

(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2026-80050
(P2026-80050A)

(43)公開日

令和8年5月18日(2026.5.18)

(51)Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 2 P 25/18 (2006.01)	H 0 2 P 25/18	5 H 5 0 5
H 0 2 K 3/18 (2006.01)	H 0 2 K 3/18 J	5 H 6 0 3

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21)出願番号	特願2024-191527(P2024-191527)	(71)出願人	000005094 工機ホールディングス株式会社 東京都港区港南二丁目15番1号
(22)出願日	令和6年10月31日(2024.10.31)	(74)代理人	100136375 弁理士 村井 弘実
		(74)代理人	100079290 弁理士 村井 隆
		(72)発明者	武久 真之 茨城県ひたちなか市武田1060番地
		(72)発明者	谷本 英之 茨城県ひたちなか市武田1060番地
		Fターム(参考)	5H505 AA13 CC04 DD06 EE35 HA06 HB01 LL10 LL22 LL24 LL41 5H603 BB01 BB10 BB12 CA01 CA05 CA10 CB04 CB12

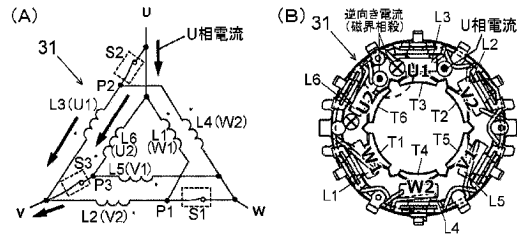
(54)【発明の名称】 作業機

(57)【要約】

【課題】 少ないスイッチ数で結線状態を切り替え可能な作業機を提供する。

【解決手段】 作業機 1 は、U相電圧入力部とV相電圧入力部との間に直列接続される第1コイルL1及び第2コイルL2と、第1コイルL1の一端と第2コイルL2の一端を接続する第1中間点P1と、V相電圧入力部とW相電圧入力部との間に直列接続される第3コイルL3及び第4コイルL4と、第3コイルL3の一端と第4コイルL4の一端を接続する第2中間点P2と、W相電圧入力部とU相電圧入力部との間に直列接続される第5コイルL5及び第6コイルL6と、第5コイルL5の一端と第6コイルL6の一端を接続する第3中間点P3と、第1中間点P1とW相電圧入力部とを接続又は遮断する第1スイッチS1と、第2中間点P2とU相電圧入力部とを接続又は遮断する第2スイッチS2と、第3中間点P3とV相電圧入力部とを接続又は遮断する第3スイッチS3と、を備える。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータの結線状態をデルタ直列結線状態とデルタ並列結線状態で切り替え可能な作業機であって、

前記デルタ直列結線状態においてU相電圧入力部とV相電圧入力部との間に直列接続される第1コイル及び第2コイルと、

前記第1コイルの一端と前記第2コイルの一端を接続する第1中間点と、

前記デルタ直列結線状態において前記V相電圧入力部とW相電圧入力部との間に直列接続される第3コイル及び第4コイルと、

前記第3コイルの一端と前記第4コイルの一端を接続する第2中間点と、

前記デルタ直列結線状態において前記W相電圧入力部と前記U相電圧入力部との間に直列接続される第5コイル及び第6コイルと、

前記第5コイルの一端と前記第6コイルの一端を接続する第3中間点と、

前記第1中間点と前記W相電圧入力部とを接続又は遮断する第1スイッチと、

前記第2中間点と前記U相電圧入力部とを接続又は遮断する第2スイッチと、

前記第3中間点と前記V相電圧入力部とを接続又は遮断する第3スイッチと、

前記第1スイッチ、前記第2スイッチ、及び前記第3スイッチの動作を制御する制御部と、

を備え、

前記デルタ直列結線状態において、前記制御部は、前記第1スイッチ、前記第2スイッチ、及び前記第3スイッチを遮断するよう構成され、

前記デルタ並列結線状態において、前記制御部は、前記第1スイッチ、前記第2スイッチ、及び前記第3スイッチを接続するよう構成される、

ことを特徴とする作業機。

【請求項 2】

請求項1に記載の作業機であって、

前記デルタ並列結線状態では、

前記第3コイルと前記第6コイルが前記U相電圧入力部と前記V相電圧入力部との間で並列接続され、

前記第2コイルと前記第5コイルが前記V相電圧入力部と前記W相電圧入力部との間で並列接続され、

前記第1コイルと前記第4コイルが前記W相電圧入力部と前記U相電圧入力部との間で並列接続される、

ことを特徴とする作業機。

【請求項 3】

請求項2に記載の作業機であって、

前記第1コイルが巻かれる第1ティースと、

前記第2コイルが巻かれる第2ティースと、

前記第3コイルが巻かれる第3ティースと、

前記第4コイルが巻かれる第4ティースと、

前記第5コイルが巻かれる第5ティースと、

前記第6コイルが巻かれる第6ティースと、を有し、

前記第1ティース、前記第6ティース、前記第3ティース、前記第2ティース、前記第5ティース、前記第4ティースの順で周方向に並ぶ、

ことを特徴とする作業機。

【請求項 4】

請求項3に記載の作業機であって、

前記デルタ並列結線状態において、

前記第3コイルと前記第6コイルは周方向で隣り合い、

前記第2コイルと前記第5コイルは周方向で隣り合い、

10

20

30

40

50

前記第 1 コイルと前記第 4 コイルは周方向で隣り合い、

前記第 3 ティースと前記第 6 ティースの間の第 1 スロットにおいて、前記第 3 コイルに流れる電流の方向は、前記第 6 コイルに流れる電流の方向と逆方向であり、

前記第 5 ティースと前記第 2 ティースの間の第 2 スロットにおいて、前記第 2 コイルに流れる電流の方向は、前記第 5 コイルに流れる電流の方向と逆方向であり、

前記第 1 ティースと前記第 4 ティースの間の第 3 スロットにおいて、前記第 1 コイルに流れる電流の方向は、前記第 4 コイルに流れる電流の方向と逆方向である、

ことを特徴とする作業機。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の作業機であって、

前記デルタ直列結線状態における、前記モータに負荷がかかっていない又は負荷が極めて小さい無負荷状態での前記モータの回転数は、前記デルタ並列結線状態における前記無負荷状態での前記モータの回転数の 4 倍以上である、

ことを特徴とする作業機。

【請求項 6】

第 1 ティース及び前記第 1 ティースに巻かれた第 1 コイルと、

第 2 ティース及び前記第 2 ティースに巻かれた第 2 コイルと、

第 3 ティース及び前記第 3 ティースに巻かれた第 3 コイルと、

第 4 ティース及び前記第 4 ティースに巻かれた第 4 コイルと、

第 5 ティース及び前記第 5 ティースに巻かれた第 5 コイルと、

第 6 ティース及び前記第 6 ティースに巻かれた第 6 コイルと、

を有するモータを備える作業機であって、

前記第 1 ティース、前記第 6 ティース、前記第 3 ティース、前記第 2 ティース、前記第 5 ティース、前記第 4 ティースの順で周方向に並び、

第 1 状態において、

前記第 3 コイルと前記第 6 コイルが U 相コイルであり、

前記第 2 コイルと前記第 5 コイルが V 相コイルであり、

前記第 1 コイルと前記第 4 コイルが W 相コイルであり、

前記第 3 ティースと前記第 6 ティースの間の第 1 スロットにおいて、前記第 3 コイルに流れる電流の方向は、前記第 6 コイルに流れる電流の方向と逆方向であり、

前記第 5 ティースと前記第 2 ティースの間の第 2 スロットにおいて、前記第 2 コイルに流れる電流の方向は、前記第 5 コイルに流れる電流の方向と逆方向であり、

前記第 1 ティースと前記第 4 ティースの間の第 3 スロットにおいて、前記第 1 コイルに流れる電流の方向は、前記第 4 コイルに流れる電流の方向と逆方向である、

ことを特徴とする作業機。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の作業機であって、

前記第 1 状態は、

U 相電圧入力部と V 相電圧入力部との間で前記第 3 コイルと前記第 6 コイルを並列に接続し、

前記 V 相電圧入力部と W 相電圧入力部との間で前記第 2 コイルと前記第 5 コイルを並列に接続し、

前記 W 相電圧入力部と前記 U 相電圧入力部との間で前記第 1 コイルと前記第 4 コイルを並列に接続したデルタ並列結線状態である、

ことを特徴とする作業機。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の作業機であって、

前記モータはデルタ直列結線状態と前記デルタ並列結線状態で切り替え可能に構成され、

前記デルタ直列結線状態は、

前記U相電圧入力部と前記V相電圧入力部との間で前記第1コイルと前記第2コイルを直列に接続し、

前記V相電圧入力部と前記W相電圧入力部との間で前記第3コイルと前記第4コイルを直列に接続し、

前記W相電圧入力部と前記U相電圧入力部との間で前記第5コイルと前記第6コイルを直列に接続した状態である、

ことを特徴とする作業機。

【請求項9】

請求項8に記載の作業機であって、

前記第1コイルの一端と前記第2コイルの一端を接続する第1中間点と、

前記第3コイルの一端と前記第4コイルの一端を接続する第2中間点と、

前記第5コイルの一端と前記第6コイルの一端を接続する第3中間点と、

前記第1中間点と前記W相電圧入力部とを接続又は遮断する第1スイッチと、

前記第2中間点と前記U相電圧入力部とを接続又は遮断する第2スイッチと、

前記第3中間点と前記V相電圧入力部とを接続又は遮断する第3スイッチと、

前記第1スイッチ、前記第2スイッチ、及び前記第3スイッチの動作を制御する制御部と、

を備え、

前記デルタ直列結線状態において、前記制御部は、前記第1スイッチ、前記第2スイッチ、及び前記第3スイッチを遮断するよう構成され、

前記デルタ並列結線状態において、前記制御部は、前記第1スイッチ、前記第2スイッチ、及び前記第3スイッチを接続するよう構成される、

ことを特徴とする作業機。

【請求項10】

モータの結線状態をデルタ直列結線状態とデルタ並列結線状態で切り替え可能な作業機であって、

前記デルタ並列結線状態における、前記モータに負荷がかかっていない又は負荷が極めて小さい無負荷状態での前記モータの回転数は、前記デルタ直列結線状態における前記無負荷状態での前記モータの回転数の4倍以上である、

ことを特徴とする作業機。

【請求項11】

請求項10に記載の作業機であって、

前記デルタ並列結線状態では、

周方向に互いに隣り合うティースに巻かれた2個のコイルが同相のコイルとなり、

同相の2個のコイルに流れる電流の方向が、当該2個のコイルが巻かれたティース間のスロットにおいて互いに逆方向となる、

ことを特徴とする作業機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、作業機に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1は、モータに加わる作業負荷の増加に応じてモータの巻線の結線状態をデルタ結線状態からY結線状態に切り替える作業機を開示する。特許文献2は、モータの回転を減速する減速機構の減速比を手動で切り替える切替機構を有する作業機を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2023/243361号

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2024-018362号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の作業機は、結線状態を切り替えるために5個又は6個のリレーを用いるため、大型化を抑えるためにはリレーの配置に工夫が必要であり、また小型の作業機には適用し難い場合がある。

【0005】

特許文献1の作業機は、結線状態を切り替えることで、特許文献2のような機械的な切替機構（以下「機械的切替機構」）によらずトルク対回転数特性を変化させることができ、しかし、結線状態の切替によるトルク対回転数特性の変化幅は約3倍であり、機械的切替機構によるトルク対回転数特性の変化幅（例えば4倍）には及ばない。

10

【0006】

通常の6スロットモータでは、各相の2個のコイルは、モータの中心軸を挟んで対向する2個のティースにそれぞれ巻かれる。こうした巻線形態のモータに対し、無負荷時ないし軽負荷時の回転数を向上できれば、モータの設計上好都合である。

【0007】

本発明の目的は、次の課題の少なくとも1つを解決することである。

- ・課題1...少ないスイッチ数で結線状態を切り替え可能な作業機を提供すること。
- ・課題2...結線状態の切り替えによるトルク対回転数特性の変化幅が大きい作業機を提供すること。
- ・課題3...同相の2個のコイルを対向配置する構成と比較して無負荷時ないし軽負荷時の回転数が高い作業機を提供すること。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のある態様は、

モータの結線状態をデルタ直列結線状態とデルタ並列結線状態で切り替え可能な作業機であって、

前記デルタ直列結線状態においてU相電圧入力部とV相電圧入力部との間に直列接続される第1コイル及び第2コイルと、

30

前記第1コイルの一端と前記第2コイルの一端を接続する第1中間点と、

前記デルタ直列結線状態において前記V相電圧入力部とW相電圧入力部との間に直列接続される第3コイル及び第4コイルと、

前記第3コイルの一端と前記第4コイルの一端を接続する第2中間点と、

前記デルタ直列結線状態において前記W相電圧入力部と前記U相電圧入力部との間に直列接続される第5コイル及び第6コイルと、

前記第5コイルの一端と前記第6コイルの一端を接続する第3中間点と、

前記第1中間点と前記W相電圧入力部とを接続又は遮断する第1スイッチと、

前記第2中間点と前記U相電圧入力部とを接続又は遮断する第2スイッチと、

前記第3中間点と前記V相電圧入力部とを接続又は遮断する第3スイッチと、

40

前記第1スイッチ、前記第2スイッチ、及び前記第3スイッチの動作を制御する制御部と、

を備え、

前記デルタ直列結線状態において、前記制御部は、前記第1スイッチ、前記第2スイッチ、及び前記第3スイッチを遮断するよう構成され、

前記デルタ並列結線状態において、前記制御部は、前記第1スイッチ、前記第2スイッチ、及び前記第3スイッチを接続するよう構成される、

ことを特徴とする作業機である。

【0009】

本発明の別の態様は、

50

第 1 ティース及び前記第 1 ティースに巻かれた第 1 コイルと、
 第 2 ティース及び前記第 2 ティースに巻かれた第 2 コイルと、
 第 3 ティース及び前記第 3 ティースに巻かれた第 3 コイルと、
 第 4 ティース及び前記第 4 ティースに巻かれた第 4 コイルと、
 第 5 ティース及び前記第 5 ティースに巻かれた第 5 コイルと、
 第 6 ティース及び前記第 6 ティースに巻かれた第 6 コイルと、
 を有するモータを備える作業機であって、
 前記第 1 ティース、前記第 6 ティース、前記第 3 ティース、前記第 2 ティース、前記第
 5 ティース、前記第 4 ティースの順で周方向に並び、
 第 1 状態において、

10

前記第 3 コイルと前記第 6 コイルが U 相コイルであり、
 前記第 2 コイルと前記第 5 コイルが V 相コイルであり、
 前記第 1 コイルと前記第 4 コイルが W 相コイルであり、
 前記第 3 ティースと前記第 6 ティースの間の第 1 スロットにおいて、前記第 3 コイル
 に流れる電流の方向は、前記第 6 コイルに流れる電流の方向と逆方向であり、
 前記第 5 ティースと前記第 2 ティースの間の第 2 スロットにおいて、前記第 2 コイル
 に流れる電流の方向は、前記第 5 コイルに流れる電流の方向と逆方向であり、
 前記第 1 ティースと前記第 4 ティースの間の第 3 スロットにおいて、前記第 1 コイル
 に流れる電流の方向は、前記第 4 コイルに流れる電流の方向と逆方向である、
 ことを特徴とする作業機である。

20

【0010】

本発明の別の態様は、
 モータの結線状態をデルタ直列結線状態とデルタ並列結線状態で切り替え可能な作業機
 であって、
 前記デルタ並列結線状態における、前記モータに負荷がかかっていない又は負荷が極めて
 小さい無負荷状態での前記モータの回転数は、前記デルタ直列結線状態における前記無
 負荷状態での前記モータの回転数の 4 倍以上である、
 ことを特徴とする作業機である。

【0011】

本発明は「電動作業機」や「電動工具」、「電気機器」等と表現されてもよく、そのよ
 うに表現されたものも本発明の態様として有効である。

30

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、上記課題の少なくとも 1 つを解決できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】実施形態に係る作業機 1 の左側面図。

【図 2】作業機 1 の回路ブロック図。

【図 3】(A)は、図 2 のステータ 31 のデルタ直列結線状態を示す回路図。(B)は、デル
 タ直列結線状態におけるステータ 31 のティース T1 ~ T6 の各々と各コイルの相との関
 係を示す図。

40

【図 4】(A)は、ステータ 31 のデルタ並列結線状態を示す回路図。(B)は、デルタ並列
 結線状態におけるティース T1 ~ T6 の各々と各コイルの相との関係を示す図。(C)は、
 図 3 (A)及び図 4 (A)のスイッチ S1 ~ S3 を半導体スイッチング素子で構成する場合の
 一例の説明図。

【図 5】(A)、(B)は、図 3 (A)、(B)に U 相電流の向きを示す矢印を付加した図。

【図 6】(A)、(B)は、図 4 (A)、(B)に U 相電流の向きを示す矢印を付加した図。

【図 7】(A)は、スイッチ S1 ~ S3 をリレーで構成した場合のセンサ基板 16 上での配
 置説明図。(B)は、スイッチ S1 ~ S3 を半導体スイッチング素子で構成した場合のセン
 サ基板 16 上での配置説明図。

50

【図 8】作業機 1 における先端工具のトルクに対する先端工具回転数（左軸）及びモータ 30 に流れる電流（右軸）の各関係のシミュレーション結果を、ギア変速で高回転モードと高トルクモードを切り替える場合と共に示すグラフ。

【図 9】作業機 1 の自動切替モードの制御フローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図 1 は、実施形態に係る作業機 1 の左側面図である。作業機 1 は、ドライバドリルである。図 1 により、作業機 1 の互いに直交する前後、上下方向を定義する。

【0015】

作業機 1 は、ハウジング 10 を備える。ハウジング 10 は、例えば左右二分割構造の樹脂成形体である。ハウジング 10 は、モータ収容部 11、ハンドル部 12、及び電池パック装着部 13 を有する。

10

【0016】

モータ収容部 11 は、中心軸が前後方向と平行な筒状部である。作業機 1 は、モータ収容部 11 の後部開口を覆うテールカバー 15 を備える。

【0017】

ハンドル部 12 は、モータ収容部 11 の下部から下方に延出する。作業機 1 は、ハンドル部 12 の上端部に、図 2 に示すモータ 30 の駆動、停止を指示する指示部としてのトリガスイッチ 17 を備える。作業機 1 は、モータ収容部 11 とハンドル部 12 との境界部分に、モータ 30 の正転、逆転を切替え可能な正逆切替スイッチ 19 を備える。

20

【0018】

電池パック装着部 13 は、ハンドル部 12 の下端部に接続される。電池パック装着部 13 は、作業機 1 の電源となる電池パック 40 を着脱可能に装着する。

【0019】

作業機 1 は、モータ収容部 11 の前方に、後方から順に、ギヤケース 26、クラッチダイヤル 27、フロントケース 28、出力軸としてのチャック 29 を備える。

【0020】

ギヤケース 26 は、モータ収容部 11 の前部にねじ止め等により固定される。クラッチダイヤル 27 は、前後方向においてギヤケース 26 とフロントケース 28 との間に挟まれる。クラッチダイヤル 27 を回すことで締付トルクが設定される。フロントケース 28 は、ギヤケース 26 に対してネジ止め等により固定される。チャック 29 は、減速機構（不図示）の出力側に接続され、ビット等の図示しない先端工具を保持する。

30

【0021】

図 2 は、作業機 1 の回路ブロック図である。

【0022】

モータ 30 は、例えば 4 極 6 スロットのインナーロータ型のブラシレスモータであり、ステータ 31 及びロータ 32 を備える。ステータ 31 の構成については後述する。

【0023】

電池パック 40 の出力端子間にインバータ回路 64 が設けられる。インバータ回路 64 は、三相ブリッジ接続された 6 つのスイッチング素子 Q1 ~ Q6 からなる。抵抗 65 は、モータ 30 に流れる電流（以下「モータ電流」）の経路に設けられる。

40

【0024】

制御回路電圧供給回路 51 は、電池パック 40 の出力電圧を演算部 70 等の電源電圧に変換し、演算部 70 等に供給する。制御回路電圧検出回路 53 は、制御回路電圧供給回路 51 の出力電圧を検出し、演算部 70 に送信する。モータ電流検出回路 52 は、抵抗 65 の電圧によりモータ電流を検出し、演算部 70 に送信する。電池電圧検出回路 55 は、電池パック 40 の出力電圧を検出し、演算部 70 に送信する。スイッチ素子駆動用電圧供給回路 54 は、電池パック 40 の出力電圧をステータ 31 のスイッチ S1 ~ S3 の駆動電圧に変換し、スイッチ S1 ~ S3 に供給する。

【0025】

50

制御信号出力回路 56 は、演算部 70 の制御に従い、インバータ回路 64 の各スイッチング素子のオンオフを制御する制御信号を出力する。ロータ位置検出回路 57 は、3 個のホール IC 63 (磁気センサ) の出力信号によりロータ 32 の位置 (以下「ロータ位置」) を検出し、演算部 70 に送信する。ホール IC 63 は、ロータ位置に応じた信号を出力する位置検出素子の一例である。

【0026】

回転数検出回路 58 は、ロータ位置検出回路 57 の出力信号によりモータ 30 の回転数を検出し、演算部 70 に送信する。巻線切替操作出力回路 59 は、演算部 70 の制御に従い、スイッチ S1 ~ S3 のオンオフを切り替える切替信号を出力する。モード切替スイッチ 60 は、ユーザが作業機 1 の動作モードを切り替えるスイッチであり、ユーザの操作に応じたモード切替信号を演算部 70 に送信する。照明 LED 駆動回路 61 は、演算部 70 の制御に従い、図示しない照明 LED を駆動する。表示 LED 駆動回路 62 は、演算部 70 の制御に従い、作業機 1 の動作モードを表示する図示しない表示 LED を駆動する。

【0027】

演算部 70 は、マイクロコントローラ等を含み、作業機 1 の全体の動作を制御する制御部である。演算部 70 は、トリガスイッチ 17 がオンになると、インバータ回路 64 の制御 (スイッチング素子 Q1 ~ Q6 のスイッチング制御) を通じてモータ 30 を駆動する。演算部 70 は、ロータ位置に応じて U、V、W の三相への通電を切り替えるようインバータ回路 64 を制御する転流制御を実行する。演算部 70 は、抵抗 65 の電圧によりモータ電流を検出する。演算部 70 は、モータ電流により、モータ 30 にかかる作業負荷を検出

【0028】

演算部 70 は、モード切替スイッチ 60 の操作に応じた動作モード (運転モード) でモータ 30 を駆動する。動作モードは、例えば、高回転モードに固定する高回転固定モード、高トルクモードに固定する高トルク固定モード、及び、作業負荷の増加に応じて高回転モードから高トルクモードに切り替える自動切替モード、の 3 種類である。

【0029】

図 3 (A) は、ステータ 31 のデルタ直列結線状態 (第 2 状態) を示す回路図である。

【0030】

ステータ 31 は、第 1 コイル L1 ~ 第 6 コイル L6 を有する。

【0031】

第 1 コイル L1 と第 2 コイル L2 は、U 相電圧入力部と V 相電圧入力部との間に直列接続される。第 1 中間点 P1 は、第 1 コイル L1 の一端と第 2 コイル L2 の一端を接続する。

【0032】

第 3 コイル L3 及び第 4 コイル L4 は、V 相電圧入力部と W 相電圧入力部との間に直列接続される。第 2 中間点 P2 は、第 3 コイル L3 の一端と第 4 コイル L4 の一端を接続する。

【0033】

第 5 コイル L5 及び第 6 コイル L6 は、W 相電圧入力部と U 相電圧入力部との間に直列接続される。第 3 中間点 P3 は、第 5 コイル L5 の一端と第 6 コイル L6 の一端を接続する。

【0034】

U 相電圧入力部、V 相電圧入力部、W 相電圧入力部は、インバータ接続部であり、それぞれ図 2 のインバータ回路 64 の U 相信号出力端子 (スイッチング素子 Q1、Q4 の相互接続部)、V 相信号出力端子 (スイッチング素子 Q2、Q5 の相互接続部)、W 相信号出力端子 (スイッチング素子 Q3、Q6 の相互接続部) に接続される。

【0035】

第 1 スイッチ S1 は、第 1 中間点 P1 と W 相電圧入力部とを接続又は遮断する。第 2 スイッチ S2 は、第 2 中間点 P2 と U 相電圧入力部とを接続又は遮断する。第 3 スイッチ S

3は、第3中間点P3とV相電圧入力部とを接続又は遮断する。第1スイッチS1、第2スイッチS2、及び第3スイッチS3の動作(オンオフ)は、図2の演算部70によって制御される。

【0036】

デルタ直列結線状態において、演算部70は、第1スイッチS1、第2スイッチS2、及び第3スイッチS3を遮断(オフ)するよう構成される。

【0037】

デルタ直列結線状態では、第1コイルL1及び第2コイルL2がU相電圧入力部とV相電圧入力部との間で直列接続されるU相コイルU1、U2となり、第3コイルL3及び第4コイルL4がV相電圧入力部とW相電圧入力部との間で直列接続されるV相コイルV1、V2となり、第5コイルL5及び第6コイルL6がW相電圧入力部とU相電圧入力部との間で直列接続されるW相コイルW1、W2となる。

10

【0038】

図4(A)は、ステータ31のデルタ並列結線状態(第1状態)を示す回路図である。

【0039】

デルタ並列結線状態において、演算部70は、第1スイッチS1、第2スイッチS2、及び第3スイッチS3を接続(オン)するよう構成される。

【0040】

デルタ並列結線状態では、第3コイルL3と第6コイルL6がU相電圧入力部とV相電圧入力部との間で並列接続されるU相コイルU1、U2となり、第2コイルL2と第5コイルL5がV相電圧入力部とW相電圧入力部との間で並列接続されるV相コイルV1、V2となり、第1コイルL1と第4コイルL4がW相電圧入力部とU相電圧入力部との間で並列接続されるW相コイルW1、W2となる。

20

【0041】

図3(A)及び図4(A)のスイッチS1~S3は、例えばリレー(A接点リレー)で構成されるが、別例として図4(C)に示すように半導体スイッチング素子(トランジスタ)で構成されてもよい。

【0042】

図4(C)の例では、スイッチS1は、例えばソース同士が互いに接続されたNチャンネル型FETQ7、Q8で構成される。スイッチS2、S3も同様に構成される。このように、ボディダイオードの極性が異なるように2個の半導体スイッチング素子を接続することで、リレーと同様に電流経路の接続、遮断が可能である。本実施形態の場合、スイッチS1~S3は、合計6個の半導体スイッチング素子で構成できる。半導体スイッチング素子としてIGBTを利用してもよい。

30

【0043】

図3(B)及び図4(B)は、それぞれデルタ直列結線状態及びデルタ並列結線状態におけるステータ31のティースT1~T6の各々と各コイルの相との関係を示す図である。

【0044】

ステータ31は、第1コイルL1が巻かれる第1ティースT1と、第2コイルL2が巻かれる第2ティースT2と、第3コイルL3が巻かれる第3ティースT3と、第4コイルL4が巻かれる第4ティースT4と、第5コイルL5が巻かれる第5ティースT5と、第6コイルL6が巻かれる第6ティースT6と、を有する。第1ティースT1、第6ティースT6、第3ティースT3、第2ティースT2、第5ティースT5、第4ティースT4の順で周方向に並ぶ。

40

【0045】

デルタ直列結線状態では、U相コイルU1、U2が対向する(ステータ31の周方向に180度離間する)。同様に、V相コイルV1、V2が対向し、W相コイルW1、W2が対向する。

【0046】

デルタ並列結線状態では、U相コイルU1、U2が周方向に隣り合い、V相コイルV1

50

、V 2 が隣り合い、W相コイルW 1、W 2 が隣り合う。

【 0 0 4 7 】

図 5 (A)、(B)は、図 3 (A)、(B)にU相電流の向きを示す矢印を付加した図である。

【 0 0 4 8 】

図 5 (A)に示すように、デルタ直列結線状態では、U相電流は、U相電圧入力部、第 1 コイルL 1 (U相コイルU 1)、第 2 コイルL 2 (U相コイルU 2)、V相電圧入力部、の順に流れる。

【 0 0 4 9 】

図 5 (B)に示すように、デルタ直列結線状態では、第 1 コイルL 1 (U相コイルU 1) に流れるU相電流と、第 2 コイルL 2 (U相コイルU 2) に流れるU相電流とは、互いに対向するスロットに流れるため、同じスロットにおいて逆向きのU相電流が流れることによる磁界相殺は発生しない。V相電流及びW相電流についても同様である。

10

【 0 0 5 0 】

図 6 (A)、(B)は、図 4 (A)、(B)にU相電流の向きを示す矢印を付加した図である。

【 0 0 5 1 】

図 6 (A)に示すように、デルタ並列結線状態では、U相電流は、U相電圧入力部、第 3 コイルL 3 (U相コイルU 1)及び第 6 コイルL 6 (U相コイルU 2)、V相電圧入力部、の順に流れる。

【 0 0 5 2 】

図 6 (B)に示すように、デルタ並列結線状態では、第 3 コイルL 3 (U相コイルU 1) に流れるU相電流と、第 6 コイルL 6 (U相コイルU 2) に流れるU相電流とは、部分的に同スロット(第 3 ティースT 3と第 6 ティースT 6との間の第 1 スロット)に流れ、かつ当該スロットにおいて逆向きになる。このため、同じスロットにおいて逆向きのU相電流が流れることによる磁界相殺が発生する。V相電流及びW相電流についても同様である。すなわち、図示は省略するが、V相電流も部分的に同スロット(第 5 ティースT 5と第 2 ティースT 2の間の第 2 スロット)に流れ、かつ当該スロットにおいて逆向きになり、同様に磁界相殺が発生する。W相電流も部分的に同スロット(第 1 ティースT 1と第 4 ティースT 4の間の第 3 スロット)に流れ、かつ当該スロットにおいて逆向きになり、同様に磁界相殺が発生する。

20

【 0 0 5 3 】

各コイルがステータ 3 1 の軸方向に長く周方向に短い長方形であることを考慮して、各コイルの短辺部の発生する磁界を無視すると、上記の磁界相殺により、第 3 コイルL 3 (U相コイルU 1)及び第 6 コイルL 6 (U相コイルU 2)の発生するトータルの磁界は約半分に減ることになる。これは、疑似的に第 3 コイルL 3 (U相コイルU 1)及び第 6 コイルL 6 (U相コイルU 2)の巻数が約半分相当になったことを意味する。V相電流及びW相電流における磁界相殺についても同様である。すなわち、上記の磁界相殺は、当該磁界相殺が無い場合と比較して、モータ 3 0 に負荷がかかっていない又は負荷が極めて小さい無負荷状態におけるモータ回転数(以下「無負荷回転数」)を約 2 倍に高める作用を持つ。

30

【 0 0 5 4 】

図 7 (A)は、スイッチ S 1 ~ S 3 をリレーで構成した場合のセンサ基板 1 6 上での配置説明図である。

40

【 0 0 5 5 】

センサ基板 1 6 は、中央にモータ 3 0 の回転軸が貫通する貫通孔 1 6 aを有し、モータ 3 0 の長手方向(軸方向)の端部に設けられ、モータ 3 0 と共にハウジング 1 0 のモータ収容部 1 1 に収容される。センサ基板 1 6 の一面であってモータ 3 0 の本体(モータ 3 0 のうち回転軸を除く部分)に対向する一面側に、モータ 3 0 の回転位置を検出する位置検出素子としてのホール IC 6 3 (図 2)が搭載される。センサ基板 1 6 の他面側において、モータ 3 0 の周方向に等角度間隔で第 1 スイッチ S 1、第 2 スイッチ S 2、及び第 3 スイッチ S 3 が配置される。リレーであるスイッチの数が 3 個と少ないため、センサ基板 1

50

6の他面側にスペース的な余裕があり、図示しない配線パターンのレイアウトの自由度が高く、設計の柔軟性や配線抵抗の低減等の点で有利である。

【0056】

図7(B)は、スイッチS1～S3を半導体スイッチング素子で構成した場合のセンサ基板16上での配置説明図である。リレーの場合と比較してスイッチの数は6個に増えるものの、半導体スイッチング素子はリレーと比較して小型のため、リレーの場合と同様にセンサ基板16の他面側にスペース的な余裕があり、リレーの場合と同様の効果がある。更に、半導体スイッチング素子の場合、リレーの場合と比較して高さ方向が大幅に小さくなるため、モータ30全体の小型化が可能となる。

【0057】

図7(A)、(B)のいずれの場合も、周方向においてスイッチS1、S2の間にV相電圧入力部(図中「V」で示す)が設けられ、スイッチS2、S3の間にW相電圧入力部(図中「W」で示す)が設けられ、スイッチS3、S1の間にU相電圧入力部(図中「U」で示す)が設けられる。

【0058】

図8は、作業機1のデルタ並列結線状態(高回転モード)とデルタ直列結線状態(高トルクモード)の各々における先端工具のトルクに対する先端工具回転数(左軸)及びモータ電流(右軸)の各関係のシミュレーション結果を、ギア変速で高回転モードと高トルクモードを切り替える場合(比較構成)と共に示すグラフである。比較構成に関し、高トルクモードの減速比は高回転モードの減速比の4倍とした。シミュレーションは、高トルクモードにおける作業機1と比較構成のトルク対回転数特性が近くなるような条件設定の下で行った。

【0059】

図8より、作業機1は、デルタ並列結線状態(高回転モード)とデルタ直列結線状態(高トルクモード)との切り替えにより、無負荷回転数を約4:1の比率で変化させることができ、ギア変速で高回転モードと高トルクモードを切り替える場合に劣らない幅の特性変化を実現できることが分かる。更に、高トルクモードでは同一電流において高回転モードに対して4倍以上のトルクが出せるようになる。

【0060】

図8において、作業機1のデルタ並列結線状態の方が比較構成の高回転モードよりも無負荷回転数が高くなっているのは、デルタ並列結線状態では周方向に隣接する2つのティースを同一相として上記の磁界相殺を発生させていることに起因する。周方向に隣接する2つのティースを同一相として上記の磁界相殺を発生させることで、3スロット構成の場合と比較して効率は悪化する(同じトルクを出すために必要なモータ電流は大きくなる)ものの、無負荷回転数が高くなる。この効果を踏まえると、デルタ並列結線状態における無負荷回転数は、デルタ直列結線状態における無負荷回転数の4倍以上となる。

【0061】

図9は、作業機1の自動切替モードの制御フローチャートである。

【0062】

演算部70は、起動すると高回転モードとなり、図4(A)に示すようにスイッチS1～S3を接続し(S11)、モータ30の結線状態をデルタ並列結線状態とする。演算部70は、トリガスイッチ17がオンになると(S13)、インバータ回路64を駆動する(S15)。演算部70は、モータ電流が高負荷検出閾値(例えば110A)を超えていなければ(S17の「いいえ」)、トリガスイッチ17がオンされている限り高回転モードでのモータ30の駆動を継続する(S21の「トリガON維持」 S15)。

【0063】

演算部70は、モータ電流が高負荷検出閾値を超え(S17の「はい」)、高負荷検出閾値を超えた状態が一定時間(例えば1ms)以上継続すると(S19の「はい」)、インバータ回路64の駆動を停止し(S27)、高トルクモードとなり、図3(A)に示すようにスイッチS1～S3を遮断し(S29)、モータ30の結線状態をデルタ直列結線状態

10

20

30

40

50

とし、再度インバータ回路 64 を駆動する (S31)。演算部 70 は、トリガスイッチ 17 がオンされている限り高トルクモードでのモータ 30 の駆動を継続する (S33 の「トリガ ON 維持」 S31)。

【0064】

演算部 70 は、インバータ回路 64 を駆動しているとき (S15、S31) においてトリガスイッチ 17 がオフになると (S21、S33 の「トリガ OFF」)、ブレーキ制御を行い (S23、S35)、モータ 30 が停止すると (S25、S37 の「はい」)、S11 に戻る。ブレーキ制御は、例えば電気ブレーキ制御であり、具体的には、スイッチング素子 Q4 ~ Q6 をオン、スイッチング素子 Q1 ~ Q3 をオフとする制御である。

【0065】

図示は省略するが、演算部 70 は、高トルクにおいてモータ電流が低負荷検出閾値を下回ると、インバータ回路 64 の駆動を停止し、高回転モードとなり、図 4 (A) に示すようにスイッチ S1 ~ S3 を接続し、モータ 30 の結線状態をデルタ並列結線状態とし、再度インバータ回路 64 を駆動する。結線状態の切り替えの頻発を抑制する観点から、低負荷検出閾値は高負荷検出閾値よりも所定幅以上小さく設定する。所定幅は実験的に定められる。

【0066】

本実施形態は、下記の作用効果を奏する。

【0067】

(1) 作業機 1 は、第 1 中間点 P1 と W 相電圧入力部とを接続又は遮断する第 1 スイッチ S1 と、第 2 中間点 P2 と U 相電圧入力部とを接続又は遮断する第 2 スイッチ S2 と、第 3 中間点 P3 と V 相電圧入力部とを接続又は遮断する第 3 スイッチ S3 と、を備える。演算部 70 は、デルタ直列結線状態では第 1 スイッチ S1、第 2 スイッチ S2、及び第 3 スイッチ S3 を遮断し、デルタ並列結線状態では第 1 スイッチ S1、第 2 スイッチ S2、及び第 3 スイッチ S3 を接続するよう構成される。このため、デルタ直列結線状態とデルタ並列結線状態との切り替えを、従来のスター結線とデルタ結線との切り替えと比較して少ないスイッチ数 (リレーの場合は 3 個、半導体スイッチング素子の場合は 6 個) で実現でき、製品の大型化を抑制できる。

【0068】

(2) 作業機 1 のデルタ並列結線状態では、周方向に隣接する 2 つのティースに巻かれたコイルが同一相となり、当該 2 つのティース間のスロットでは相電流の向きが逆になる (図 6 (B))。このため、同じスロットにおいて逆向きの相電流が流れることによる磁界相殺が発生し、実質的にコイルの巻数が半分相当になる。このため、作業機 1 のデルタ直列結線状態とデルタ並列結線状態とを比較すると、結線状態の違いに起因し磁界相殺の影響を除いたトルク対回転数特性の変化幅 (約 2 倍) と、磁界相殺によるトルク対回転数特性の変化幅 (約 2 倍) との掛け算により、トルク対回転数特性の変化幅が合計約 4 倍になる。すなわち本実施形態の作業機 1 によれば、機械的切替機構によるトルク対回転数特性の変化幅 (例えば 4 倍) と同等の幅のトルク対回転数特性の変化を、機械的切替機構によらず実現できる。

【0069】

(3) 作業機 1 のデルタ並列結線状態では、周方向に隣接する 2 つのティースに巻かれたコイルを同一相として上記の磁界相殺を発生させることで、通常の 6 スロットモータのように各相の 2 個のコイルを対向配置する場合のデルタ並列結線状態と比較して、無負荷回転数を向上できる。よって、効率を落としても無負荷回転数を高めたいといったニーズ、例えば中トルク、高トルクが不要で、従来の部品を使用して製造コストを抑えたいという場合に好適に応えることができ、モータ 30 の設計上好都合である。なお、上記の磁界相殺を発生させる構成でも、作業機で一般的に使用される 6 スロットのティースを使用できるため、別途のティースを準備することによるコスト増大が抑制される。

【0070】

以上、実施形態を例に本発明を説明したが、本発明は実施形態に限定されない。実施形

10

20

30

40

50

態で具体的に説明した各事項には請求項に記載の範囲で種々の変形が可能である。

【0071】

本発明の作業機は、実施形態で例示したドライバドリルに限定されず、丸鋸やグラインダ等の他の種類のものであってもよい。

【0072】

U相、V相、W相という名称は、異なる三相を区別するための便宜的なものであり、実際の製品におけるU相、V相、W相と一致する必要はない。また、実際の製品においてU相、V相、W相の名称が使用される必要もない。

【符号の説明】

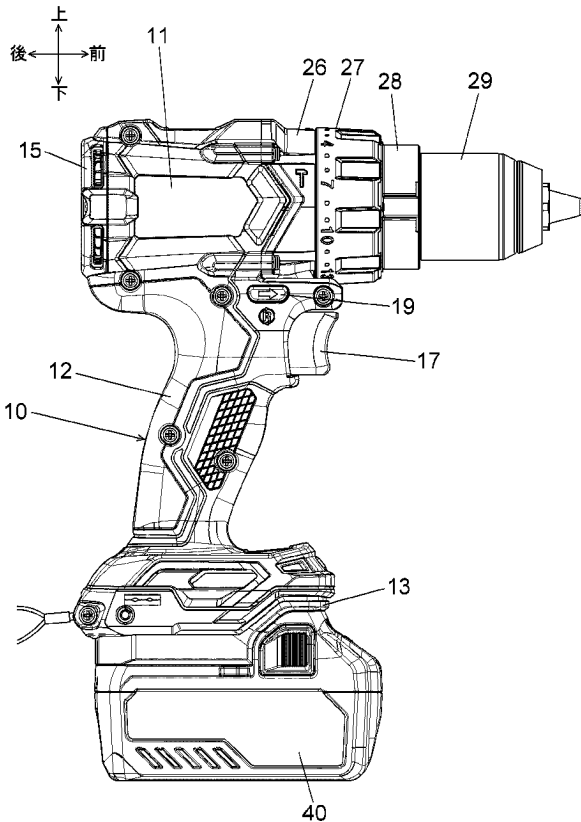
【0073】

1 ... 作業機、 10 ... ハウジング、 11 ... モータ収容部、 12 ... ハンドル部、 13 ... 電池パック装着部、 15 ... テールカバー、 16 ... センサ基板、 17 ... トリガスイッチ、 19 ... 正逆切替スイッチ、 26 ... ギヤケース、 27 ... クラッチダイヤル、 28 ... フロントケース、 29 ... チャック、 30 ... モータ、 40 ... 電池パック、 30 ... モータ、 32 ... ロータ、 51 ... 制御回路電圧供給回路、 52 ... モータ電流検出回路、 53 ... 制御回路電圧検出回路、 54 ... スイッチ素子駆動用電圧供給回路、 55 ... 電池電圧検出回路、 56 ... 制御信号出力回路、 57 ... ロータ位置検出回路、 58 ... 回転数検出回路、 59 ... 巻線切替操作出力回路、 60 ... モード切替スイッチ、 61 ... 照明LED駆動回路、 62 ... 表示LED駆動回路、 63 ... ホールIC（位置検出素子）、 64 ... インバータ回路、 65 ... 抵抗、 70 ... 演算部（制御部）。

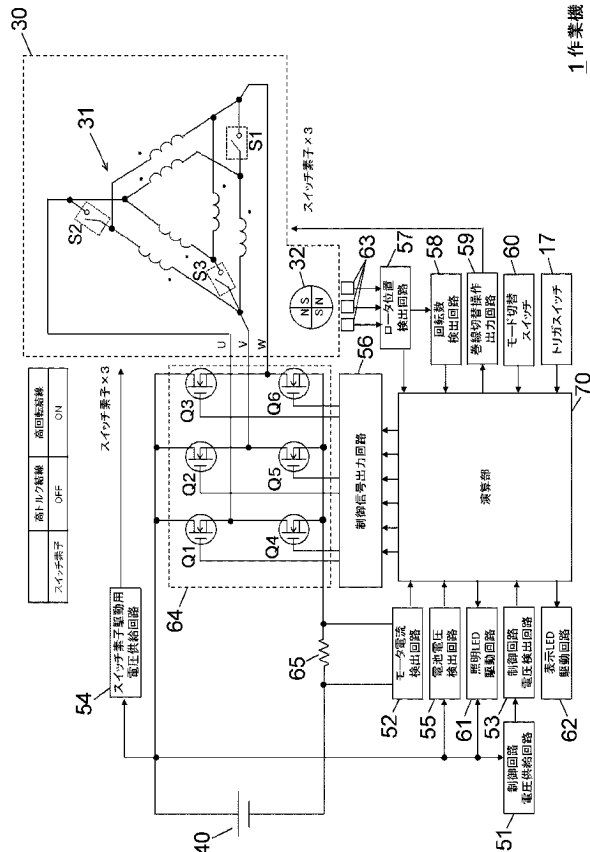
10

20

【図1】



【図2】



1 作業機

1 作業機

【図9】

