

(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2009-284682
(P2009-284682A)

(43) 公開日 平成21年12月3日(2009.12.3)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H02P 6/18 (2006.01) H02P 6/02 371T 5H560

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-134864 (P2008-134864)
(22) 出願日 平成20年5月23日(2008.5.23)

(71) 出願人 000004765
カルソニックカンセイ株式会社
埼玉県さいたま市北区日進町二丁目1917番地
(74) 代理人 100119644
弁理士 綾田 正道
(72) 発明者 新木 太
東京都中野区南台5丁目24番15号
カルソニックカンセイ株式会社内
Fターム(参考) 5H560 BB04 DA13 DC12 EB01 HA04
RR10 SS01 TT15 UA05 XA03
XA12

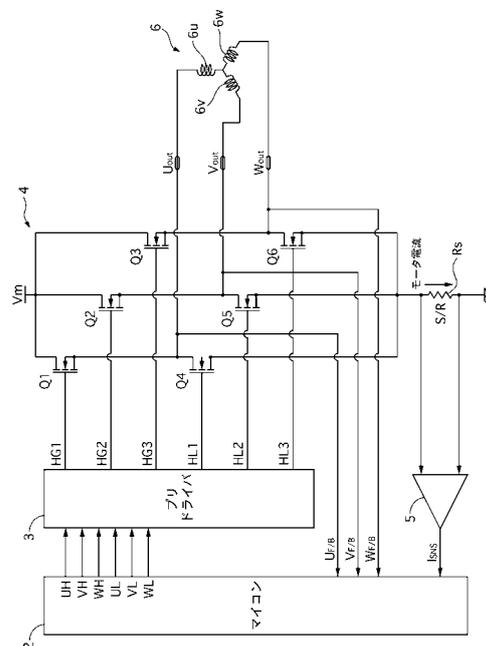
(54) 【発明の名称】 電動モータの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 強制的な同期運転からセンサレスの位置制御への切り替えを安定して早期に行うことができる電動モータの制御装置を提供すること。

【解決手段】 強制同期駆動制御から、逆起電圧の検出によりセンサレスで位置制御を行うセンサレス位置制御に切り替えるマイコン2を備え、マイコン2は、起動時に強制同期駆動制御を行なっている際に、モータ電流が安定すると、センサレス位置制御に切り替えるステップS3、S4の処理を備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

モータの逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、
モータ電流を検出するモータ電流検出手段と、
起動時に回転励磁による強制的な同期によりロータ回転数を上昇させる強制同期駆動制御から、逆起電圧の検出によりセンサレスで位置制御を行うセンサレス位置制御に切り替える制御手段を備え、

前記制御手段は、起動時に前記強制同期駆動制御を行なっている際に、前記モータ電流が安定すると、前記センサレス位置制御に切り替える、
ことを特徴とする電動モータの制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電動モータの制御装置において、
前記制御手段は、起動時に前記強制同期駆動制御を行なっている際に、前記モータ電流が安定し、且つ前記センサレス位置制御を行うのに十分な逆起電圧値に達すると、前記センサレス位置制御に切り替える、
ことを特徴とする電動モータの制御装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電動モータの制御装置の技術分野に属する。

20

【背景技術】**【0002】**

従来では、同期運転から位置検出運転に切り替える起動方式を採用したブラシレスモータの駆動装置において、位置検出中に極低速になった時は、再度、同期運転に切り替えるようにして、極低速運転を可能にしている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開平 5 - 2 2 7 7 8 7 号公報（第 2 - 4 頁、全図）

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかしながら、従来にあつては、同期運転による始動から逆起電圧による判定で位置検出運転への切り替えを行っているが、逆起電圧からの判断は、実際にはモータ回転の速度上昇の変動や、PWM制御によるスイッチングノイズ等で電圧だけで切り替えのタイミングをとることは難しい。逆起電圧を上げるには、十分モータ速度を上げる必要があり、位置検出運転に切り替えるには、回転数が高まるための時間が必要となるものであった。

30

【0004】

本発明は、上記問題点に着目してなされたもので、その目的とするところは、強制的な同期運転からセンサレスの位置制御への切り替えを安定して早期に行うことができる電動モータの制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

上記目的を達成するため、本発明では、モータの逆起電圧を検出する逆起電圧検出手段と、モータ電流を検出するモータ電流検出手段と、起動時に回転励磁による強制的な同期によりロータ回転数を上昇させる強制同期駆動制御から、逆起電圧の検出によりセンサレスで位置制御を行うセンサレス位置制御に切り替える制御手段を備え、前記制御手段は、起動時に前記強制同期駆動制御を行なっている際に、前記モータ電流が安定すると、前記センサレス位置制御に切り替える、ことを特徴とする。

40

【発明の効果】**【0006】**

よって、本発明にあつては、強制的な同期運転からセンサレスの位置制御への切り替えを安定して早期に行うことができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明の電動モータの制御装置を実現する実施の形態を、請求項1, 2に係る発明に対応する実施例1に基づいて説明する。

【実施例1】

【0008】

まず、構成を説明する。

図1は実施例1の電動モータ制御装置の制御回路のブロック図である。

電動モータ制御装置1は、マイコン2、ブリドライバ3、インバータ4、差動増幅部5、電流検出抵抗 R_s を備えている。

実施例1では、電動モータ6として3相ブラシレスモータを用いる。図1には、簡略化して3相のそれぞれのコイル 6_u , 6_v , 6_w を示す。

【0009】

マイコン2は、U相、V相、W相のフィードバック電圧と、差動増幅部5からのセンサ電流検出値に基づいて、強制同期運転及びセンサレス位置制御運転の制御演算を行う。そして、U相アッパーアーム側の指令信号 U_H 、U相ロアアーム側の指令信号 U_L 、V相アッパーアーム側の指令信号 V_H 、V相ロアアーム側の指令信号 V_L 、W相アッパーアーム側の指令信号 W_H 、W相ロアアーム側の指令信号 W_L をブリドライバに出力する。

【0010】

ブリドライバ3は、マイコン2からの指令信号に基づいて、各相のアッパーアーム側、ロアアーム側のスイッチ素子 $Q_1 \sim Q_6$ のゲート信号を出力する。

インバータ4は、供給電源からグランドへの間をU相、V相、W相に対応させて並列な3系統にする。そして、U相のアッパーアーム側としてスイッチ素子 Q_1 を設け、スイッチ素子 Q_1 の下流に直列してU相ロアアーム側のスイッチ素子 Q_4 を設け、スイッチ素子 Q_1 、 Q_4 の間をU相の制御出力とするハーフブリッジ構成にする。

また、V相のアッパーアーム側としてスイッチ素子 Q_2 を設け、スイッチ素子 Q_2 の下流に直列してV相ロアアーム側のスイッチ素子 Q_5 を設け、スイッチ素子 Q_2 、 Q_5 の間をV相の制御出力とするハーフブリッジ構成にする。

また、W相のアッパーアーム側としてスイッチ素子 Q_3 を設け、スイッチ素子 Q_3 の下流に直列してW相ロアアーム側のスイッチ素子 Q_6 を設け、スイッチ素子 Q_3 、 Q_6 の間をW相の制御出力とするハーフブリッジ構成にする。

【0011】

さらに、インバータ4の下流、つまりグランドとの間には、電流検出抵抗 R_s を設ける。電流検出抵抗 R_s は、通過電流値に応じた検出電圧を出力する。

そして、電流検出抵抗 R_s の両端を差動増幅部5の入力端子に接続する。差動増幅部5は、電流検出抵抗 R_s の検出電圧を増幅してマイコン2へ出力する。

また、インバータ4の各相の出力をマイコン2へ出力するようにし、各相のフィードバック電圧の検出ライン $U_{F/B}$ 、 $V_{F/B}$ 、 $W_{F/B}$ を設ける。

【0012】

作用を説明する。

[モータ起動処理]

図2に示すのは、実施例1のマイコン2で実行されるモータ起動処理の流れを示すフローチャートで、以下各ステップについて説明する。

【0013】

ステップS1では、マイコン2が、アライメント処理として、ローラ位置決めを行う。

【0014】

ステップS2では、マイコン2が、モータ強制同期駆動によって、モータの回転数を上昇させていく処理を行う。この強制同期では、例えばPWM制御において、出力デューティ比を一定とし、回転数を徐々に上げていく。

【0015】

10

20

30

40

50

ステップ S 3 では、マイコン 2 が、差動増幅部 5 からの入力により、検出電流が安定したかどうかを判定し、安定したならばステップ S 4 へ進む。安定しない場合には、ステップ S 2 へ戻る。

なお、検出電流の安定は、モータ負荷に応じた所定値に安定することになるが、起動時であるため、概ね低い値に安定することになる。そのため、低下を判断に含めるようにしてもよい。

【 0 0 1 6 】

ステップ S 4 では、マイコン 2 が、センサレス駆動のために BEMF である逆起電圧を検知する処理を行う。図 1 に示すマイコン 2 へ入力される各相のフィードバック電圧の検出ライン（図 1 では $U_{F/B}$ 、 $V_{F/B}$ 、 $W_{F/B}$ と示す）である。

10

【 0 0 1 7 】

ステップ S 5 では、マイコン 2 が、逆起電圧が閾値を超えたかどうかを判断し、超えたならばステップ S 6 へ進み、超えないならばステップ S 2 へ戻る。

【 0 0 1 8 】

ステップ S 6 では、マイコン 2 が、センサレス駆動として指示 PWM 信号をブリドライバ 3 へ出力する制御を行う。

【 0 0 1 9 】

ステップ S 7 では、マイコン 2 が、別に設定される目標に基づいてモータの加減速制御を行う。

【 0 0 2 0 】

上記の処理において、ステップ S 1 ~ S 5 までを強制同期モードとし、ステップ S 6 , S 7 を（定常）センサレス駆動とする。

20

【 0 0 2 1 】

[短時間で確実に起動する作用]

図 3 は強制同期でモータを駆動している状態の波形図である。図 4 は規定時間後にセンサレス位置制御に切り替えたが起動が充分でない状態の波形図である。図 5 は電流が安定し、逆起電圧が高まったタイミングでセンサレス位置制御に切り替えた状態の波形図である。なお、図 3 ~ 図 5 の波形は、スイッチ素子 Q 1 ~ Q 6 が MOS FET の場合で、U 相上側 MOS ゲート駆動電圧 U_{HG} 、U 相下側 MOS ゲート駆動電圧 U_{LG} 、V 相上側 MOS ゲート駆動電圧 V_{HG} 、V 相下側 MOS ゲート駆動電圧 V_{LG} 、W 相上側 MOS ゲート駆動電圧 W_{HG} 、W 相下側 MOS ゲート駆動電圧 W_{LG} 、U 相フィードバック電圧 U_{FB} 、V 相フィードバック電圧 V_{FB} 、W 相フィードバック電圧 W_{FB} 、モータ電流 I_{SNS} からなる。

30

【 0 0 2 2 】

3 相ブラシレス同期モータを起動させる際に、まず、アライメント処理として、所定コイルに通電することによりステータ側とロータの位置決めを行う（ステップ S 1）。

そして、ステータ側の回転磁界を強制的に駆動し、ロータを引き摺るようにして回転させ始めるモータ強制同期駆動（加速モード）を行う（ステップ S 2）。

最初は、励磁されるステータコアにロータマグネットが充分追従せず、位置ずれが生じているので、脱調気味の回転となる。そのため、電流が増加して段差が発生する（図 3 の符号 1 0 1 で示す電流の変化が大きい部分）。

40

【 0 0 2 3 】

さらに、ステータ側の強制的な回転磁界は、徐々に励磁する回転速度を上げていく。そのため、ロータ速度が上がるまでは、脱調気味の回転となる。そのため、電流波形は安定しない（リップル電流の振幅は大きい）。これは、ステップ S 3 における判断で検出される。

そして、回転磁界に対して、ロータ速度が同期すると、電流波形が負荷に応じた電流値で安定する（ステップ S 3 における判断で検出）。

実施例 1 では、このタイミングでセンサレス駆動に切り替える（ステップ S 4）。よって、起動が確実に安定する（図 5 の符号 1 0 3 で示すモータ電流 I_{SNS} の部分参照）。

50

その後は、センサレス駆動として、PWM制御が行われ、電動モータを、その要求に応じて加減速させる制御が行われる（ステップS6、S7）。

【0024】

なお、このタイミングは、逆起電圧による判定で切り替えるタイミングよりも早いタイミングとなる。逆起電圧により、センサレス駆動に切り替えることは、ある程度の回転数に達したことで、これに見合った逆起電圧値が派生していることが前提で、脱調をその後に生じないほど確実に逆起電圧を捉え同期していると判定するものであり、直接的に回転の安定、非安定を見るものではない。そのために、多くの余裕を見て、切り替えタイミングの逆起電圧値（あるいは時間）を設定し、この値に達した後に、センサレス駆動に切り替えていた。言い換えると、逆起電圧値は、回転の安定を見ているのではなく、回転数を

10

見ていると言ってもよい。よって、強制同期からセンサレス駆動に切り替えるタイミングを早くすると、その後に脱調が発生することになる。なお、切り替えの設定時間を短くして行く場合も同様であり、図4に符号102で示すモータ電流ISNSの部分のように、その後に脱調が発生することになる。

【0025】

そのため、実際にモータが低い回転数で同期して安定して回転した場合であっても、所定の回転数に達し、所定の逆起電圧に達するまでは（または設定された時間に達するまでは）、センサレス駆動に切り替えていなかった。

本実施例では、各相のスイッチ素子が構成するハーフブリッジの全体の下流にセンサ抵抗を設けている。このセンサ抵抗は、脱調及び脱調へ向かう不安定な回転状態が生じ、モータ負荷が増加し、電流が増加側に変動することで生じる電流の変動成分を検出する。この電流が負荷に応じた電流値に安定しているかどうかにより、ロータが脱調を起こしている状態から、同期して安定して回転している状態に移行したことを正確に捉えて、センサレス駆動に切り替える。

20

【0026】

言い換えると、本実施例では、従来よりも直接的に回転の安定を見ているといえる。これにより、より低い回転数であっても、同期してロータが安定回転したならば、後に脱調が生じるようなことなく、センサレス駆動に切り替えることが可能となる。

【0027】

なお、実施例1では、フローチャートにおいて、センサ電流値の安定を判定しても、所定の逆起電圧にならないとセンサレス駆動に切り替えないようにしている（ステップS5）。これは、非常に低い回転数での安定をセンサ電流により判定していても、センサレス駆動が良好に行える程度までは、逆起電圧の上昇を待っているのであり、従来のように同期の得られる回転数に達するのを待っているのではない。

30

そのため、このフローチャートにおける所定の逆起電圧になるとセンサレス駆動に移行するタイミングは、従来よりも非常に早いタイミングとなる。

また、電流安定は、所定時間の継続により判断すればよい。

【0028】

次に、効果を説明する。

実施例1の電動モータの制御装置にあつては、下記に列挙する効果を得ることができる。

40

【0029】

(1)モータの逆起電圧を検出する各相のフィードバック電圧の検出ライン $U_{F/B}$ 、 $V_{F/B}$ 、 $W_{F/B}$ と、モータ電流を検出する差動増幅部5及び電流検出抵抗 R_s と、起動時に回転励磁による強制的な同期によりロータ回転数を上昇させる強制同期駆動制御から、逆起電圧の検出によりセンサレスで位置制御を行うセンサレス位置制御に切り替えるマイコン2を備え、マイコン2は、起動時に強制同期駆動制御を行なっている際に、モータ電流が安定すると、センサレス位置制御に切り替えるステップS3、S4の処理を備えるため、ロータマグネットの回転と回転子側の通電が同期することで電流の乱れがなくなったことを検出、判断し、このタイミングでセンサレス位置制御へ切り替えることで、後に脱調する

50

ことなく、強制的な同期運転からセンサレスの位置制御への切り替えを安定して早期に行うことができる。

【0030】

(2)上記(1)において、マイコン2は、起動時に強制同期駆動制御を行なっている際に、モータ電流が安定し、且つセンサレス位置制御を行うのに十分な逆起電圧値に達すると、センサレス位置制御に切り替える、ステップS5の処理を備えるため、切り替え後のセンサレス位置制御が良好に行えるようにして、強制的な同期運転からセンサレス位置制御への早期の切り替えをさらに安定して行うようにできる。

【0031】

さらに従来では、逆起電圧が高い場合であっても、良好に起動させることができない場合がある。これに対して、実施例1の電動モータの制御装置では、逆起電圧の高低にかかわらず確実に電動モータを起動させることができる。

【0032】

以上、本発明の電動モータの制御装置を実施例1に基づき説明してきたが、具体的な構成については、これらの実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

例えば、実施例1では、電動モータは、3相スター結線を例としているが、3相デルタ結線であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】実施例1の電動モータ制御装置の制御回路のブロック図である。

【図2】実施例1のマイコン2で実行されるモータ起動処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】強制同期でモータを駆動している状態の波形図である。

【図4】規定時間後にセンサレス位置制御に切り替えたが起動が充分でない状態の波形図である。

【図5】電流が安定し、逆起電圧が高まったタイミングでセンサレス位置制御に切り替えた状態の波形図である。

【符号の説明】

【0034】

1 電動モータ制御装置

2 マイコン

3 プリドライバ

4 インバータ

5 差動増幅部

6 電動モータ

6u, 6v, 6w コイル

Q1 ~ Q6 スイッチ素子

Rs 電流検出抵抗

U_{F/B}、V_{F/B}、W_{F/B} フィードバック電圧の検出ライン

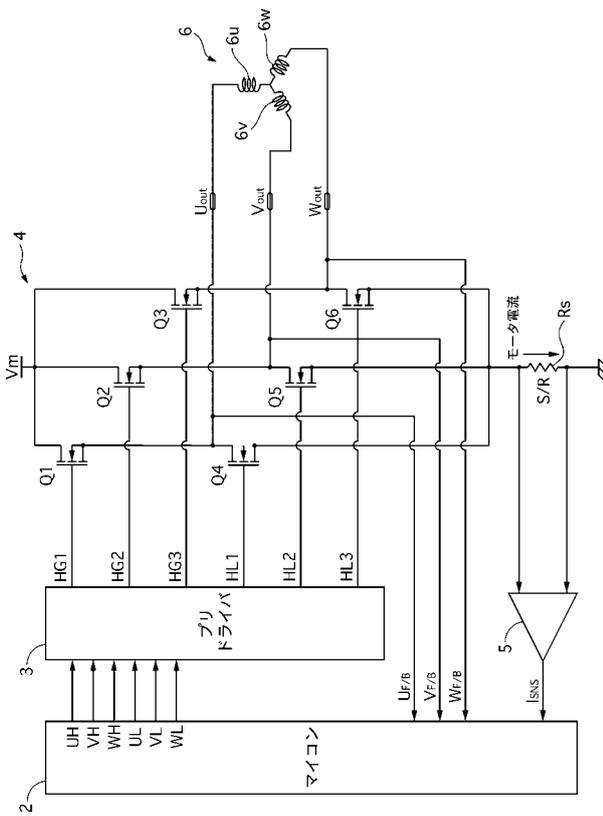
10

20

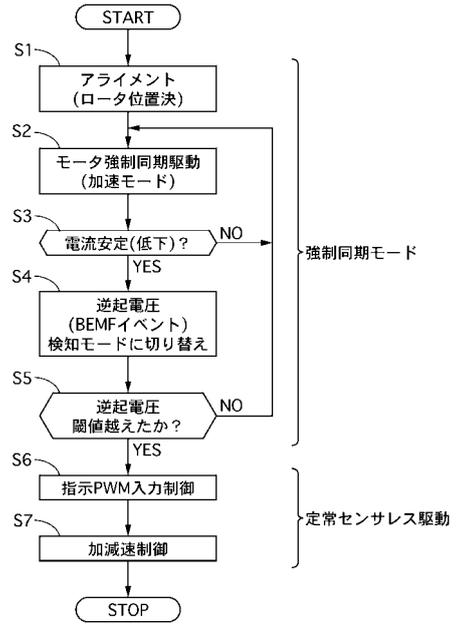
30

40

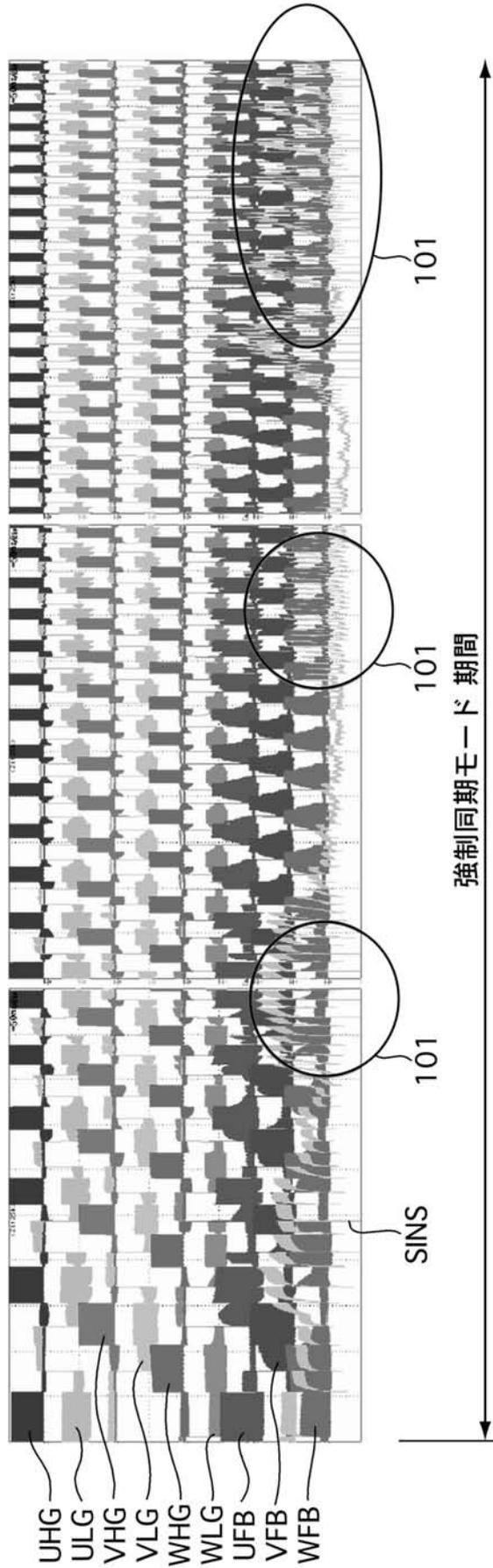
【図1】



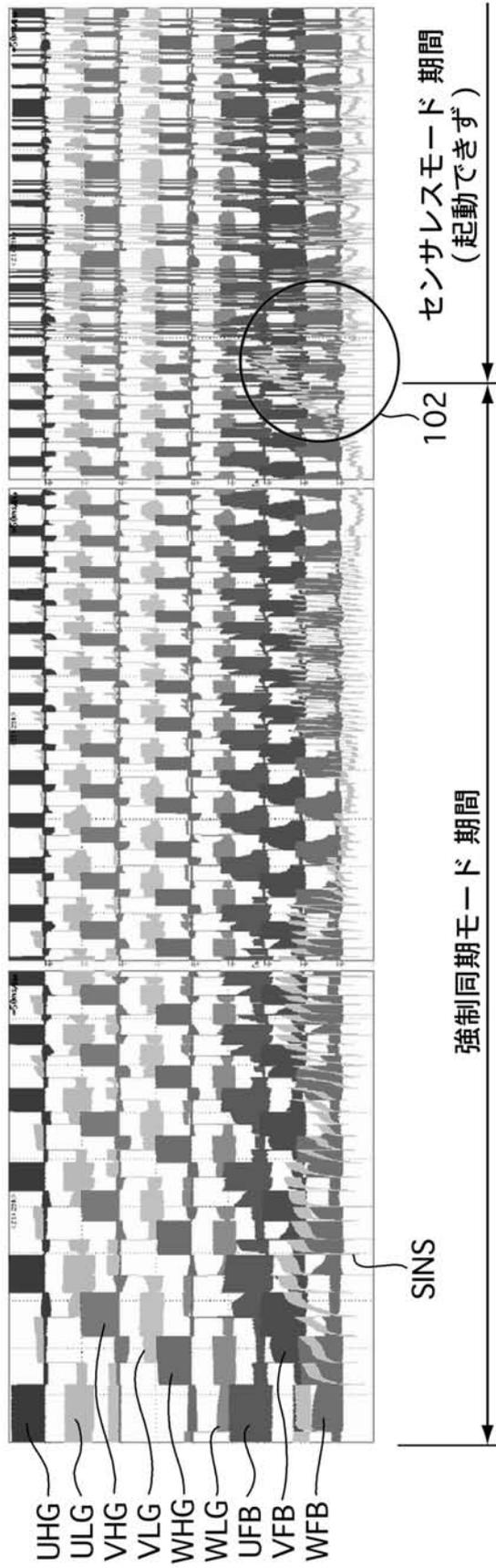
【図2】



【図 3】



【 図 4 】



【 図 5 】

