(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-518381
(P2025-518381A)
(43)公表日　令和7年6月12日(2025.6.12)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
Ｈ０２Ｍ	*3/155(2006.01)*	Ｈ０２Ｍ	3/155	Ｈ	５Ｈ７３０
Ｈ０２Ｍ	*7/48 (2007.01)*	Ｈ０２Ｍ	7/48	Ｅ	５Ｈ７７０
		Ｈ０２Ｍ	3/155	Ｗ	

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全21頁）

(21)出願番号　特願2024-572153(P2024-572153)
(86)(22)出願日　令和5年6月5日(2023.6.5)
(85)翻訳文提出日　令和7年1月20日(2025.1.20)
(86)国際出願番号　PCT/EP2023/065022
(87)国際公開番号　WO2023/237501
(87)国際公開日　令和5年12月14日(2023.12.14)
(31)優先権主張番号　202210644766.8
(32)優先日　令和4年6月8日(2022.6.8)
(33)優先権主張国・地域又は機関
中国(CN)
(81)指定国・地域　AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV
最終頁に続く

(71)出願人　522447473
ヴァレオ、イーオートモーティブ、ジャーマニー、ゲーエムベーハー
ＶＡＬＥＯ ＥＡＵＴＯＭＯＴＩＶＥ ＧＥＲＭＡＮＹ ＧＭＢＨ
ドイツ連邦共和国エルランゲン、フラウエンアウラハー、シュトラーセ、８５
(74)代理人　100107582
弁理士　関根 毅
(74)代理人　100202429
弁理士　石原 信人
(72)発明者　チン、イェーチン
ドイツ連邦共和国エルランゲン、フラウエンアウラハー、シュトラーセ、８５、ケアオブ、ヴァレオ、イーオートモーテ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　電気機械制御回路、電気駆動アセンブリシステム及び車両

(57)【要約】
電気機械制御回路（１００）、電気駆動アセンブリシステム、及び車両が開示され、電気機械制御回路（１００）は、三相ＡＣ電気機械（１１１）と、三相インバータ（１１２）であって、電気機械駆動モードでは、三相インバータ（１１２）は、外部パワーバッテリ（２００）からＤＣ電力を受け取り、三相ＡＣ電気機械（１１１）を駆動するためのＡＣ電力を出力するように構成され、ＤＣ昇圧充電モードでは、三相ＡＣ電気機械（１１１）の電気機械固定子のワイヤスロット内の三相巻線が、ＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子（Ｌａ、Ｌｂ、Ｌｃ）として使用され、誘導性エネルギー貯蔵素子（Ｌａ、Ｌｂ、Ｌｃ）及び三相インバータ（１１２）が連携してＤＣ昇圧充電回路を形成し、その結果、外部電源モジュールはＤＣ昇圧充電回路によって外部パワーバッテリ（２００）を充電する、三相インバータ（１１２）とを備え、ワイヤスロットは少なくとも５４個のワイヤスロットである。

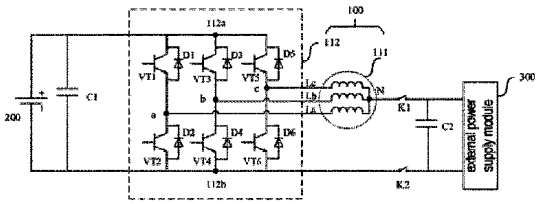


Fig. 2

【特許請求の範囲】
【請求項１】
電気機械制御回路であって、
三相ＡＣ電気機械と、
三相インバータであって、電気機械駆動モードでは、前記三相インバータは、外部パワーバッテリからＤＣ電力を受け取り、前記三相ＡＣ電気機械を駆動するためのＡＣ電力を出力するように構成され、ＤＣ昇圧充電モードでは、前記三相ＡＣ電気機械の電気機械固定子のワイヤスロット内の三相巻線が、ＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用され、前記誘導性エネルギー貯蔵素子及び前記三相インバータが連携して前記ＤＣ昇圧充電回路を形成し、その結果、外部電源モジュールが前記ＤＣ昇圧充電回路によって前記外部パワーバッテリを充電する、三相インバータと
を備え、
前記ワイヤスロットが少なくとも５４個のワイヤスロットである、
電気機械制御回路。
【請求項２】
前記誘導性エネルギー貯蔵素子が、前記三相ＡＣ電気機械の前記電気機械固定子の前記ワイヤスロット内の前記三相巻線のみによって形成される、請求項１に記載の電気機械制御回路。
【請求項３】
前記ワイヤスロットが、５４個のワイヤスロット、６０個のワイヤスロット、６６個のワイヤスロット又は７２個のワイヤスロットである、請求項１又は請求項２に記載の電気機械制御回路。
【請求項４】
前記電気機械固定子が６個の磁極を有する、請求項３に記載の電気機械制御回路。
【請求項５】
前記電気機械固定子が８個の磁極を有し、前記ワイヤスロットが７２個のワイヤスロットである、請求項１又は２に記載の電気機械制御回路。
【請求項６】
前記ＤＣ昇圧充電モードでは、前記三相インバータの第１の端部が前記外部パワーバッテリに電気的に接続され、前記三相インバータの第２の端部が前記外部電源モジュール及び前記外部パワーバッテリに電気的に接続され、
前記三相インバータの三相ブリッジアームの中点がそれぞれ前記三相ＡＣ電気機械の前記三相巻線の対応する端部に接続され、前記三相ＡＣ電気機械の前記三相巻線の他端部が共通接続点を介して前記外部電源モジュールに電気的に接続されている、
請求項１又は２に記載の電気機械制御回路。
【請求項７】
前記ＤＣ昇圧充電モードでは、前記三相ＡＣ電気機械の前記三相巻線の前記共通接続点が前記外部電源モジュールに電気的に接続され、その結果、前記共通接続点と前記外部電源モジュールとの間に追加の誘導性素子が設けられない、請求項６に記載の電気機械制御回路。
【請求項８】
前記三相ＡＣ電気機械の公称回転速度が、少なくとも１７０００回転／分である、請求項１又は２に記載の電気機械制御回路。
【請求項９】
前記三相ＡＣ電気機械の公称回転速度が２００００回転／分である、請求項８に記載の電気機械制御回路。
【請求項１０】
請求項１～９のいずれか一項に記載の電気機械制御回路を備える、電気駆動アセンブリシステム。
【請求項１１】

請求項１０に記載の電気駆動アセンブリシステムを備える車両。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、電気機械制御の分野に関し、特に、電気機械制御回路、電気駆動アセンブリシステム、及び車両に関する。
【背景技術】
【０００２】
車両、特に民生及び商業部門における電気自動車の広範な使用により、車両充電プロセスにはより高い要件が課されている。
【０００３】
現在、車両用パワーバッテリの急速ＤＣ充電中において充電ポスト（すなわち、外部電源モジュール）の電圧がパワーバッテリの電圧よりも低い場合、ＤＣ昇圧充電方式を使用してパワーバッテリを充電する、すなわち、外部電源モジュールとパワーバッテリとの間にＤＣ昇圧充電回路を設けて、昇圧充電プロセスを実現する。しかしながら、追加のＤＣ昇圧充電回路を設ける場合、車両の内部回路の構造的な複雑さと容積が著しく増加し、専用回路の柔軟性が低くなり、車両のインバータ及びＡＣ電気機械がＤＣ昇圧充電回路を形成するという追加の目的のために使用される場合、一般的に、既存のＡＣ電気機械構造構成では、ＡＣ電気機械の三相巻線のインダクタンスのみを使用することによって昇圧充電プロセスの要件を満たすことができない。したがって、昇圧充電機能を実現するために、一般的には、ＤＣ昇圧充電回路に追加の誘導性素子がさらに設けられることになる。しかしながら、追加の誘導性エネルギー貯蔵モジュールを設けることにより、必然的に車両の内部回路構造の複雑さが増し、したがって製造コストが上昇する。さらに、既存の車両におけるＡＣ電気機械の性能をさらに改善する余地もあり、特に、対応する駆動需要を満たすために、ＡＣ電気機械の出力回転速度をさらに高め、高回転速度電気機械を実現する必要がある。
【０００４】
したがって、車両の電気機械の効果的な制御も実現しながら、実際のニーズに応じて簡単かつ便利な方法でパワーバッテリ用の外部電源モジュールの昇圧充電プロセスを実現することができる電気機械制御回路が必要とされており、該電気機械制御回路は、構造的に簡単であり、使用時に高い信頼性と柔軟性を有する。特に、追加の誘導性素子を必要とせず、ＤＣ昇圧充電回路内の誘導性エネルギー貯蔵素子として機能するＡＣ電気機械の三相巻線によって昇圧充電機能を実現することができ、特に、電気機械制御回路内の電気機械は、例えば、高い出力回転速度を有することができる。
【発明の概要】
【０００５】
上記の問題に対応して、本開示は、電気機械制御回路、電気駆動アセンブリシステム、及び車両を提供する。
【０００６】
本開示の一態様によれば、三相ＡＣ電気機械と、三相インバータとを備える電気機械制御回路が提案され、電気機械駆動モードでは、三相インバータは、外部パワーバッテリからＤＣ電力を受け取り、三相ＡＣ電気機械を駆動するためのＡＣ電力を出力するように構成され、ＤＣ昇圧充電モードでは、三相ＡＣ電気機械の電気機械固定子のワイヤスロット内の三相巻線がＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用され、誘導性エネルギー貯蔵素子及び三相インバータが連携してＤＣ昇圧充電回路を形成し、その結果、外部電源モジュールがＤＣ昇圧充電回路によって外部パワーバッテリを充電し、ワイヤスロットは少なくとも５４個のワイヤスロットである。
【０００７】
いくつかの実施形態では、誘導性エネルギー貯蔵素子は、三相ＡＣ電気機械の電気機械固定子のワイヤスロット内の三相巻線のみによって形成される。

【０００８】
いくつかの実施形態では、ワイヤスロットは、５４個のワイヤスロット、６０個のワイヤスロット、６６個のワイヤスロット、又は７２個のワイヤスロットである。
【０００９】
いくつかの実施形態では、電気機械固定子は６個の磁極を有する。
【００１０】
いくつかの実施形態では、電気機械固定子は８個の磁極を有し、ワイヤスロットは７２個のワイヤスロットである。
【００１１】
いくつかの実施形態では、ＤＣ昇圧充電モードでは、三相インバータの第１の端部は外部パワーバッテリに電気的に接続され、三相インバータの第２の端部は外部電源モジュール及び外部パワーバッテリに電気的に接続され、三相インバータの三相ブリッジアームの中点は、それぞれ三相ＡＣ電気機械の三相巻線の対応する端部に接続され、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の他端部は、共通接続点を介して外部電源モジュールに電気的に接続されている。
【００１２】
いくつかの実施形態では、ＤＣ昇圧充電モードにおいて、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の共通接続点は、外部電源モジュールに電気的に接続され、その結果、共通接続点と外部電源モジュールとの間に追加の誘導性素子は設けられない。
【００１３】
いくつかの実施形態では、三相ＡＣ電気機械の公称回転速度は、少なくとも１７０００回転／分である。
【００１４】
いくつかの実施形態では、三相ＡＣ電気機械の公称回転速度は２００００回転／分である。
【００１５】
本開示の別の態様によれば、上述の電気機械制御回路を備える電気駆動アセンブリシステムがさらに提案される。
【００１６】
本開示の別の態様によれば、上述の電気駆動アセンブリシステムを備える車両がさらに提案される。
【００１７】
本開示で提供される電気機械制御回路、電気駆動アセンブリシステム、及び車両を使用する結果として、第一に、電気機械制御回路によって車両の電気機械を効果的に制御することができ、第二に、実際のニーズに応じて、電気機械制御回路をＤＣ昇圧充電回路として追加的に使用することができ、これによって、簡単かつ便利な方法でパワーバッテリ用の外部電源モジュールの昇圧充電プロセスを実現し、電気機械制御回路は、構造的に簡単であり、使用時において高い信頼性と柔軟性を有し、第三に、電気機械制御回路内の電気機械は、車両を前進させるための駆動モードでは高い出力回転速度を有することができる。
【００１８】
本開示の実施形態の技術的解決策をより明確に説明するために、実施形態を説明する際に使用される図面を以下に簡単に説明する。明らかに、以下に説明する図面は、本開示のいくつかの実施形態のみを示しており、当業者は、発明努力なしにこれらの図面に基づいてその他の図面を得ることができる。以下の図面は、実際の寸法に比例して細心の注意を払って描かれていないが、本開示の本質を示すことに焦点を当てている。
【図面の簡単な説明】
【００１９】
【図１】本開示の実施形態による電気機械制御回路１００の概略ブロック図を示す。
【図２】本開示の実施形態による電気機械制御回路１００の回路図を示す。

【図３Ａ】図２の電気機械制御回路１００がＤＣ昇圧充電モードの第１の段階にあるときの電流の流れる方向を示しており、この段階では、外部電源モジュールが三相ＡＣ電気機械の三相巻線を充電する。
【図３Ｂ】図２の電気機械制御回路１００がＤＣ昇圧充電モードの第２の段階にあるときの電流の流れる方向を示しており、この段階では、外部電源モジュール及び三相ＡＣ電気機械の三相巻線が一緒にパワーバッテリを充電する。
【図４】本開示の実施形態による５４個のワイヤスロット及び６個の磁極を有する電気機械と、４８個のワイヤスロット及び８個の磁極を有する電気機械との性能を比較したグラフを示す。
【発明を実施するための形態】
【００２０】
本開示の実施形態における技術的解決策を図面を参照して以下に明確かつ完全に説明する。明らかに、説明された実施形態は、本開示の実施形態の全てではなく、一部にすぎない。本開示の実施形態に基づいて当業者が発明の努力なしに得られるその他の全ての実施形態も本開示の保護範囲内に入るものとする。
【００２１】
本出願及び特許請求の範囲に示されているように、文脈上、特に明示的に指定されない限り、「１つの（ａ）」、「１つの（ｏｎｅ）」、「１つのタイプの（ｏｎｅ　ｔｙｐｅ）」、及び／又は「前記」などの単語は、特に単数形を意味するものではなく、複数形を含むこともある。一般に、「備える（ｃｏｍｐｒｉｓｅ）」及び「含む（ｉｎｃｌｕｄｅ）」という用語は、明示的に特定されたステップ及び要素が含まれていることのみを示すが、これらのステップ及び要素は排他的なリストを構成するものではなく、方法又は装置はその他のステップ又は要素も含むことができる。
【００２２】
現在、車両用パワーバッテリのＤＣ急速充電中、充電ポスト（すなわち、外部電源モジュール）の電圧がパワーバッテリの電圧よりも低い場合、パワーバッテリを充電するために昇圧充電方式が使用される、すなわち、昇圧充電方式を実現するために、外部電源モジュールとパワーバッテリとの間にＤＣ昇圧充電回路が設けられる。しかしながら、追加のＤＣ昇圧充電回路を設ける場合、車両の内部回路の構造的な複雑さと容積が著しく増加し、専用回路の柔軟性が低くなり、車両のインバータ及びＡＣ電気機械がＤＣ昇圧充電回路を形成するという追加の目的のために使用される場合、一般的に、既存のＡＣ電気機械構造構成では、ＡＣ電気機械の三相巻線のインダクタンスのみを使用することによって昇圧充電プロセスの要件を満たすことができない。したがって、昇圧充電機能を実現するために、一般的には、ＤＣ昇圧充電回路に追加の誘導性素子がさらに設けられることになる。しかしながら、追加の誘導性エネルギー貯蔵モジュールを設けることにより、必然的に車両の内部回路構造の複雑さが増し、したがって製造コストが上昇する。加えて、既存の駆動ニーズを考慮すると、高回転速度の電気機械を実現するために、電気機械の回転速度をさらに増加させることも望まれる。
【００２３】
したがって、本出願は、実際のニーズに応じて、簡単かつ便利な方法でパワーバッテリ用の外部電源モジュールの昇圧充電プロセスを実現することができるとともに、車両の電気機械の効果的な制御も実現することができる電気機械制御回路を提案するものであり、この電気機械制御回路は、構造的に簡単であり、使用時の信頼性及び柔軟性が高く、電気機械制御回路において電気機械が出力する回転速度がより高くなる。
【００２４】
本開示の一態様によると、電気機械制御回路１００が提案される。図１は、本開示の実施形態による電気機械制御回路１００の概略ブロック図を示す。
【００２５】
図１を参照すると、電気機械制御回路１００は、例えば、三相ＡＣ電気機械１１１及び三相インバータ１１２を備える。

【００２６】
三相ＡＣ電気機械１１１は、三相巻線を有するＡＣ電気機械であり、例えば、同期電気機械又は非同期電気機械、例えば、永久磁石同期電気機械であってもよい。しかしながら、本開示の実施形態は、三相ＡＣ電気機械の特定のタイプの電気機械という点で限定されないことを理解されたい。
【００２７】
三相インバータ１１２は、ＤＣ電力を三相ＡＣ電力に変換する電子機器である。例えば、三相インバータの三相ブリッジアームの中点を三相ＡＣ電気機械の三相巻線にそれぞれ接続することにより、三相インバータと三相ＡＣ電気機械との接続が実現される。具体的には、三相インバータは、６個のスイッチング制御素子を備え、このスイッチング制御素子は、例えば、トランジスタ、ＭＯＳトランジスタ又はその他のデバイスであってもよく、スイッチング制御素子の各対が一緒になって１相のブリッジアームを形成し、複数の対が一緒になって三相ブリッジアームを形成し、各相のブリッジアーム内の２つのスイッチング制御素子の接続点は、三相ＡＣ電気機械の１相の巻線に接続される。
【００２８】
しかしながら、上記では、三相インバータの例示的な構造を１つだけ示しており、スイッチング制御素子として、例えば、ＩＧＢＴデバイスなどその他のタイプのデバイスも選択され得ることを理解されたい。
【００２９】
さらに、電気機械制御回路は、例えば、電気機械駆動モード用、又はＤＣ昇圧充電モード用に構成され得る。電気機械駆動モードでは、三相ＡＣ電気機械は、車両のパワーバッテリ（すなわち、外部パワーバッテリ２００）に基づく三相インバータによって電気機械動作制御を受ける。ＤＣ昇圧充電モードでは、車両のパワーバッテリ２００を充電する必要があるとき、接続されている電源モジュール（すなわち、外部電源モジュール３００）の充電電圧（例えば、ＤＣ４００～５００Ｖ）がパワーバッテリ２００の電圧（ＤＣ５００～１０００Ｖ）よりも高くないと電源モジュールはパワーバッテリを完全に充電することができず、パワーバッテリ２００を充電する前に電源モジュールの電圧を昇圧する必要がある。
【００３０】
電気機械駆動モードでは、三相インバータは、外部パワーバッテリ２００からＤＣ電力を受け取り、三相ＡＣ電気機械を駆動するためのＡＣ電力を出力する。
【００３１】
例えば、三相インバータが三相ブリッジアームと６個のスイッチング制御素子とを有し、例えば、各相のブリッジアームに２個のスイッチング制御素子を有し、このブリッジアームのうち上側ブリッジアーム及び下側ブリッジアームのオン／オフ状態が別々に制御される場合、このとき、例えば、６個のスイッチング制御素子のオン／オフ状態を制御することによって三相ブリッジアームに接続された三相ＡＣ電気機械の各相の巻線の電流及び／又は電圧を制御することが可能であり、それにより、外部パワーバッテリ２００に基づいて三相ＡＣ電気機械を駆動することができる。
【００３２】
ＤＣ昇圧充電モードでは、三相ＡＣ電気機械の電気機械固定子のワイヤスロット内の三相巻線は、ＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用され、誘導性エネルギー貯蔵素子及び三相インバータが連携してＤＣ昇圧充電回路を形成し、その結果、外部電源モジュール３００がＤＣ昇圧充電回路によって外部パワーバッテリ２００を充電する。
【００３３】
例えば、ＤＣ昇圧充電モードでは、三相ＡＣ電気機械の三相巻線は、外部電源モジュール３００からＤＣ電力を受けると同時に、ＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用され、三相インバータの三相ブリッジアームは、第１のオン／オフ状態になるように制御されてもよく、その結果、外部電源モジュール３００は、最初に、三相インバ

ータによって三相ＡＣ電気機械の三相巻線を充電し、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の充電が終了すると、三相インバータの三相ブリッジアームが第２のオン／オフ状態になるように制御され、その結果、電源モジュール及び三相ＡＣ電気機械の三相巻線が一緒になってパワーバッテリ２００に放電し、このとき、三相巻線も放電の過程で電圧を出力しているため、これは三相巻線の電圧と電源モジュールの電圧との重畳に相当し、結果として、外部電源モジュール３００の電圧を昇圧する過程が実現される。したがって、外部電源モジュール３００によって外部パワーバッテリ２００の昇圧充電を効果的に実現することができる。

【００３４】

さらに、ワイヤスロットは、少なくとも５４個のワイヤスロット（以下、ワイヤスロットとも呼ぶ）である。ワイヤスロットとは、三相ＡＣ電気機械の電気機械固定子のワイヤスロットのことであり、三相巻線を収容するためのものである。

【００３５】

例えば、４８個のワイヤスロットを有する三相ＡＣ電気機械の場合、各相の巻線に対応する１６個のワイヤスロットを有する、すなわち、電気機械の各相の巻線の直列接続された巻き数は１６であり、５４個のワイヤスロットを有する電気機械が使用される場合、各相の巻線に対応する１８個のワイヤスロットを有する、すなわち、電気機械の各相の巻線の直列接続された巻き数は１８である。比較すると、５４個のワイヤスロットを有する構造を使用することにより、各相の巻線のワイヤスロット数を大幅に増やすことができ、固定子内のワイヤスロット数と巻線の直列数との対応を考慮すると、各相の巻線の直列接続数が大幅に増えることが明らかである。これにより、三相巻線の各相の巻線のインダクタンスが大幅に高くなる。

【００３６】

したがって、本出願では、電気機械固定子のワイヤスロットの数を少なくとも５４に設定することにより、それに応じて三相巻線のインダクタンスを高めることが可能になり、三相巻線がＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用される場合、インダクタによって貯蔵される電気エネルギーはインダクタのインダクタンスに正比例するため、誘導性エネルギー貯蔵素子に貯蔵できる電荷量が増え、したがって出力できる電力が大きくなる。したがって、パワーバッテリを昇圧充電に供する過程において性能が向上する。具体的には、低電力を出力するとき、インダクタンスが高い三相巻線の電圧降下は、同じ電力を出力するとき、インダクタンスが低い三相巻線の電圧降下よりも小さくなるため、昇圧充電プロセスの電圧安定性及び信頼性を確保することができる。

【００３７】

加えて、現在一般に使用されている４８個のワイヤスロットと比較して、電気機械固定子のワイヤスロット数を少なくとも５４個とすることで、電気機械の高回転速度及び高トルク出力を同時に考慮しやすくなる。

【００３８】

具体的には、第一に、電気機械に配置される回転子のサイズは、電気機械が少なくとも５４個のワイヤスロットを有するように構成されることによって小さくなり、このより小さい半径の回転子を使用することは、電気機械の出力回転速度を上げるのに役立つ。

【００３９】

第二に、回転子の半径が小さくなったにもかかわらず、固定子内のワイヤスロットの数（少なくとも５４）が増えているため、電気機械のトルクは、駆動要件を満たして依然として高いレベルに維持することができる。ここで、少なくとも５４個のワイヤスロットを設定することによって高トルクを維持するプロセスについてより詳細に説明する。

【００４０】

具体的には、電気機械の総トルクの式は以下の通りである。

【数１】

$$Te=\frac{2}{3}*p*(\varphi_{pm}*I_q-(L_d-L_q)*I_q*I_d) \quad 1)$$

ここで、Ｔｅは総トルク、（Ｌｄ－Ｌｑ）＊Ｉｑ＊Ｉｄはリラクタンスの差から生じるトルク、すなわちリラクタンストルク、Φｐｍ＊Ｉｑはローレンツ力から生じるトルク、ｐは電気機械の磁極対の数である。

【００４１】

電気機械の動作特性及び電気機械の総トルクの式に基づいて、電気機械の総トルクは、回転子の半径、各相の直列接続された巻線の数（各相の固定子のワイヤスロットの数に対応する）、電流及び磁極対の数などのいくつかのパラメータに関連することが知られている。

【００４２】

したがって、回転子の半径を小さくした場合、固定子のワイヤスロット数を少なくとも５４に設定すれば、ワイヤスロット数が従来の４８の場合に比べて、ワイヤスロット数が大幅に増加し（すなわち、各相の直列接続された巻き回数が増加する）、その結果、回転子の外径の縮小に基づいて、電気機械トルクが依然として高いレベルに維持される（高回転速度が実現される）ことが知られている。

【００４３】

具体的には、高回転速度（例えば、公称回転速度が１７０００回転／分以上）の電気機械では、電気機械回転子の外径をさらに小さくすることになるが、この場合、回転子の外径を小さくして回転速度を上げつつ、ワイヤスロット数を５４以上とすることで、回転子の外径を小さくしない場合と同じ出力トルクを維持することが可能となる。

【００４４】

三相ＡＣ巻線のインダクタンスをさらに高め、電気機械特性を改善するために、実際のニーズに応じて、さらに多くの数のワイヤスロット、例えば６０個のワイヤスロット、６６個のワイヤスロットなどを設定することができることを理解されたい。

【００４５】

上記に基づいて、本出願では、第一に、電気機械駆動モードでは、電気機械制御回路は、三相インバータによって外部パワーバッテリからＤＣ電力を受け取り、三相ＡＣ電気機械を駆動するためのＡＣ電力を出力するように構成されており、このように電気機械を効果的に制御することができる。ＤＣ昇圧充電モードでは、電気機械固定子のワイヤスロット内の三相巻線は、ＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用されるように構成され、誘導性エネルギー貯蔵素子及び三相インバータが連携してＤＣ昇圧充電回路を形成し、その結果、外部電源モジュールがＤＣ昇圧充電回路によって外部パワーバッテリを充電しており、このように電気機械制御回路は、外部パワーバッテリ用の昇圧充電プロセスを実現するという追加の目的のために使用することができる。さらに、現在ＤＣ昇圧充電回路に適用されている電気機械制御回路（三相ＡＣ電気機械の固定子のワイヤスロットの数は一般に４８である）と比較して、固定子のワイヤスロットの数を少なくとも５４に設定することによって、すなわち、電気機械固定子のワイヤスロットの数を増やすことによって、電気機械の三相巻線のインダクタンスを効果的に高めることができ、その結果、三相巻線がＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用される場合、昇圧充電プロセスの電圧安定性及び信頼性が確保され、したがって効率的で信頼性の高い充電プロセスを実現することができる。加えて、固定子のワイヤスロットの数を増やすことはまた、三相ＡＣ電気機械の構造を最適化し、高回転速度及び高トルク出力を実現するのにも役立つ。したがって、本出願における設計により、昇圧充電機能の最適化（高い電気機械インダクタンス）と、電気機械自体の出力性能の最適化（高い電気機械回転速度）とを同時に実現することができる。

【００４６】

いくつかの実施形態では、誘導性エネルギー貯蔵素子は、三相ＡＣ電気機械１１１の電気機械固定子のワイヤスロット内の三相巻線だけによって形成される。

【００４７】

本出願では、三相ＡＣ電気機械１１１の電気機械固定子のワイヤスロット内の三相巻線だけによって誘導性エネルギー貯蔵素子を形成するように構成した結果、少なくとも５４個のワイヤスロット内の三相巻線によって形成される誘導性エネルギー貯蔵素子によって、ＤＣ昇圧充電モードにおけるパワーバッテリ用の昇圧充電プロセスを、追加の部品を必要とすることなく、特に昇圧充電プロセスを支援するための追加の誘導性素子を必要とすることなく、効果的に実現することが可能であり、したがって、ＤＣ昇圧充電回路の回路構造が大幅に簡素化され、コストが低減される。

【００４８】

いくつかの実施形態では、ワイヤスロットは、５４個のワイヤスロット、６０個のワイヤスロット、６６個のワイヤスロット、又は７２個のワイヤスロットである。

【００４９】

固定子のワイヤスロットを６０個、６６個、又は７２個に構成することは、電気機械の動作性能を同時に考慮することに基づくと、第一に、固定子のワイヤスロットの数が多いため、電気機械の三相巻線のインダクタンスをさらに高めることが可能となり、安定した信頼性の高い昇圧充電プロセスを効果的に実現できるという効果、第二に、固定子内のワイヤスロットの数を増やすことで、高回転速度出力を得るために回転子直径を小さくすることが可能となり、同時に電気機械が高トルク出力を維持することも可能となり、これにより電気機械の高回転速度及び高トルク出力を達成するのに役立つという効果を有する。

【００５０】

いくつかの実施形態では、電気機械固定子は６個の磁極を有する。

【００５１】

６個の磁極を設けることは、電気機械のコア損失を低下させるのに役立つ。具体的には、電気機械のコア損失の式は以下の通りである。

【００５２】

$$CoreLoss = k_h f B^2 + k_C f^2 B^2 + k_e (fB)^{1.5} \quad 2)$$

ここで、ＣｏｒｅＬｏｓｓは電気機械のコア損失を表し、k_h、k_C及びk_eは実際のニーズに応じて選択されるパラメータであり、ｆは電気機械の動作周波数であり、Ｂは外部磁場の大きさを表している。

【００５３】

以上のことから、電気機械のコア損失は電気機械の動作周波数に正比例することが知られており、電気機械の動作周波数は電気機械の回転速度及び電気機械の磁極対の数に関係することが知られている。したがって、より少ない磁極数（すなわち、磁極対の数を減らす）を選択すると、電気機械の動作周波数を下げることができ、その結果、電気機械のコア損失は小さくなることが知られており、このように電気機械の効率が向上する。

【００５４】

本出願では、電気機械固定子を６個の磁極を有するように構成することによって、第一に、８個の磁極を有する電気機械固定子と比較してコア損失を低減することができ、それによって電気機械性能を改善することができる。第二に、６個の磁極は、固定子のワイヤスロット数が５４個、６０個、６６個、６２個の場合に対応し、電気機械の三相巻線のインダクタンスを高めつつ、良好な電気機械動作特性を実現できる。

【００５５】

特に好ましくは、電気機械固定子は、例えば、５４個のワイヤスロット及び６個の磁極を有するように構成することができ、これにより、昇圧充電という追加の目的のために電気機械制御回路を使用することを基本として、高い巻線インダクタンス、高い公称回転速度、及び低いコア損失を実現することと、製造プロセスの複雑さを低減することとを同時に考慮することができる。

【００５６】

いくつかの実施形態では、電気機械固定子は８個の磁極を有し、ワイヤスロットは７２個のワイヤスロットである。

【００５７】

上記に基づいて、本出願では、電気機械固定子を８個の磁極及び７２個のワイヤスロットを有するように構成することにより、すなわち、固定子の磁極構成を８個の磁極とした場合、この構成に適合するように７２個のワイヤスロットを設けることによって、良好な電気機械動作性能が得られるという効果が得られる。さらに、電気機械のワイヤスロット数をより多くすることで、電気機械の三相巻線のインダクタンスをより高めることができ、電気機械の高回転速度と高トルク出力とを同時に考慮することがより容易になる。

【００５８】

いくつかの実施形態では、三相インバータと三相ＡＣ電気機械とを接続する方法を、例えば、さらに詳細に説明することができる。図２は、本開示の実施形態による電気機械制御回路１００の回路図を示す。

【００５９】

図２を参照すると、三相ＡＣ電気機械１１１、三相インバータ１１２、外部パワーバッテリ２００及び外部電源モジュール３００が示されている。

【００６０】

さらに、図２に示すように、ＤＣ昇圧充電モードでは、三相インバータ１１２の第１の端部１１２ａは外部パワーバッテリ２００に電気的に接続され、三相インバータ１１２の第２の端部１１２ｂは外部電源モジュール３００及び外部パワーバッテリ２００に電気的に接続される。

【００６１】

さらに、三相インバータ１１２の三相ブリッジアームの中点は、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の対応する端部にそれぞれ接続され、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の他端部は、共通接続点Ｎを介して外部電源モジュール３００に電気的に接続される。

【００６２】

例えば、図２を参照すると、三相ブリッジアームにおける第１相のブリッジアームの中点は、例えばａであり、第１相のブリッジアームの中点ａは、例えば、第１相の巻線Ｌａの対応する端部に接続され、第２相のブリッジアームの中点ｂは、例えば、第２相の巻線Ｌｂの対応する端部に接続され、第３相のブリッジアームの中点ｃは、例えば、第３相の巻線Ｌｃの対応する端部に接続される。

【００６３】

上記に基づいて、本出願では、三相インバータと三相ＡＣ電気機械との特定の接続関係を構成することによって、具体的には、三相インバータの第１の端部を外部パワーバッテリに電気的に接続し、三相インバータの第２の端部を外部電源モジュール及び外部パワーバッテリに電気的に接続するように構成され、三相インバータの三相ブリッジアームの中点が三相ＡＣ電気機械の三相巻線の対応する端部にそれぞれ接続されるように構成され、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の他端が共通接続点を介して外部電源モジュールに電気的に接続されることによって、電気機械制御回路は、電気機械駆動モード及びＤＣ昇圧充電モードの両方においてその機能を効果的に果たすことが可能になる。特に、この接続関係により、ＤＣ昇圧充電モードでは、三相ＡＣ電気機械の三相巻線を誘導性エネルギー貯蔵素子として追加的に使用することが容易になり、外部パワーバッテリ用の昇圧充電プロセスを実現することができる。

【００６４】

いくつかの実施形態では、図２に示すように、ＤＣ昇圧充電モードでは、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の共通接続点Ｎは、外部電源モジュール３００に電気的に接続され、その結果、共通接続点Ｎと外部電源モジュール３００との間に追加の誘導性素子は設けられない。

【００６５】

本出願のこの時点で現れる「三相ＡＣ電気機械の三相巻線の共通接続点Ｎは、外部電源

モジュール３００に電気的に接続され、その結果、共通接続点Ｎと外部電源モジュール３００との間に追加の誘導性素子は設けられない」という記述は、これらの２つの電気部品、すなわち共通接続点Ｎと外部電源モジュール３００との間に昇圧動作を補助するための誘導性素子が設けられていないことを説明するためのものであり、これらの２つの電気素子の間に追加の電気部品が設けられないという制限を課すためのものではないことを理解されたい。実際のニーズに応じて、三相巻線と外部電源モジュールとの間の安定した信頼性の高い接続を実現するために、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の共通接続点Ｎと外部電源モジュール３００との間に別の電気素子、例えば、スイッチング素子Ｋ１、リレー、コネクタ又は別の電気要素などを設けることも一般に可能である。

【００６６】

さらに、三相インバータの第２の端部は外部電源モジュールに電気的に接続されており、その結果、三相インバータの第２の端部と外部電源モジュールとの間に追加の誘導性素子は設けられていない。

【００６７】

本出願のこの時点で現れる「三相インバータの第２の端部と外部電源モジュールとの間に追加の誘導性素子が設けられていない」という記述は、これら２つの電気部品の間に昇圧動作を補助するための誘導性素子が設けられていないことを説明するためのものであり、これら２つの電気部品の間に追加の電気素子が設けられないという制限を課すためのものではないことを理解されたい。実際のニーズに応じて、三相インバータの第２の端部と外部電源モジュールとの間にスイッチング素子Ｋ２などの別の電気素子を設けてもよい。

【００６８】

上記に基づいて、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の共通接続点と外部電源モジュールとの間に追加の誘導性素子を設けず、かつ三相インバータの第２の端部と外部電源モジュールとの間に追加の誘導性素子を設けない結果として、昇圧充電という追加の目的のために電気機械制御回路を使用することに基づいて、少なくとも５４個のワイヤスロットを有する三相ＡＣ電気機械の三相巻線のみがＤＣ昇圧充電回路内の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用される。したがって、昇圧充電機能を効果的に実現しながら、ＤＣ昇圧充電回路の容積を大幅に削減することができ、回路の構造的複雑さが低減される。

【００６９】

いくつかの実施形態では、三相ＡＣ電気機械の公称回転速度は、少なくとも１７０００回転／分である。

【００７０】

例えば、実際のニーズに応じて、三相ＡＣ電気機械の公称回転速度は、例えば、１７０００回転／分、１８０００回転／分、１９０００回転／分又は２００００回転／分に達し得る。

【００７１】

上記に基づいて、本出願では、三相ＡＣ電気機械の磁極及びワイヤスロットを適切に構成することによって、例えば、ワイヤスロットが５４個及び磁極が６個で構成することによって、三相ＡＣ電気機械は、高い公称回転速度、例えば１７０００回転／分以上の公称回転速度を実現することが可能となり、その結果、三相ＡＣ電気機械は、高い回転速度出力を効果的に実現することができ、したがって、三相ＡＣ電気機械の動作性能が効果的に改善される。

【００７２】

いくつかの実施形態では、三相ＡＣ電気機械の公称回転速度は２００００回転／分である。

【００７３】

本出願における三相ＡＣ電気機械の磁極及びワイヤスロットの構成は、三相ＡＣ電気機械の公称回転速度が２００００回転／分に達することができ、既存の公称回転速度１６０００回転／分と比較して、三相ＡＣ電気機械の出力回転速度は、本出願において大幅に高めることができ、より高い回転速度出力を実現し、三相ＡＣ電気機械の動作性能をさらに

改善し、三相ＡＣ電気機械を様々な異なるアプリケーションシナリオに適応させるのに役立つ。

【００７４】

ここで、図２に示す電気機械制御回路１００及びそのＤＣ昇圧充電モードについて、例えば、特定のアプリケーションシナリオを参照してさらに詳細に説明する。

【００７５】

再び図２を参照すると、三相ＡＣ電気機械１１１、三相インバータ１１２、外部パワーバッテリ２００及び外部電源モジュール３００が示されている。さらに、三相ＡＣ電気機械１１１は、例えば永久磁石同期電気機械であり、三相四線式、すなわち三相巻線の接続点Ｎから引き出されたＮ線を介して電流が入出力される。

【００７６】

三相インバータは６個のスイッチング制御素子を備え、スイッチング制御素子はトランジスタであり、上側及び下側のスイッチング制御素子は１相のブリッジアームを形成し、これらのブリッジアームは組み合わされて三相ブリッジアームを形成する。具体的には、トランジスタＶＴ１及びトランジスタＶＴ２が第１相のブリッジアームを構成し、トランジスタＶＴ３及びトランジスタＶＴ４が第２相のブリッジアームを構成し、トランジスタＶＴ５及びトランジスタＶＴ６が第３相のブリッジアームを構成し、上述したように、三相インバータの三相ブリッジアームの中点は、三相ＡＣ電気機械の三相巻線の対応する端部にそれぞれ接続される。

【００７７】

ダイオードＤ１、Ｄ２、Ｄ３、Ｄ４、Ｄ５及びＤ６も三相インバータに設けられ、三相インバータの各スイッチング制御ユニットは、対応するダイオードと逆並列に接続され、例えば、第１のブリッジアームを例にとると、上側ブリッジアームのトランジスタＶＴ１とダイオードＤ１とは逆並列に接続され、下側ブリッジアームのトランジスタＶＴ２とダイオードＤ２とは逆並列に接続される。さらに、コンデンサＣ１及びコンデンサＣ２も回路内に設けられ、コンデンサＣ１は外部パワーバッテリと並列に接続され、コンデンサＣ２は外部電源モジュールと並列に接続され、コンデンサＣ１、Ｃ２の静電容量は、例えば、実際のニーズに応じて選択され得る。

【００７８】

さらに、回路内には、スイッチＫ１、Ｋ２も設けられており、これらは、電気機械制御回路の動作モードに応じてオフ状態又はオン状態になるように構成されており、昇圧充電のプロセスで外部電源モジュール３００を接続し、電気機械駆動のプロセスで外部電源モジュールを電気機械制御回路から切り離すことで、電源モジュールが電気機械駆動のプロセスに影響を及ぼすことを防止している。

【００７９】

ここで、昇圧充電プロセスについて、図３Ａ及び図３Ｂを参照してさらに詳細に説明する。昇圧充電プロセスは、例えば、第１の段階及び第２の段階を含む。第１の段階では、外部電源モジュールは、三相ＡＣ電気機械の三相巻線を充電し、第２の段階では、外部電源モジュールと三相ＡＣ電気機械の三相巻線とが一緒にパワーバッテリを充電する。図３Ａは、図２の電気機械制御回路１００がＤＣ昇圧充電モードの第１の段階にあるときの電流の流れる方向を示しており、この段階では、外部電源モジュールが三相ＡＣ電気機械の三相巻線を充電し、図３Ｂは、図２の電気機械制御回路１００がＤＣ昇圧充電モードの第２の段階にあるときの電流の流れる方向を示しており、この段階では、外部電源モジュール及び三相ＡＣ電気機械の三相巻線が一緒にパワーバッテリを充電する。

【００８０】

図３Ａを参照すると、ＤＣ昇圧充電モードでは、最初に第１の段階で、外部電源モジュールが三相ＡＣ電気機械の三相巻線を充電する。このとき、スイッチＫ１、Ｋ２は閉状態であり、その結果、外部電源モジュールを電気機械制御回路に接続することができる。ここで言及される外部電源モジュールは、例えば、道路上のＤＣ充電ポストであってもよい。さらに、このとき、三相ＡＣ電気機械１１１の電気機械固定子のワイヤスロット内の三

相巻線は、ＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用され、誘導性エネルギー貯蔵素子及び三相インバータ１１２が連携してＤＣ昇圧充電回路を形成する。このとき、三相インバータのトランジスタＶＴ２、ＶＴ４、ＶＴ６は、例えば、オン状態に制御され、一方、三相インバータのトランジスタＶＴ１、ＶＴ３、ＶＴ５はオフ状態に制御され、その結果、三相インバータの三相ブリッジアームの下側ブリッジアームの全てがオン状態になり、かつ、三相ブリッジアームの上側ブリッジアームの全てがオフ状態になる。このとき、外部電源モジュールと、三相ＡＣ電気機械の三相巻線Ｌｃ、Ｌｂ、Ｌａと、三相インバータ内の三相下側ブリッジアームとによって、第１の充電ループが形成される。外部電源モジュールは、例えば、第１の充電ループを介して三相ＡＣ電気機械の三相巻線を充電し、第１の充電ループにおける電流の流れ方向は、図３Ａに示す通りである。

【００８１】

その後、図３Ｂを参照すると、三相ＡＣ電気機械の三相巻線を充電した後、第２の段階で、三相インバータのトランジスタＶＴ１、ＶＴ３、ＶＴ５、ＶＴ２、ＶＴ４、ＶＴ６は、例えば、全てオフ状態になるようにさらに制御することができる。このとき、三相ブリッジアームの下側ブリッジアームは全てオフ状態であり、三相ＡＣ電気機械の三相巻線は、例えば、三相インバータの上側ブリッジアーム内のダイオードＤ１、Ｄ３、Ｄ５を介してパワーバッテリに接続することができる。このとき、外部電源モジュールと、三相ＡＣ電気機械の三相巻線Ｌｃ、Ｌｂ、Ｌａと、三相インバータ内の三相上側ブリッジアームとは、第２の充電ループを形成し、外部電源モジュールの出力電圧と三相巻線の出力電圧とが重畳され、一緒にパワーバッテリを充電するために使用され、その結果、外部電源モジュールの電圧を昇圧し、それによって安定した信頼性の高い昇圧充電プロセスが実現される。

【００８２】

さらに、三相ＡＣ電気機械は、例えば、５４個のワイヤスロット及び６個の磁極を有する電気機械構造を有する。

【００８３】

上述したように、５４ワイヤスロット構成は、三相ＡＣ電気機械の三相巻線のインダクタンスを大幅に高める。例えば、４８ワイヤスロット構成（各相の巻線は、１６個のワイヤスロット、すなわち、１６巻き回の直列接続巻線に相当する）と比較して、５４ワイヤスロット構成では、各相の巻線は１８ワイヤスロットに相当し、すなわち、各相の巻線は１８巻き回の直列接続巻線を有する。これにより、各相の巻線の直列接続した巻き回数が大幅に増加し、それによって各相の巻線のインダクタンスが高くなる。

【００８４】

そのうえ、５４個のワイヤスロットを構成することにより、電気機械自体の性能も最適化される。第一に、５４ワイヤスロット構成により、回転子の外径がより小さい電気機械回転子を収容することが可能になり、回転子の外径が小さくなることで電気機械の高い回転速度出力を実現するのに役立つ。第二に、高回転速度を実現すると同時に、５４ワイヤスロット構成により、回転速度を高めつつ出力トルクを考慮することも容易になる。したがって、電気機械は、高い回転速度だけでなく高い出力トルクを有する。加えて、三相ＡＣ電気機械が６個の磁極を有するように構成、すなわち、５４個のワイヤスロットと６個の磁極の構造構成を採用してさらに構成することで、磁極の数が少ない（６極）ことによるコア損失の低減が実現される。

【００８５】

図４は、本開示の実施形態による５４個のワイヤスロット及び６個の磁極を有する電気機械と、４８個のワイヤスロット及び８個の磁極を有する電気機械との性能を比較したグラフを示す。

【００８６】

図４を参照すると、これは５４個のワイヤスロットを有する電気機械と４８個のワイヤスロットを有する電気機械の回転速度を変えた場合の性能、特にトルクと電力に関する性能を示す。具体的には、ここで比較する電気機械のタイプは、ワイヤスロットが５４個で

磁極が６個の電気機械と、ワイヤスロットが４８個で磁極が８個の電気機械である。図４の電気機械特性を比較するグラフから、各回転速度設定において、５４個のワイヤスロットを有する電気機械の電力とトルクの性能は、４８個のワイヤスロットを有する電気機械の性能よりも優れていることが分かる。特に、５４個のワイヤスロットを有する電気機械では、外径のより小さい回転子が使用されるが、５４個のワイヤスロットを有する電気機械の出力トルクは、４８個のワイヤスロットを有する電気機械（外径のより大きい回転子が設置される）の出力トルクと実質的に同じレベルに依然として維持することができる。５４個のワイヤスロットを有する電気機械は、回転子の外径を小さくして高回転速度を実現しながらも、出力トルクを高いレベルで維持することもできるため、高回転速度と高トルク出力とを同時に考慮することができる。

【００８７】

本開示の別の態様によれば、例えば、上述の電気機械制御回路を備える電気駆動アセンブリシステムが提案される。

【００８８】

電気駆動アセンブリシステムは、車両の駆動電気機械（三相ＡＣ電気機械）の駆動制御を実現するために用いられるシステムである。電気駆動アセンブリシステムは、例えば、実際のニーズに応じて、その他の電気部品又は装置をさらに備えてもよい。本開示の実施形態は、電気駆動アセンブリシステムの特定の構成又はそれに含まれる部品のタイプによって制限されない。

【００８９】

上記に基づいて、本出願では、電気機械制御回路を備えるように電気駆動アセンブリシステムを構成することにより、電気機械駆動モードでは、三相インバータによって外部パワーバッテリからＤＣ電力を受け取り、三相ＡＣ電気機械を駆動するためのＡＣ電力を出力し、電気機械を効果的に制御することが可能になる。さらに、ＤＣ昇圧充電モードでは、電気機械固定子のワイヤスロット内の三相巻線がＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用され、誘導性エネルギー貯蔵素子及び三相インバータが連携してＤＣ昇圧充電回路を形成し、その結果、外部電源モジュールがＤＣ昇圧充電回路によって外部パワーバッテリを充電しており、このように電気機械制御回路を外部パワーバッテリ用の昇圧充電プロセスを実現するという追加の目的のために使用することができる。さらに、現在ＤＣ昇圧充電回路に適用されている電気機械制御回路（三相ＡＣ電気機械の固定子のワイヤスロットの数は一般に４８である）と比較して、固定子のワイヤスロットの数を少なくとも５４に設定することによって、すなわち、電気機械固定子のワイヤスロットの数を増やすことによって、電気機械の三相巻線のインダクタンスを効果的に高めることができ、その結果、三相巻線がＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用される場合、昇圧充電プロセスの電圧安定性及び信頼性が確保され、したがって効率的で信頼性の高い充電プロセスを実現することができる。加えて、固定子のワイヤスロットの数を増やすことはまた、三相ＡＣ電気機械の構造を最適化し、高回転速度及び高トルク出力を実現するのにも役立つ。したがって、本出願における設計により、昇圧充電機能の最適化（高い電気機械インダクタンス）と、電気機械自体の出力性能の最適化（高い電気機械回転速度）とを同時に実現することができる。

【００９０】

いくつかの実施形態では、電気駆動アセンブリシステム内の電気機械制御回路は、例えば、上述の構造を有することができ、上述の機能を実行することができる。

【００９１】

本開示の別の態様によると、車両も提案される。車両は、例えば、上述の電気駆動アセンブリシステムを備える。

【００９２】

車両は、例えば、純粋な電気自動車又はハイブリッド車両である。

【００９３】

上記に基づいて、本出願では、電気駆動アセンブリシステムを備えるように車両を構成

することにより、電気機械駆動モードでは、三相インバータによって外部パワーバッテリからＤＣ電力を受け取り、三相ＡＣ電気機械を駆動するためのＡＣ電力を出力して、電気機械を効果的に制御することができる。さらに、ＤＣ昇圧充電モードでは、電気機械固定子のワイヤスロットの三相巻線がＤＣ昇圧充電回路の誘導性エネルギー貯蔵素子として使用され、誘導性エネルギー貯蔵素子及び三相インバータが連携してＤＣ昇圧充電回路を形成し、その結果、外部電源モジュールがＤＣ昇圧充電回路によって外部パワーバッテリを充電しており、このように、電気機械制御回路は、外部パワーバッテリ用の昇圧充電プロセスを実現するという追加の目的のために使用することができるため、車両の内部回路を簡素化しつつ複数の異なる動作モードを簡単かつ便利な方法で実現することができる。さらに、固定子のワイヤスロットを少なくとも５４個のワイヤスロットとなるように構成することで、電気機械における三相巻線のインダクタンスを効果的に高めて、昇圧充電プロセスの電圧安定性及び信頼性を確保し、効率的で信頼性の高い充電プロセスを実現することができる。加えて、三相ＡＣ電気機械の構造が最適化され、高回転速度及び高トルク出力を実現するのに役立つ。

【００９４】

いくつかの実施形態では、車両の電気駆動アセンブリシステムは、例えば、電気機械制御回路を備えることができ、例えば、上述の構造を有することができ、上述の機能を実行することができる。

【００９５】

本出願において、特定の用語は、本出願の実施形態を説明するために使用される。例えば、「第１／第２の実施形態」、「実施形態」、及び／又は「いくつかの実施形態」は、本出願の少なくとも１つの実施形態に関連する特徴、構造、又は特性を指す。したがって、本明細書の異なる場所で２回以上言及される「実施形態」、「一実施形態」、又は「代替実施形態」は、必ずしも同じ実施形態を指すとは限らないことに留意されたい。加えて、本出願の１つ又は複数の実施形態における特定の特徴、構造、又は特性を適切に組み合わせることができる。

【００９６】

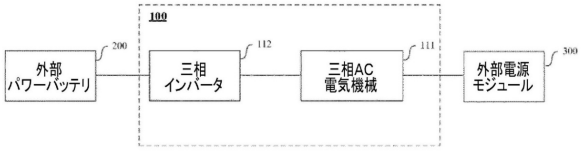
特に定義されない限り、本明細書で使用される全ての用語（技術用語及び科学用語を含む）は、当業者によって一般的に理解されるものと同じ意味を有する。辞書で一般的に定義されているような用語は、本明細書で明示的にそのように定義されていない限り、理想化された又は極度に形式化された意味で解釈されるのではなく、関連技術の文脈と同じ意味を有するものとして解釈されるべきであることも理解されるべきである。

【００９７】

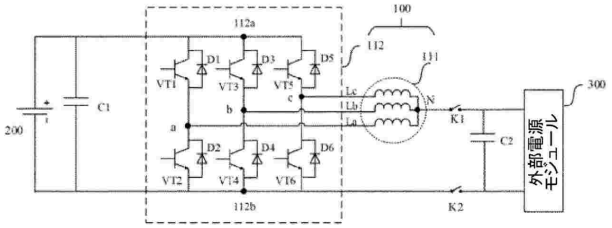
上記は本開示の説明であり、本開示を限定するものとみなすべきではない。本開示の特定の例示的な実施形態を説明したが、当業者は、本開示の新規な教示及び利点から逸脱することなく、例示的な実施形態に多くの修正を加えることができることを容易に理解するであろう。したがって、このような修正は全て、特許請求の範囲によって定義される本開示の範囲内に含まれることが意図されている。上記は本開示の説明であり、開示された特定の実施形態に限定されるとみなされるべきではないことを理解すべきであり、加えて、開示された実施形態及びその他の実施形態に対して行われた修正は、添付の特許請求の範囲内に含まれることが意図される。本開示は、特許請求の範囲及びその均等物によって定義される。

【図面】

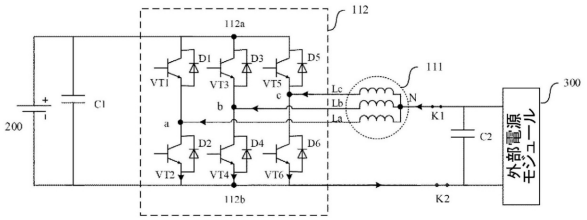
【図１】



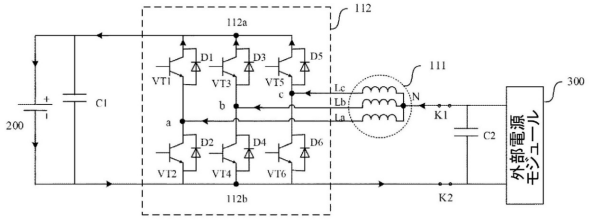
【図２】



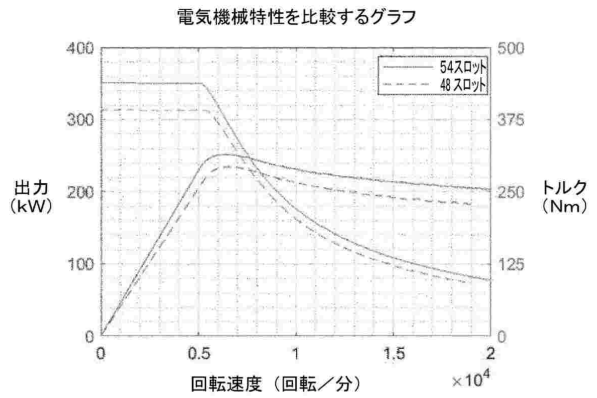
【図３Ａ】



【図３Ｂ】



【図４】


電気機械特性を比較するグラフ
54スロット
48スロット
出力
（kW）
トルク
（Nm）
400
300
200
100
0
500
375
250
125
0
0
0.5
1
1.5
2
×10^4
回転速度（回転／分）

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2023/065022

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60L53/24 B60L53/22 B60L53/14 B60L15/00 B60L15/20
H02K1/16 H02K3/12 H02K17/12 H02K19/10 H02K21/14
H02J7/02 H02P25/18
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K B60L H02J H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 113 928 129 A (HUAWEI DIGITAL ENERGY TECH CO LTD) 14 January 2022 (2022-01-14) abstract paragraphs [0005] - [0008], [0085] - [0089], [0170] - [0171]; figures 1-3,5,6,9-12	1-7,10, 11
X	US 2007/120520 A1 (MIYAZAKI HIDEKI [JP] ET AL) 31 May 2007 (2007-05-31) abstract paragraphs [0004] - [0006], [0043] - [0053], [0090] - [0091], [0107] - [0108]; figures 1-7,12	1-3,6-11

-/--

[x] Further documents are listed in the continuation of Box C. [x] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 September 2023	20/09/2023

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Molnar, Sabinus

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2023/065022

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 3 006 254 A1 (NISSAN MOTOR MFG UK LTD [GB]) 13 April 2016 (2016-04-13) abstract paragraphs [0011] - [0012], [0023] - [0028], [0037] - [0038]; figures 2-9	1-7,10, 11
X	US 2021/091612 A1 (DAMERON JAMES [US] ET AL) 25 March 2021 (2021-03-25) abstract paragraphs [0045] - [0046], [0051] - [0052], [0081] - [0096]; figures 2A,2B,10	1-3,6,7, 10,11
A	DE 10 2018 113266 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC [US]) 13 December 2018 (2018-12-13) abstract paragraphs [0002] - [0004], [0009] - [0013], [0025] - [0030], [0033] - [0038], [0058] - [0059]; figures 1,2	1-11

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2023/065022

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 113928129 A	14-01-2022	CN 113928129 A	14-01-2022
		EP 4160903 A1	05-04-2023
		JP 2023051850 A	11-04-2023
US 2007120520 A1	31-05-2007	CN 1974261 A	06-06-2007
		EP 1792770 A2	06-06-2007
		JP 4749852 B2	17-08-2011
		JP 2007151366 A	14-06-2007
		US 2007120520 A1	31-05-2007
EP 3006254 A1	13-04-2016	EP 3006254 A1	13-04-2016
		GB 2531036 A	13-04-2016
US 2021091612 A1	25-03-2021	CN 114450870 A	06-05-2022
		EP 4035255 A1	03-08-2022
		JP 2022548532 A	21-11-2022
		US 2021091612 A1	25-03-2021
		US 2021288545 A1	16-09-2021
		US 2023275484 A1	31-08-2023
		WO 2021061795 A1	01-04-2021
DE 102018113266 A1	13-12-2018	CN 109004780 A	14-12-2018
		DE 102018113266 A1	13-12-2018
		US 2018358876 A1	13-12-2018

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

ィブ、ジャーマニー、ゲーエムベーハー

(72)発明者　レンチョー、チェン
ドイツ連邦共和国エルランゲン、フラウエンアウラハー、シュトラーセ、８５、ケアオブ、ヴァレオ、イーオートモーティブ、ジャーマニー、ゲーエムベーハー

(72)発明者　ウェイ、チュー
ドイツ連邦共和国エルランゲン、フラウエンアウラハー、シュトラーセ、８５、ケアオブ、ヴァレオ、イーオートモーティブ、ジャーマニー、ゲーエムベーハー

(72)発明者　アンバン、シアオ
ドイツ連邦共和国エルランゲン、フラウエンアウラハー、シュトラーセ、８５、ケアオブ、ヴァレオ、イーオートモーティブ、ジャーマニー、ゲーエムベーハー

Ｆターム（参考）　5H730　AA16 AS04 AS17 BB14 BB57 BB84 BB88 DD03 DD16 EE13
ZZ17
5H770　BA02 CA06 DA03 DA41 JA17Z