電圧補償部 30 は、電圧補償範囲外 32b、32c での電源電圧に対応した補正量を求める。この場合、電圧補償部 30 は、補正曲線 32 を参照し、補正量を求める。

すなわち、電圧補償部 30 は、基準電圧である 311V (DC) に対して、電源電圧がたとえば補正下限の 254V (DC) 未滿となるように変動した場合、1.222222 をリミットとした一定の補正量を求める。

これに対し、電圧補償部 30 は、基準電圧である 311V (DC) に対して、電源電圧がたとえば補正上限の 382V (DC) を超えて変動した場合、0.814815 をリミットとした一定の補正量を求める。

20

【0061】

(ステップ S104)

電圧補償部 30 は、求めた補正量を変動補償部 40 の電圧変動補償部 41、42 に出力する。

【0062】

(ステップ S105)

変動補償部 40 は、補正量に基づいて制御電圧のゲインを調整する。

この場合、変動補償部 40 の電圧変動補償部 41 は、電流制御部 50 の PI 制御部 51 からの D 軸電圧指令に対してのゲイン調整を行い、サーボアンプ 60 に出力する。また、変動補償部 40 の電圧変動補償部 42 は、電流制御部 50 の PI 制御部 52 からの Q 軸電圧指令に対してのゲイン調整を行い、サーボアンプ 60 に出力する。

30

【0063】

(ステップ S106)

サーボアンプ 60 は、変動補償部 40 からのゲイン調整された電圧に基づき、サーボモータ 70 を制御する。

この場合、サーボアンプ 60 の逆パーク変換部 61 は、エンコーダ 80 からの電気角 (回転角) に基づき、電圧変動補償部 41 及び電圧変動補償部 42 からの D 軸電圧指令及び Q 軸電圧指令を固定座標から回転座標に変換し、2 相の電圧、を空間ベクトル変調部 62 に出力する。

40

また、空間ベクトル変調部 62 が 2 相の電圧、を 3 相 (U 相、V 相、W 相) の電圧に逆変換して出力すると、PWM 63 が空間ベクトル変調部 62 からの U 相電圧指令、V 相電圧指令及び W 相電圧指令に応じたパルスサーボモータ 70 に出力する。

また、電流検出部 64 がサーボモータ 70 の U 相電流、V 相電流及び W 相電流を検出して出力すると、軸変換部 65 が電流検出部 64 からの U 相電流、V 相電流及び W 相電流を、D 軸電流及び Q 軸電流に変換して電流制御部 50 にフィードバックする。

【0064】

(ステップ S107)

電圧補償部 30 は、変動した電源電圧の値が電圧補償範囲内 32a であれば、補正曲線 32 を参照し、電圧補償範囲内 32a での電源電圧に対応した補正量を求め、ステップ S

50

104に移行する。

【0065】

このように、本実施形態での電圧補償装置10は、電源電圧を検出する電圧検出部20と、電圧検出部20が検出した電源電圧が基準電圧に対して変動すると、電源電圧の変動分を補正するための補正量を出力する電圧補償部30と、補正量に基づき、サーボモータ70の駆動を制御する制御値のゲイン調整を行う変動補償部40とを備えている。

【0066】

そして、電圧補償部30は、電圧検出部20が検出した電源電圧の変動が電圧補償範囲内32aである場合、この電圧補償範囲内32aでの補正量を出力し、電圧検出部20が検出した電源電圧の変動が電圧補償範囲外32b、32cである場合、この電圧補償範囲外32b、32cでの補正量を出力することで、サーボモータ70を制御するサーボアンプ60に供給される電源電圧の変動を補償する。これにより、何らかの要因により電源電圧の変動を正しく検出できず、特に検出した結果が電圧補償外の電圧として誤って検出された場合であっても、サーボモータ70の動特性の制御の不安定の挙動を確実に抑制できる。

10

【0067】

また、本実施形態での電圧補償部30は、電圧補償範囲内32a及び電圧補償範囲外32b、32cでの補正量を求める補正曲線32を有している。これにより、電圧補償部30は、電圧検出部20が電源電圧の変動を電圧補償外の電圧として誤って検出した場合でも、補正曲線32から求めた電源電圧の変動分の補正量を出力することができる。

20

【0068】

また、本実施形態での補正曲線32は、電圧補償範囲外32b、32cでは傾きが緩やかとなっている。これにより、電圧補償範囲外32b、32cでの補正量は緩やかに変化するため、サーボモータ70の動特性の制御の不安定の挙動を緩やかに抑えることができる。

【0069】

また、本実施形態での補正曲線32は、電圧補償範囲外32b、32cでは補正量が一定値となっている。これにより、サーボモータ70の動特性の制御の不安定の挙動を一定の補正量で抑えることができる。

【0070】

また、本実施形態での電圧補償部30は、電圧補償範囲内32a及び電圧補償範囲外32b、32cでの基準電圧に対する電源電圧の変動分の補正量を計算により求める。これにより、電圧補償部30は、補正曲線32を用いなくても電源電圧の変動分の補正量を出力することができる。

30

【0071】

また、本実施形態での電圧補償部30は、計算により求めた電圧補償範囲外32b、32cでの補正量を一定としている。これにより、電圧補償部30は、補正曲線32を用いなくても電圧補償範囲外32b、32cでは一定の補正量を出力することができる。

【0072】

また、本実施形態での電圧補償範囲は、補正下限及び補正上限を示す電圧により設定されている。これにより、電圧補償部30は、基準電圧に対する電源電圧の変動が電圧補償範囲の補正下限又は補正上限を超えた場合、補正下限又は補正上限を超えた電源電圧の変動分の補正量を確実に出力することができる。

40

【0073】

また、本実施形態での制御値は、たとえばD軸電圧指令(第1の電流指令)とQ軸電圧指令(第2の電流指令)とを有している。この場合、D軸電圧指令(第1の電流指令)に対してゲイン調整を行う電圧変動補償部41(第1の電圧変動補償部)と、Q軸電圧指令(第2の電流指令)に対してゲイン調整を行う電圧変動補償部42(第2の電圧変動補償部)とを有する変動補償部40を、サーボアンプ60の前段に配置できる。これにより、サーボアンプ60の前段で、電圧変動補償部41(第1の電圧変動補償部)と電圧変動補

50

償部 4 2 (第 2 の電圧変動補償部) とにより、D 軸電圧指令 (第 1 の電流指令) と Q 軸電圧指令 (第 2 の電流指令) に対するゲイン調整を行うため、サーボモータ 7 0 の 3 相分 (U 相、V 相、W 相) に対するゲイン調整に比べ少ない数でのゲイン調整を行うことができる。

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態での制御値は、たとえばサーボアンプ 6 0 内の逆パーク変換部 6 1 から出力される、3 相のモータ電流を 2 つのベクトル直流成分で独立に制御するための電圧 (第 1 の相の電圧) と、電圧 (第 2 の相の電圧) とを有している。この場合、電圧 (第 1 の相の電圧) に対してゲイン調整を行う電圧変動補償部 4 1 (第 1 の電圧変動補償部) と、電圧 (第 2 の相の電圧) に対してゲイン調整を行う電圧変動補償部 4 2 (第 2 の電圧変動補償部) とを有する変動補償部 4 0 を、逆パーク変換部 6 1 の後段に配置できる。これにより、逆パーク変換部 6 1 の後段で、電圧変動補償部 4 1 (第 1 の電圧変動補償部) と電圧変動補償部 4 2 (第 2 の電圧変動補償部) とにより、電圧 (第 1 の相の電圧) と電圧 (第 2 の相の電圧) に対するゲイン調整を行うため、サーボモータ 7 0 の 3 相分 (U 相、V 相、W 相) に対するゲイン調整に比べ少ない数でのゲイン調整を行うことができる。

10

【 0 0 7 5 】

なお、本実施形態での電圧補償部 3 0 は、電圧検出部 2 0 が検出した電源電圧が基準電圧に対して変動すると、電源電圧の変動分を補正するための補正量を出力する場合として説明したが、何らかの要因により電圧検出部 2 0 が電源電圧の電圧を検出できなくなるとも想定される。この場合、電圧補償部 3 0 は、たとえば一定時間、電圧検出部 2 0 からの電源電圧の電圧が得られない場合、たとえば補正曲線 3 2 の電圧補償範囲外 3 2 b 又は 3 2 c での補正量を変動補償部 4 0 に出力してもよい。また、この場合、電圧補償範囲外 3 2 b 又は 3 2 c のどちらかの補正量を出力するかは、予め設定しておけばよい。

20

【 符号の説明 】

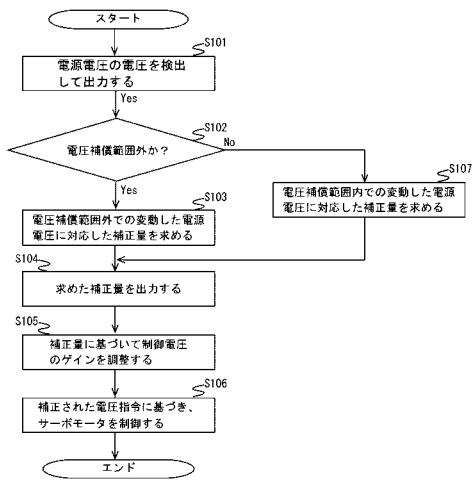
【 0 0 7 6 】

- 1 0 電圧補償装置
- 2 0 電圧検出部
- 3 0 電圧補償部
- 3 1 a、3 1 b 電圧補正テーブル
- 3 2 補正曲線
- 3 2 a 電圧補償範囲内
- 3 2 b、3 2 c 電圧補償範囲外
- 4 0 変動補償部
- 4 1、4 2 電圧変動補償部
- 5 0 電流制御部
- 5 1、5 2 P I 制御部
- 6 0 サーボアンプ
- 6 1 逆パーク変換部
- 6 2 空間ベクトル変調部
- 6 3 P W M
- 6 4 電流検出部
- 6 5 軸変換部
- 7 0 サーボモータ
- 8 0 エンコーダ

30

40

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 桃澤 義秋

長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 日本電産サンキョー株式会社内

(72)発明者 上甲 均

長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 日本電産サンキョー株式会社内

Fターム(参考) 5H505 DD03 EE41 EE49 GG04 GG08 JJ17 JJ24 JJ28 LL22 LL24
LL41 MM16