

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-534439

(P2015-534439A)

(43) 公表日 平成27年11月26日(2015.11.26)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
HO2J 3/30	(2006.01)	HO2J	3/30	5G066
HO2J 15/00	(2006.01)	HO2J	15/00	A

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2015-533520 (P2015-533520)
 (86) (22) 出願日 平成25年9月10日 (2013. 9. 10)
 (85) 翻訳文提出日 平成27年5月21日 (2015. 5. 21)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2013/068725
 (87) 国際公開番号 W02014/048728
 (87) 国際公開日 平成26年4月3日 (2014. 4. 3)
 (31) 優先権主張番号 12186488.8
 (32) 優先日 平成24年9月28日 (2012. 9. 28)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 515040955
 エンリッチメント テクノロジー カンパ
 ニー リミテッド
 ENRICHMENT TECHNOLO
 GY COMPANY LTD.
 ドイツ連邦共和国 52428 ユーリッ
 ヒ, シュテッテルニヒャー シュターツフ
 オルスト
 (74) 代理人 100080621
 弁理士 矢野 寿一郎
 (72) 発明者 トレップマン, クリストフ
 ドイツ連邦共和国 52074 アーヘン
 , ゼッフェンター ベルク 20

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可搬性エネルギー貯蔵モジュール

(57) 【要約】

本発明は、大エネルギー貯蔵容量および出力を有する可搬性エネルギー貯蔵モジュール(1)と、当該エネルギー貯蔵モジュール(1)を有するエネルギー貯蔵システム(10)と、電力系統(LS, NS)における需要に対しエネルギー貯蔵システム(10)を調整する方法に関する。このため、可搬性エネルギー貯蔵モジュール(1)は、モジュール収容筐体(2)を有する。モジュール収容筐体(2)は、1つ以上の電力接続インターフェース(21a, 21b, 21c)と、1つ以上のデータインターフェース(22a, 22b, 22c)を有する。さらに、可搬性エネルギー貯蔵モジュール(1)は、複数のフライホイールエネルギー貯蔵部(31)を有するフライホイールモジュール(3)と、フライホイールモジュール(3)の動作に必要な最低限の真空を生成する真空モジュール(4)と、フライホイールモジュール(3)の動作中に少なくとも内部熱負荷を除去する冷却モジュール(5)と、モジュール筐体(2)内のモジュール(3, 4, 5, ...)を適切に制御し、電力系統(LS, NS)における制御およびシステムタスク(O

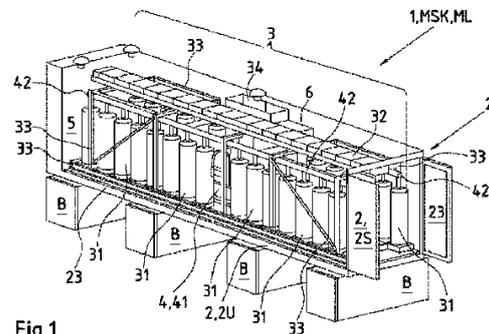


Fig.1

故障のような異常事態の際に、各フライホイールエネルギー貯蔵部(31)の機械的エネルギーが固定手段(24)に対し、前記フレーム(33)内の構成要素を通じて放出できるよう、前記フライホイールエネルギー貯蔵部(31)が、フライホイールモジュール(3)の前記フレーム(33)に設けられることで、隣接した前記フライホイールエネルギー貯蔵部(31)が、動作中に影響を受けず、前記エネルギー貯蔵モジュール(1)が地面(B)に固定されていること、を特徴とする請求項5に記載のエネルギー貯蔵モジュール(1)。

【請求項7】

前記直流リンク(32)は、電力変換器(34)またはフォワードコンバータ(34)に接続された共通直流バス(32)であることを特徴とする、請求項1から6のいずれか1項に記載のエネルギー貯蔵モジュール(1)。

10

【請求項8】

少なくとも30秒超の期間、非局地的電力系統(NS)に対し、電流を放出可能なエネルギー貯蔵モジュール(1)のモジュール貯蔵容量(MSK)を提供可能となるよう、前記フライホイールエネルギー貯蔵部(31)の数が設定されることを特徴とする、請求項1から7のいずれか1項に記載のエネルギー貯蔵モジュール(1)。

【請求項9】

前記真空モジュール(4)は、

動作用真空を生成するための共通真空ポンプ部(41)と、

前記フライホイールエネルギー貯蔵部(31)が接続されたパイプシステム(42)とを有することを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載のエネルギー貯蔵モジュール(1)。

20

【請求項10】

前記フライホイールモジュール(3)の動作中に少なくとも内部熱負荷を除去するためまたは空気調整を行うために、加熱および/または冷却モジュール(5)をさらに有する、請求項1から9のいずれか1項に記載のエネルギー貯蔵モジュール(1)。

【請求項11】

前記モジュール制御システム(6)は、接続された1つ以上の局地的電力系統(LS)における局地的制御およびシステムタスク(ORS)および/または接続された非局地的電力系統(NS)における非局地的制御およびシステムタスク(NORS)を実行するため、少なくとも貯蔵モジュール(3)に、少なくとも1つの電力接続インターフェース(21a, 21b)を介してエネルギーを回収(En)または放出(Ep)するよう指示し、対応するエネルギー流(EF)を、調整部(7)により適切に局地的および/または非局地的電力系統(LS, NS)に分配することを特徴とする、請求項1から10のいずれか1項に記載のエネルギー貯蔵モジュール(1)。

30

【請求項12】

請求項1に記載のエネルギー貯蔵モジュール(1)を複数有するエネルギー貯蔵システム(10)であって、

該エネルギー貯蔵システム(10)は、共通データネットワーク(8)により、少なくともデータインターフェース(22a, 22b, 22c)を介して互いに接続され、

40

各モジュール制御システム(6)は、前記エネルギー貯蔵システム(10)に接続された電力系統(LS, NS)において、全モジュール貯蔵容量(MSK)およびモジュール出力(ML)の総計から共通システム貯蔵容量(ASK)およびシステム出力(AL)を提供できるよう、エネルギー貯蔵システム(10)の共通制御(GS)を実行することを特徴とする、エネルギー貯蔵システム(10)。

【請求項13】

全エネルギー貯蔵モジュール(1, 1', 1'')の電力接続インターフェース(21a, 21b, 21c)は、非局地的電力系統(NS)および少なくとも1つの局地的電力系統(LS)に接続されるため、共通接続点(9)に接続されることを特徴とする、請求項12に記載のエネルギー貯蔵システム(10)。

50

【請求項 14】

前記モジュール制御システム(6)のうち、1つはマスター制御システム(6M)、その他はスレーブ制御システム(6S)となり、

前記マスターモジュールシステム(6M)は、接続された電力系統(LS, NS)において制御およびシステムタスク(ORS, NORS)を共同で実行するよう、フライホイールエネルギー貯蔵部(31)を制御するための指示を、データネットワーク(8)を介して前記スレーブ制御システム(6S)に送信することを特徴とする、請求項12または13に記載のエネルギー貯蔵システム(10)。

【請求項 15】

制御およびシステムタスク(ORS, NORS)のために、局地的および非局地的エネルギーを可変的に提供する方法であって、

接続される特定の電力系統(LS, NS)における、所望の制御およびシステムタスク(ORS, NORS)を実行(AO, ANO)するために必要なシステム貯蔵容量(ASK)およびシステム出力(AL)を決定(BS)する工程と、

それぞれモジュール貯蔵容量(MSK)と、モジュール出力(ML)と、モジュール制御システム(6)とを有する、請求項1に記載のエネルギー貯蔵モジュール(1, 1', 1'')を所定数設置場所に設置(AF)する工程であって、エネルギー貯蔵モジュール(1, 1', 1'')の数が、全モジュール貯蔵容量(MSK)およびモジュール出力(ML)の総計が必要なシステム貯蔵容量(ASK)およびシステム出力(AL)に対応するよう設定される工程と、

前記エネルギー貯蔵モジュール(1, 1', 1'')のモジュール筐体(2)を、設置場所の地面(B)に固定(VA)する工程と、

前記エネルギー貯蔵モジュール(1, 1', 1'')を共通接続点(9)に接続(ASM)し、接続点(9)を各電力系統(LS, NS)に接続(ASS)し、エネルギー貯蔵モジュール(1, 1', 1'')を共通データネットワーク(8)を介して互いに接続(VB)することで共通エネルギー貯蔵システム(10)を形成する工程と、

各モジュール制御システム(6)、好ましくは選択されたマスター制御システム(6;)により、エネルギー貯蔵システムを共同制御(GS)することで、接続された電力系統(LS, NS)において制御およびシステムタスク(ORS, NORS)が実行(AO, ANO)されるよう共通システム貯蔵容量(ASK)およびシステム出力(AL)を提供する工程と、

前記エネルギー貯蔵システム(10)を、要求されたシステム貯蔵容量(ASK)およびシステム出力(AL)の変化に応じて調整(AP)する工程であって、調整(AP)は請求項1に記載のエネルギー貯蔵モジュール(1'')を、前述の方法工程に従いさらに追加(H)するか、エネルギー貯蔵システム(10)から1つ以上のエネルギー貯蔵モジュール(1'')を除去(E)することで実現され、除去(E)は、除去される特定のエネルギー貯蔵モジュール(1'')の電力接続(21a, 21b, 21c)が全て接続点(9)から切断され、全てのデータインターフェース(22a, 22b, 22c)がデータネットワーク(8)から切断され、モジュール筐体(2)が設置場所から取り外された上で実行される工程と、

を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、大エネルギー貯蔵容量および出力を有する可搬性エネルギー貯蔵モジュールと、当該エネルギー貯蔵モジュールを有するエネルギー貯蔵システムと、電力系統における制御およびシステムタスクにエネルギーを可変的に供給する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、送電網および広域同期系統における送電網の相互接続により、広大な範囲に電力

10

20

30

40

50

供給が可能となっている。電力系統間でのバラツキが拡大していることから、電力系統における局地的タスクを達成する分散型エネルギー貯蔵システムに対する需要も高まっている。たとえば、局地的タスクとは、局地的発電の局地的電力消費、適時な予想を通じた再生可能エネルギーによる局地的電力供給改善などである。たとえば、地理的に分散した風力タービンや太陽光発電による分散型発電では、制御困難な、電力系統間での電圧のバラツキが生じやすい。十分な輸送能力を持つ電力系統は限られているため、一時的かつ局地的に電力過剰供給、需要が生じて、電力系統によりそれを送ることはできない。従って、系統の高質化、安定したエネルギー供給、エネルギー輸送能力の確保のため、既存の電力系統に対し、用途に応じて柔軟に組み込み可能な分散型エネルギー貯蔵システムが望まれている。

10

【0003】

電力系統の拡張にともない、長期的に見れば電力輸送のボトルネックは解決できよう。しかし、広大な範囲を網羅するには非常にコストがかかり、さらに長い承認、建設期間を要する。そして電力を均等に分散するには、可变的に、あらゆる場所で即座に使用可能で、さらに必要に応じて別の場所へ迅速に移動可能でありながら、さらに系統安定化のため大エネルギー貯蔵容量および出力を有する貯蔵手段が求められる。揚水発電所は、莫大なエネルギーを貯蔵可能な容量を有し、電力系統に対しわずかだが貯蔵を行うことができる。しかし揚水発電所は、設置場所から移動させることはできない。即ちあらゆる場所に設置されたり、必要に応じて動かしたりすることはできないのである。従って、揚水発電所のエネルギーは、多くの場合容量不足となる電線を通じて非常に長距離にわたり送る必要もあることから、配電に関わる問題を解決するものではない。そして揚水発電所の建設は非常に複雑なものであり、多大な時間とコストがかかる。さらに揚水発電所は全負荷運転用に設計されており、局地的な局地的電力供給システムの高質化に寄与するものではない。

20

【0004】

電池式貯蔵装置は、場合によっては別の場所に移動可能であり、可变的に使用可能なエネルギー貯蔵器の一種である。しかし電池式貯蔵装置は、動作中の負荷変動に対応不能であり、温度、システム故障、誤動作により急速に劣化してしまう。さらに、電池式貯蔵装置には非常に高頻度な保全が不可欠であり、火災や化学物質の危険性が高いことから、環境や水に対して危害を及ぼし得るものであって、保護保全が非常に困難である。フライホイールエネルギー貯蔵システムなどの、今日利用可能な大容量機械的エネルギー貯蔵システムは現状、機械的理由から固定的に建設されるものであって、局地的な系統問題の解決以外には供されない。そして現状当該システムは可搬性を有しておらず、当然移動による迅速な容量変化も不能である。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、本発明の目的は、可变的にあらゆる所望の場所に、迅速かつ容易に配置可能な、電力系統における制御およびシステムタスクに対して十分に大きな貯蔵容量および出力を有するエネルギー貯蔵システムを提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的は、モジュール収容筐体を持つ可搬性エネルギー貯蔵モジュールであって、少なくとも1つの電力接続インターフェースと、少なくとも1つのデータインターフェースとを有し、モジュール筐体内のエネルギー貯蔵モジュールはさらに、共通モジュール貯蔵容量およびモジュール出力を提供するため、直流リンクを介して少なくとも1つの電力接続インターフェースに接続される複数のフライホイールエネルギー貯蔵部を有するフライホイールモジュールと、フライホイールモジュールを動作させるのに必要最低限の真空を、フライホイールエネルギー貯蔵部内に生成する真空モジュールと、モジュール筐体における、少なくともフライホイールモジュールや真空モジュールのようなモジュールを適切

50

に制御し、電力系統内で制御およびシステムタスクを実行するため、データインターフェースを介してデータ通信を実現するモジュール制御システムとを有し、1つ以上の電力接続インターフェースが、少なくとも局地的および/または非局地的電力系統への接続のために設けられ、1つ以上のデータインターフェースが、接続された電力系統において実行される制御およびシステムタスクを少なくとも外部データとして受信し、動作データを外部に送信するために設けられ、モジュール筐体は、内蔵するモジュールの安全な搬送に適するよう構成され、動作中にフライホイールエネルギー貯蔵部の静的および動的負荷を吸収することを特徴とする、エネルギー貯蔵モジュールにより達成される。

【0007】

本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールは、所望のあらゆる場所に取り外し可能に迅速かつ簡易に設置可能なエネルギー貯蔵システムまたは当該エネルギー貯蔵システムの構成要素である。モジュール構造により、当該エネルギー貯蔵システムに対し、その他エネルギー貯蔵モジュールを容易に組み合わせる、または追加することができる。これにより、エネルギー貯蔵モジュールや、エネルギー貯蔵システムとなる複数のエネルギー貯蔵モジュールの組み合わせは、電力系統における制御およびシステムタスクに対して十分に大きなエネルギー貯蔵容量および出力を提供する。また、単一のエネルギー貯蔵モジュールがエネルギー貯蔵システムであってもよく、その場合、エネルギー貯蔵モジュールのモジュール貯蔵容量およびモジュール出力がシステム貯蔵容量およびシステム出力となる。当該エネルギー貯蔵モジュールを有するエネルギー貯蔵システムも、エネルギー貯蔵モジュールと同様の可搬性を有する。モジュール筐体は搬送用に設計されているため、モジュール筐体内の構成要素は、エネルギー貯蔵モジュールが長期間稼働可能となり、さらにエネルギー貯蔵モジュールが別の場所に移動可能となるような機械強度を有する。さらに、モジュール構造により、設置場所への設置が容易となる。即ち、エネルギー貯蔵モジュールが動作するために必要な構成要素は全てモジュール筐体内に配置されており、エネルギー貯蔵モジュールを設置場所にて、電力接続インターフェースおよびデータインターフェースを介して必要な電力およびデータ接続に接続するだけでよいのである。モジュール構造に基づき、要求に応じてエネルギー貯蔵モジュールの数の増加することで、利用可能容量は増加可能である。従って、各エネルギー貯蔵モジュールは、単独またはモジュール構造エネルギー貯蔵システムで有効に利用可能であるため、高費用効果で製造、動作可能である。エネルギー貯蔵モジュールは、モジュール筐体内のモジュールを有する。これらモジュールは、フライホイールモジュールや、真空モジュールや、さらに好ましくは必要に応じて加熱および冷却モジュールのようなエネルギー貯蔵モジュールの動作に必要な構成要素である。

【0008】

モジュール筐体が全てのモジュールおよび内蔵される構成要素を收容することで、可搬性が得られる。ここで、「收容」とは、たとえば周辺に対しエネルギー貯蔵モジュールの全面を、上面、底面、側面が取り付けられる筐体フレームにより画定することである。高強度なモジュール筐体とするため、たとえば筐体フレームの少なくとも大部分をコンクリート、金属、または鋼鉄で構成可能であるが、フレームは好ましくは完全に鋼鉄製である。收容モジュール筐体は、搬送または動作中にモジュール筐体の中身を外部効果から保護する。好ましくは、モジュール筐体内のモジュール、具体的にはフライホイールモジュールが、モジュール間、より具体的にはフライホイールモジュールとモジュール筐体との間の緩衝要素により、動作および搬送中に保護される。搬送後も、エネルギー貯蔵モジュール内に緩衝要素が少なくとも部分的に残されてもよい。これによりフライホイールエネルギー貯蔵部の動作中の静的および動的負荷が吸収される。モジュール筐体は、頑丈な材料でできているため、緩衝要素でも吸収不能な静的および動的負荷を吸収可能である。ここで、通常動作や、異常動作中に発生した機械的負荷は、搬送用の固定点や局地的固定点に排出される必要がある。これは、たとえばモジュール筐体および/またはモジュール内の適切な鋼鉄製フレームに対し、各フライホイール貯蔵部が緩衝要素の有無に関わらずに取り付けられることで可能となる。したがって、発生した負荷は、所定の負荷伝達点を介し

10

20

30

40

50

て外部、たとえば基礎に排出される。モジュール筐体は、エネルギー貯蔵モジュールが、トラック、クレーン、輸送船のいずれかにより搬送可能となるような任意の適切なサイズであってよい。そしてモジュールボックスは、固定具や接続点が外部にあらかじめ設けられたボックスやコンテナであってよい。

【0009】

さらにモジュール筐体に求められる目的は、必要な基本熱的条件を満たすことである。このため、一実施形態のモジュール筐体は少なくとも防風および防水仕様となっており、モジュール筐体内の制御内部温度をたとえば $10^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ に維持するための断熱層を持つことを特徴とする。理想的な断熱層は、たとえば鋼鉄、コンクリートまたはプラスチックなどの防風外部素材の裏か間に、発泡断熱材や断熱ウールを取り付けたものである。好適な実施形態では、内部のモジュール筐体上、またはモジュール筐体内に断熱処理がなされる。これにより、断熱層が天候や日光などの外部効果から保護され、長期間にわたって効果を発揮することが可能となる。「モジュール筐体内」ということは、断熱層はモジュール筐体の表面に取り付けることなくモジュール筐体（コア層としてのサンドイッチ構造）と一体化される。理想的なモジュール筐体はさらに、外部に面した制御熱放出用の熱交換器を有することを特徴とする。天候からの保護のため、モジュール筐体、熱交換器、電流供給線はいずれも水や大量の空気が侵入しないよう構成される。熱および機械的保護効果を得るための理想的な断熱層として、たとえば固有安定性をもちつつ断熱効果も持つような 40mm を超える厚さの発泡コアを有するサンドイッチ材が挙げられる。機械的負荷を内部から外部へと送るため、サンドイッチ材は設置場所で、備え付けの金属や、金属管フレームにより補強される。内部システム点と、外部取付点はいずれもこれらフレームに固定可能である。直射日光などの外部熱負荷をさらに遮断するため、保護材や吸収材などの適切な要素や構造を設けてもよい。

10

20

【0010】

本発明の更なる実施形態では、フライホイールモジュールは、モジュール内部に共通フレームを有する。フライホイールエネルギー貯蔵部は共通フレームに設置および嵌合される。フレームに支持されることで、複数のフライホイールエネルギー貯蔵部の相対的位置は確実に、堅固に固定される。この目的に適したフレームとしては、たとえばI形梁や箱型の鋼鉄製フレームが互いに溶着される。フレームの慣性モーメントや材料厚さは、通常または異常動作負荷により力がかかってもフレームが大きく変形しないよう設定される。このため、フレームにせん断補強材を内部に一体化する必要があり得る。理想的なフレームとしては、筐体が力を筐体基礎に伝達可能なよう、力をモジュール筐体に的確に送ることが可能なように設計されたフレームが挙げられる。

30

【0011】

好適な実施形態において、フレームは、フライホイールモジュール全体がモジュール筐体に対し着脱可能なように設計される。その結果、モジュール筐体外のフライホイールエネルギー貯蔵部をフライホイールモジュールにあらかじめ設置できる。これにより、モジュール筐体と比較して、組み付け性が飛躍的に向上するため、フライホイールエネルギー貯蔵部を迅速にフレーム内に組み付けることができるようになる。さらに、故障したフライホイールエネルギー貯蔵部は、モジュール筐体から交換のためフレームを取り外し、故障したフライホイールエネルギー貯蔵部を交換した後、フレームを再度挿入することで、迅速な交換が可能となる。容易に保全可能な全体構造を得るため、たとえばフライホイールエネルギー貯蔵部の幾何学的配置により、フライホイールモジュールに作業路を設けることとしてもよい。作業路により、全モジュール構成要素にアクセス可能となり、各フライホイールモジュールまたはシステム構成要素を取り出し、交換可能である。

40

【0012】

一実施形態において、フライホイールエネルギー貯蔵部は、フライホイールモジュールのフレームに、故障のような異常事態がおきると、フレーム内の構成要素を通じて、各フライホイールエネルギー貯蔵部の機械的エネルギーが排出されるよう設けられる。そのため、隣接したフライホイールエネルギー貯蔵部が動作中に影響を受けることはなくなる。

50

【 0 0 1 3 】

さらなる実施形態では、モジュール筐体は標準的コンテナであり、好ましくはISO規格コンテナである。標準的コンテナは、別の設置場所への高速搬送に、適した搬送装置が利用可能になるようなサイズに設定される。搬送装置は、適したトラック、貨物列車、あるいは搬送手段の変更が必要な場合には、貨物船や好適な積み下ろし場所での荷卸し場などである。ISO規格コンテナは、ISO668に準じた大規模コンテナである。これにより、図示の例ではエネルギー貯蔵モジュールである物品の輸送、発送、貯蔵、荷卸しが容易かつ迅速に実行可能となる。最も一般的なISO規格コンテナは幅8フィート、長さ20~40フィートである。一般的な高さとしては、陸路での搬送に障害をきたさない程度の高さである。サイズに応じて、ISO規格コンテナは、33~86立法メートルの容量と、21~27トンの最大積載量を持つ。技術的な観点から、モジュールの重量は搬送に適したものに設定されることが好ましい。即ち、モジュールは異常負荷への耐性を高くするため、軽すぎてはならない。本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールに対して、先行技術に係る、大容量のフライホイールエネルギー貯蔵部は、取り外し不能に設置場所の地下に接続され、たとえば地面のコンクリート基礎内に埋め込まれる。このようなユニットは固定されており、システムユニット全体を分解しない限り取り外し不能であるため、可動性を有さない。

10

【 0 0 1 4 】

さらなる実施形態において、モジュール筐体は底面または1つ以上の側面に、地面固定手段を有する。これにより、エネルギー貯蔵モジュールを地面に安全、好ましくは非破壊的、そして取り外し可能に固定できる。その結果、エネルギー貯蔵モジュールを単独で支持する作業において迅速かつ安定した固定が可能となる。たとえば、地面固定手段はロープやフックをかけるための孔やリングまたは地面の基礎に直接挿入されるアースアンカーである。リングや孔が使用される場合、モジュール筐体は、たとえばコンクリート板などの適切なベースプレートに迅速に締結できる。アースアンカーであれば、エネルギー貯蔵モジュールを、帯状基礎を持つ通常の地面に対し固定的かつ自律的に、一次的に設置できる。この場合、たとえば地面はあらかじめ整地され固められる。上述のような地面固定手段は、エネルギー貯蔵モジュールを安全かつ固定的に設置可能とするのみならず、現状の設置場所にモジュール貯蔵容量およびモジュール出力が不要となった場合に、エネルギー貯蔵モジュールを簡単かつ速やかに取り外し、別の設置場所に移動させることも可能とする。モジュールは大量のエネルギーを貯蔵するため、モジュール筐体は、技術的かつ对人的にシステムを保護するよう構成される。さらに、コンクリートか金属のサンドイッチ技術とフレーム要素の組み合わせによりモジュールの頑丈な構造は、不法侵入防止にも有効である。モジュールを公共の場所に設置するには、衝撃に対する保護も必要となる。これは、頑丈な金属製またはコンクリート製フレーム、角部の補強と、壁部の十分な完成モーメント、さらには適切な壁部材により実現される。一実施形態において、モジュール筐体は、公共の場においても動作安全性が損なわれないよう衝撃その他の外部負荷を可能である。

20

30

【 0 0 1 5 】

そのためモジュールは外観条件も満たすことができる。可搬性が必要となるため、モジュールは公共の場所に設置することも望ましい。これにより、モジュールをたとえば広告や通信用パネルに利用できる。

40

【 0 0 1 6 】

モジュール制御システムと、設けられた電力接続インターフェースは、エネルギー貯蔵モジュール(またはそれを含むエネルギー貯蔵システム)を、別々に接続された局地的および非局地的電力系統において、対応可能な範囲で異なる貯蔵、制御およびシステムタスクを実行可能とする。従って、局地的電力供給網における局地的系統質向上と非局地的電力系統における安定エネルギー供給を両立可能となる。エネルギー貯蔵モジュールは非局地的電力系統と1つ以上の局地的電力系統に直接的に接続されてよい。或いは、特に別のエネルギー貯蔵モジュールを追加することなく単独で動作するエネルギー貯蔵モジュール

50

であれば、非局地的電力系統に接続された局地的電力系統を介して非局地的電力系統に間接的に接続されてもよい。実行される制御およびシステムタスクは、局地的および非局地的制御およびシステムタスクを含む。局地的制御およびシステムタスクとは、局地的電力系統に関わるものであり、たとえば要求された線電圧の確保、無効電力補償、電圧信号の振幅および位相位置の調整、追加で接続され得る大口電力消費者用や最大起動電流用の局地的電力の供給や、局地的電力余剰分の貯蔵を含む。非局地的制御およびシステムタスクは非局地的電力系統に関わるものであり、たとえば、一次的または二次的貯蔵電力の提供を含む。貯蔵電力により、電力系統に不慮の事態が起きた場合にも供給が可能となる。そのために、貯蔵電力を生成可能な発電所の出力を短時間調整可能であり、迅速に起動する発電所や本発明に係るエネルギー貯蔵システムのようなエネルギー貯蔵システムを利用可能である。たとえば可動性制御およびシステムタスクはさらに、非局地的電力系統における、停電の際の自立起動支援や、電力ピーク時の通常貯蔵や、無効電力補償を含む。局地的および/または非局地的電力系統に対する局地的または非局地的制御およびシステムタスクはさらに、既存の電力供給者と協働での、電力供給の冗長性の確立（フェイルセーフ動作）、無効電力管理を含む。

10

20

30

40

50

【0017】

ここで、非局地的電力系統とは、非局地的制御およびシステムタスクが実行される、地域的または複数地域にまたがる非常に広大な領域における電力系統を指す。非局地的電力系統は、たとえば送電または配電網（公共電力系統）である。たとえばドイツの公共電力系統は、電力会社 Amprion、50 Hertz、Tennet および Transnetz ENBW により運営される4つの送電網から成る。たとえば、4つの送電網は、合わせてドイツの Netzelektro (協働電力制御) を構成する。その他の国々では、異なる電力会社が適切な送電網を運営している。送電網では、電力系統の周波数が一定に保たれる（周波数制御）。各国の送電網を有する欧州の超広域同期系統も非局地的電力系統と捉えられるべきものではあるが、現状では貯蔵電力の規格以外定められていない。非局地的制御およびシステムタスクは、各送電網にて実行されるものである。本発明における局地的電力系統は、上述した局地的制御およびシステムタスクが実行される電力供給システムである。通常、局地的電力系統は非常に空間的に限定されたものであり、たとえば動作施設における内部運転電力供給システムまたはビルやビル群用の電力網である。

【0018】

電力接続インターフェースとは、エネルギー貯蔵モジュール内の利用可能エネルギーの外部電力ケーブルへの放出、またはエネルギーの外部電力ケーブルからの回収に使用可能な装置を指す。たとえば電力接続インターフェースは、適切に設計されたプラグ/コンセント接続であって、電力系統への接続のため外部から適切に設計されたプラグが挿入される。たとえば、電力接続インターフェースは、送信電力量に応じた市販の接続部である。非局地的電力系統と、1つ以上の局地的電力系統は当業者により適宜設定可能である。電力系統（非局地的および局地的）が互いに独立してエネルギー貯蔵システムに対しエネルギーを回収、供給できるよう設計される。電力接続インターフェースはさらに、動作電流をエネルギー貯蔵モジュールおよびその構成要素やモジュールに供給するためにも使用可能である。

【0019】

データインターフェースは、データ接続を確立するため、内部データ線をエネルギー貯蔵モジュールにつながる外部からの別のデータ線に接続するために使用可能な装置を指す。たとえば、データインターフェースはデータ接続用の市販のインターフェースであってよい。エネルギー貯蔵モジュール内およびエネルギー貯蔵モジュール間のデータ線は、任意の適切な形式を有してよい。一実施形態では、データ線はたとえば CAN バス、プロフィバス、またはイーサネットのようなデータバスシステムとして構成される。あるいは、データインターフェースはたとえば有線通信ネットワーク、無線ネットワーク、携帯電話ネットワーク、IECG に基づくネットワーク、有線電話ネットワーク、電力系統の電力

ケーブルによるデータ接続、またはコンピュータネットワーク（たとえばインターネット）との接続の確立用に設計可能である。これにより、複数の異なるインターフェースが利用可能になるという利点が得られる。前述のネットワークのいずれかの接続が断たれた場合、エネルギー貯蔵モジュール、より具体的にはモジュール制御システムは、エネルギー貯蔵モジュールの別のインターフェースを介して別のネットワークにより再接続するよう設計されてもよい。このようにデータインターフェースが冗長性を有することで、重要となり得る外部データ、具体的には制御コマンドが別の通信ネットワークで受信可能となる。

【0020】

「受信する」とは、エネルギー貯蔵モジュールまたはエネルギー貯蔵システムに外部データを送信するあらゆる事象として理解されるべきである。たとえば外部データは、制御コマンドであって、モジュール制御システムのエネルギー貯蔵モジュールに対する制御は当該制御コマンドに基づく。あるいは外部データは、外部とのデータ接続を検査するための検査信号やその他任意のデータであってよい。外部データは、たとえば局地的制御およびシステムタスク用の局地的電力システムの制御システムおよび/または非局地的制御およびシステムタスク用の非局地的電力システムの制御システム、上位相互接続制御、または局地的および/または非局地的制御およびシステムタスクの局地的測定点のような外部システムから送信されるものである。制御コマンド（外部データ）は、本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールにより可能な範囲で実行される局地的および非局地的制御およびシステムタスクを含む。また、外部データは、データ記憶媒体のドライブ（たとえばCD-ROM）が読み込むことや、データ記憶媒体インターフェース（たとえばUSBデータスティック）を通じて、データ記憶媒体によりデータインターフェースから受信される。あるいは、外部制御コマンド（外部データ）は、対応するユーザインターフェース（画面やキーボード）を通じた直接入力でも受信可能である。

【0021】

「送信する」とは、本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールまたは当該エネルギー貯蔵モジュールを複数有するエネルギー貯蔵システムで生成される動作データの送信を指す。即ち、受信される制御およびシステムタスクが特定の動作データに基づくよう、エネルギー貯蔵モジュールの動作データが外部へ送信されることである。さらに、データインターフェースを介したデータ接続の確立を検査するための検査信号の送信であってもよい。接続検査は、外部データ接続の検査や、エネルギー貯蔵システムにおける、接続されたと思しきエネルギー貯蔵モジュールに対するデータ接続の検査であってもよい。さらに、複数のエネルギー貯蔵モジュールを有するエネルギー貯蔵システムにおいて、モジュール制御システムの制御コマンドを別のモジュール制御システムに制御コマンドを送信することであってもよい。

【0022】

ここで、フライホイールモジュールは、フライホイールエネルギー貯蔵部とその機械的付属物から成る機能部を指す。フライホイールエネルギー貯蔵部は、回転子を有する。回転子の回転により、機械的回転エネルギーの形でエネルギーは貯蔵され、また放出される。フライホイールエネルギー貯蔵部はさらに、回転子を加速、減速、回転させる軸受とモータ部材と、モジュール筐体内の、真空モジュールやモジュール用内部電力供給部のような別モジュールへの接続部を有する。充電状態に応じて、フライホイールエネルギー貯蔵部の回転子は、たとえば毎分50,000rpmの回転数で回転可能である。典型的な回転数の範囲は、15000rpmから最高回転数の間である。フライホイールエネルギー貯蔵部の回転子が最小限の損失で回転し、最低限のロスでエネルギーを貯蔵可能となるため、回転子は回転子筐体に収容され、フライホイールモジュールの動作中、各回転子筐体内で生成される圧力を可能な限り低く抑える。回転子筐体内の圧力およびガス密度が低いほど、回転子の回転子筐体の充填ガスに対する摩擦損失が低くなる。従って、筐体には、ヘリウムのような軽ガスが充填されるか、 10^{-3} ミリバールを下回る圧力となるよう真空処理される。フライホイールエネルギー貯蔵部を有するフライホイールモジュールは、

フライホイールエネルギー貯蔵部の数に比例したモジュール貯蔵容量およびモジュール出力を有する。前述の回転エネルギーにより出力可能にエネルギーが貯蔵される。即ち、回転エネルギーは、要求に応じてフライホイールエネルギー貯蔵部から抽出可能であり、エネルギー貯蔵モジュールまたはエネルギー貯蔵システムにより電気エネルギーとして電力系統に放出可能であり、逆に電力エネルギーを要求に応じて電力系統から回収し、フライホイールエネルギー貯蔵部内に回転エネルギーとして機械的に貯蔵することが可能なのである。フライホイールエネルギー貯蔵部は、需要家に対して、回収または放出されるエネルギー量を需要家に対し、非常に可変的かつ正確に提供でき、このエネルギーを機械的エネルギーの形式で貯蔵可能とするという利点がある。従って、膨大の量の電池が相互結合されて形成される電池式エネルギー貯蔵システムや、危険性の高い可燃性の水素を収納する水素タンクを有する水素貯蔵システムと比較し、フライホイールエネルギー貯蔵部の火災の際の危険性は圧倒的に低い。圧縮空気貯蔵器であれば、不燃性ガスにより圧縮空気タンクにエネルギーを貯蔵可能だが、圧縮空気タンクは高圧となるため、爆発が懸念される。従って、エネルギー貯蔵システムとしてのフライホイールエネルギー貯蔵部は、その他貯蔵技術と比較して、より環境的に安全なエネルギー供給技術であって、さらにあらゆる所望の数の一日あたりの負荷サイクルにも十分対応可能なのである。エネルギーが電力系統から回収され、機械的回転エネルギーとしてフライホイールエネルギー貯蔵部に貯蔵されるようなエネルギー供給を負エネルギー供給という。そしてフライホイールエネルギー貯蔵部に機械的回転エネルギーとして貯蔵されたエネルギーを、フライホイール（または回転子）の減速により電力系統に供給するようなエネルギー供給を正エネルギー供給という。フライホイールエネルギー貯蔵部の数ミリ秒内でエネルギーを供給する能力は、数分単位で所定の電力を供給する能力と同程度有利である。たとえばフライホイールエネルギー貯蔵部は、50000rpmの回転数で、5kWhの電力を回収または放出可能である。

10

20

30

40

50

【0023】

電力系統は様々な用途があるため、エネルギー貯蔵部は十分な容量、出力を持つことが求められる。通常、100kWh以上の容量は大容量とされ、500kWh以上の出力は大出力とされる。このような容量および出力により、局地的系統に置ける幅広い系統サービスが提供可能ではあるが、高圧系統における様々な用途には、最低出力として1または5MWが求められる。このため、エネルギー貯蔵モジュールは、単一としても局地的に利用可能であり、複数組み合わせることでエネルギー貯蔵システムを形成し、送電ネットワークに十分な出力と容量を生成できるようなサイズに設計されるべきである。そしてそれに応じて各フライホイールエネルギー貯蔵部の容量と出力も決定される。モジュール内の利用可能な空間を十分に利用して、当該容量および出力で所望のモジュール出力およびモジュール容量を得るべきである。たとえば約5kWhの容量と、約20kWの出力を有するフライホイールエネルギー貯蔵部を、コンテナ内で相互結合することで、150kWhの容量と、約600kWの出力を有するエネルギー貯蔵モジュールを形成できる。

【0024】

一実施形態において、エネルギー貯蔵モジュールは冷却および/または加熱モジュールを有する。これにより、フライホイールモジュールの動作中に少なくとも内部熱負荷を除去でき、または好ましくは最低温度を保つよう、フライホイールモジュールの動作中に空気調整をできるのである。冷却モジュールは、電氣的ロスのような内部熱負荷、フライホイールエネルギー貯蔵部の動作中の摩擦熱、真空モジュールなどのモジュールの廃熱を排出可能なようにシステムを冷却する装置を指す。モジュール筐体の内部温度が高すぎると、内蔵された電子部品、特にパワー電子部品が故障しやすくなる。モジュール筐体内の許容最高温度は、通常45°Cである。一方、加熱モジュールは、モジュール筐体内の温度が最低温度10°Cを下回らないことを保証し、従って水分凝縮が防止される。外部温度は通常-20°C~50°Cであり、極端な場合には最低-30°Cから最高60°Cの温度に耐える必要がある。損失の観点から可能であれば、加熱および冷却部として、モジュール筐体の天井に設けられたプレート式熱交換器のような受動的加熱/冷却部が好まし

い。当該プレート式熱交換器は、システムの全体効率への悪影響が小さい、対流による能動的な冷却剤の流れや熱交換を促進する。

【 0 0 2 5 】

マスター制御システムは、エネルギー貯蔵モジュールの構成要素であって、エネルギー貯蔵システムを制御する。具体的には、所望の動作状態や動作パラメータを設定したり、時間ごとの所望の動作状態を含む、電氣的に生成された動作計画に従って自動的にエネルギー貯蔵モジュールを制御したりする。モジュール制御システムは、少なくとも局地的制御およびシステムタスクに関わる外部データ（制御コマンド）に基づき動作計画を算出、生成するが、場合に応じてそこに非局地的制御およびシステムタスクに関わる外部データ（制御コマンド）も考慮に入れてよい。さらに、モジュール制御システムは、局地的電力系統の状態変化にも適切に対処できる。さらに、エネルギーの放出または回収により、局地的電力系統の系統質を向上または維持する。あるいは、故障が起きた場合は、局地的電力系統の系統質を回復する。以下の説明では、受信した外部データ（制御コマンド）も指示と称される。「実行する」とは、接続された電力系統のための局地的および非局地的制御およびシステムタスクに対し、現状の制御コマンドに応じてエネルギー貯蔵モジュールをモジュール制御部が制御することを指す。たとえば、外部データは、外部制御部により送信される。たとえば外部制御部は、非局地的電力系統に対する電力貯蔵要求を判断し、当該要求を非局地的制御およびシステムタスクとして、エネルギー貯蔵モジュールに対し通信ネットワークを介して指示可能である。非局地的制御およびシステムタスクには、エネルギー貯蔵モジュールの空き容量（すなわち、局地的制御およびシステムタスクには不要な、エネルギー貯蔵モジュールの容量）が充てられる。エネルギー貯蔵モジュールが非局地的制御およびシステムタスクを受信するさらなる外部システムとして、たとえば、所定の動作期間中にエネルギーの放出または回収が低価格と判断されるような電力補助相互接続やエネルギー交換が挙げられる。非局地的制御およびシステムタスクのさらなる外部変数は、たとえば無効電力補償、最大負荷補償の要求や、非局地的電力供給網に求められる局地的貯蔵要求である。

10

20

【 0 0 2 6 】

制御およびシステムタスクを実行するため、一実施形態に係るモジュール制御システムは、各外部データ（制御コマンド）を実行するための優先順位管理部を有する。これにより、局地的電力系統における局地的制御およびシステムタスクに関わる外部制御コマンドが、非局地的電力系統における非局地的制御およびシステムタスクに関わる外部制御コマンドよりも優先して実行される。優先順位管理部はデータメモリであってもよい。モジュール制御システムは、外部制御コマンドを実行する前に当該データメモリにアクセスし、優先順位に応じて次の外部制御コマンドを実行する。優先順位は、外部アクセスにより変更できないよう、データメモリに記憶される。たとえば、エネルギー貯蔵モジュールで、各データメモリを交換するか、優先順位管理部を含む各ファイルを交換することで、優先順位は変更可能である。エネルギー貯蔵モジュールが単数の場合、通常状態では非局地的制御およびシステムタスクを達成するのに十分な空き容量があるが、通常状態でない場合、局地的制御およびシステムタスク用に貯蔵された追加容量でも系統問題を解決するのに十分な貯蔵量とならない。このため、局地的制御およびシステムタスクの優先順位は、有限のモジュールまたはシステム貯蔵容量およびモジュールまたはシステム出力に基づく。

30

40

【 0 0 2 7 】

外部データ（制御コマンド）が受信不能となると、さらなる実施形態に関わるモジュール制御システムは、外部データが再度受信可能になるまで、接続された局地的電力系統における局地的制御およびシステムタスクを実行可能となる分だけのモジュール貯蔵容量およびモジュール出力を有する。データ受信障害を検出するため、モジュール制御システムは定期的に検査信号を外部に送ってもよい。そして、返信信号がないということ、受信不能状態として処理するのである。たとえば、当該検査信号はいわゆるデジタルハンドシェイクと呼ばれるものである。デジタルハンドシェイクは、通信接続が確立しているかを確認するために使用される。外部接続の故障が起きると、モジュール制御システムは非局

50

地的電力系統から最新状態のフィードバックを受けられなくなるため、局地的制御およびシステムタスクが優先されることが好ましい。モジュール制御システムがさらに外部データ（制御信号）を受信せずにタスクを処理してしまうと、場合によっては過負荷による電力系統故障が生じてしまう。従って、エネルギー貯蔵システムが割り当てられた局地的制御およびシステムタスクのみを実行し、必要に応じて自測定部により当該局地的タスクの適切さを監視可能であることが有効である。

【0028】

一実施形態では、エネルギー貯蔵モジュールは、接続された電力系統における1つ以上の関連データを測定する、1つ以上の測定部を有する。モジュール制御システムは、測定された関連データに基づいて、局地的および非局地的電力供給網の外部データ（制御コマンド）を使用して、局地的制御およびシステムタスクに対してエネルギー貯蔵モジュールを制御する。測定部は、局地的および/または非局地的電力系統内に一体化されてよく、あるいは局地的電力系統の1つ以上の地点に配置されてもよい。さらに、測定部は、エネルギー貯蔵モジュールと局地的および/または非局地的電力系統との間の接続点に設けられてもよい。本発明の範囲の測定部は、たとえば、接続された局地的電力系統の関連データの一例としての線周波数や線電圧を測定する測定用プローブである。測定される変数は、時間に応じた電圧路、位相角、中性点線周波数、線電流、その他変数を含む。当業者が本発明の範囲内で適切な測定手段や測定用プローブを選択し、それを適切な場所に配置可能である。たとえば、所望の線周波数が50Hzであって、測定部が線周波数の低下を検出すると、マスター制御システムは自動的に線周波数が所望値に復帰するまで、測定された現状の線周波数（関連データとして測定）と制御部に記憶された反応処理順位に基づき、制御部は自動的に局地的電力系統（局地的制御およびシステムタスク）にエネルギーを供給する。さらに別の例では、局地的電力系統において位相角が測定される。これにより、適切な無効電力補償が得られる。また、局地的ネットワークでの負荷消費が過剰または過少な場合は、電圧を測定して、電圧質が保たれる。他制御およびシステムタスクに対しては、別の適した反応順位がモジュール制御システムに記録される。

【0029】

さらなる実施形態では、エネルギー貯蔵モジュールは、タスクメモリを有する。タスクメモリは、非局地的および局地的制御およびシステムタスクに関わる、受信した外部データ（制御コマンド）を記憶する。モジュール制御システムは、非局地的および局地的制御およびシステムタスクに応じてエネルギー貯蔵モジュールを制御する際、タスクメモリにアクセスする。タスクメモリは、エネルギー貯蔵モジュールにおける適切なデータメモリであってよく、モジュール制御システムの一部または個別のメモリであってよい。いずれの場合も、モジュール制御システムは、データ接続を介してタスクメモリ接続され、いつでもタスクメモリにアクセスし、記憶された非局地的および局地的制御およびシステムタスクを読み出し、タスクに応じてエネルギー貯蔵モジュールを制御可能である。本発明の範囲内で、当業者は制御部からタスクメモリおよびエネルギー貯蔵モジュールへの、エネルギー貯蔵システムで適切に作用する、回路系アクセスを設計可能である。非局地的および局地的制御およびシステムタスクに関わる指示（外部データまたは制御コマンド）は、たとえば「非局地的電力系統からのXXkWh貯蔵、y日、zz時に開始」のようにタスクメモリに記憶される。別の例では、タスクメモリ内の指示は「局地的電力系統へ毎時xxkW供給、本日zz時開始」のようであってもよい。当業者は、本発明の範囲内で、適切に指示の特定のデータ形式を選択可能である。このようなタスクメモリにおける指示（またはタスク）は、たとえば電力貯蔵や電圧または電流安定化を示唆するものである。指示（またはタスク）は、時間の記載と共に、または時間の記載なしで記憶されてよい。たとえば時間の記載のない指示（またはタスク）は「特定の曲線に基づき、系統周波数が50Hz離れた場合に、適切な貯蔵電力を供給」のようになる。

【0030】

さらなる実施形態では、モジュール制御システムはエネルギー貯蔵システムの動作データの登録、評価を行い、エネルギー貯蔵モジュールが外部データを受信する、対応する外

10

20

30

40

50

部システムに、データインターフェースの1つを介して、報告プロトコルを送信する。当該報告プロトコルは動作データを含む。これにより、少なくとも受信される外部データ（制御コマンド）の動作データを考慮することが可能となる。たとえば、エネルギー貯蔵モジュールの動作データは、利用可能なシステム容量およびシステム出力、さらに今後予定される非局地的タスクおよび局地的制御およびシステムタスクのため、局地的エネルギー貯蔵システムで利用可能な、（現在の）空き非局地的容量（局地的制御およびシステムタスクに不要なモジュール容量）および空き非局地的出力（局地的制御およびシステムタスクに不要なモジュール出力）を示す。モジュール制御システムは動作データを動作センサにより測定可能である。或いは、モジュール筐体内の他モジュール、たとえばフライホイールモジュールが、モジュール間を接続する適切なデータ線を介して動作データをモジュール制御システムに送信してもよい。このようにして登録された動作データは、モジュール制御システムに記録されたスキームに応じて、たとえば適切なソフトウェアプログラムによって、モジュール制御システムにより評価される。そして、所定の形式の動作データとして、前述のデータインターフェースを介して1 Hz以下の刻時パルスで送信される。モジュール制御システムは、たとえばエネルギーモジュールメモリ状態、各フライホイールエネルギー貯蔵システムのメモリ状態、接続された電力系統の状態（たとえば電圧や電流）の実際の値を検出し、局地的および非局地的制御およびシステムタスクを実行するためのこれらデータを割り当てる。報告プロトコルは、たとえば、動作データだけでなく、エネルギー貯蔵システムの識別子を含んでよい。識別子は識別番号や、場合によってはエネルギー貯蔵システムの設置場所を示す地理的座標などの特徴的な記号である。従って、報告プロトコルは所望の外部体により受信、処理可能なデータ形式を有する。実際のまたは予定された空きシステム貯蔵容量および空きシステム出力についての情報を含む動作データは送信され、外部制御部により受信され、それに基づき計画が立てられ、その後対応するシステム特有の非局地的制御およびシステムタスクが外部データ（制御コマンド）としてエネルギー貯蔵システムに返信される。

10

20

30

40

50

【0031】

一実施形態において、モジュール制御システムは、接続された1つ以上の局地的電力系統における局地的制御およびシステムタスクおよび/または接続された非局地的電力系統における非局地的制御およびシステムタスクを実行する。このため、少なくとも貯蔵モジュールに指示して、1つ以上の電力接続インターフェースを介してエネルギーを回収または放出させ、さらに対応するエネルギー流を、調整部により局地的および/または非局地的電力系統に適切に分配する。局地的および非局地的を同時に実行し、全ての接続された電力系統を同時に適切に制御することで、接続された電力系統における要件を同時に効率的に満たすことができる。さらに、局地的および非局地的における要件の組み合わせに基づき、システム貯蔵容量およびシステム出力を有効に利用できる（効果的動作）。これにより、省資源が図れる。

【0032】

さらなる実施形態では、電氣的リンクは、電力変換器またはフォワードコンバータに接続される共通直流バスである。動作中、モジュール制御システムは、所定の限界値の間で、直流バスの電圧は所定の一定レベル（目標直流電圧）に保たれる。その結果、エネルギー貯蔵モジュールは、完全に放電するまで、接続された電力系統に対し一定の電圧を供給可能である。これは、その他利用可能な電氣的相互接続と比較して、自立的そしてフライホイールエネルギー貯蔵部の充電状況とは独立的である。そのため、目標直流電圧は、接続された外部電力系統およびエネルギー貯蔵モジュールで使用される構成要素に依存する。システムが低電圧システムに接続されていれば、直流リンク電圧の技術的に妥当な値は、たとえば550V～1000Vである。原則的に、下限は、低電圧システムの電圧位置により定められる。一方、原則的に、上限は、エネルギー貯蔵モジュールで使用される構成要素の技術的性質により定められる。中圧または直流電圧システムについては、直流リンクにおける目標直流電圧は当該システムの電圧位置に基づくその他値をとってもよい。一実施形態では、直流リンクにおける目標直流電圧は750V±5Vである。

【0033】

さらなる実施形態では、少なくとも30秒から数時間までの期間、非局地的電力系統に公称電流を流すために必要なモジュール貯蔵容量をエネルギー貯蔵モジュールに提供するように、フライホイールモジュール内のフライホイールエネルギー貯蔵部の数は設定される。たとえば、標準的40コンテナに収容された、最高30個のフライホイールエネルギー貯蔵部が、最高50000rpmの回転数で動作し、各モータ出力が200kWで各容量が5kWhであれば、3分間電力を供給可能である。通常、フライホイールエネルギー貯蔵部を動作させる回転数の範囲は、充電状態にもよるが、15000rpmから最高回転数の間である。

【0034】

さらなる実施形態では、真空モジュールは、動作真空を生成する共通真空ポンプ部と、フライホイールエネルギー貯蔵部が接続されるパイプシステムとを有する。その結果、モジュール筐体内にコンパクトに配置された複数のフライホイールエネルギー貯蔵部は、単数段のみの真空ポンプによる供給を受けることができる。従って、必要な動作真空は、フライホイールエネルギー貯蔵部に対して、少ない構成要素で効果的に生成できる。所望の効率および真空量によっては、昇圧ポンプと主ポンプを有し、動作中に 10^{-3} ミリバール未満の動作圧力を保証する真空モジュールを設計する必要がある場合がある。そのため、各フライホイールエネルギー貯蔵部は、パイプシステムを介して互いに接続される。通常、パイプシステムは、十分な容積の環状主要部と、フライホイールエネルギー貯蔵部を環状主要部に接続するための小供給線を有する。超低圧化さらに体積流量が層状とならなくても、各フライホイールエネルギー貯蔵部が適切に真空処理されるよう、断面積は選択されるべきである。たとえば、40コンテナとして設計されたモジュール筐体に対しては、環状主要部の直径としては150mm未満、供給線の直径としては50mm未満が妥当である。

【0035】

一実施形態において、さらなるエネルギー貯蔵モジュールへの接続のため、1つ以上の電力接続インターフェースおよび1つ以上のデータインターフェースが設けられる。これは、本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールを複数有するエネルギー貯蔵システムのモジュール構造に寄与する。

【0036】

本発明はさらに、本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールを複数有するエネルギー貯蔵システムにも関する。エネルギー貯蔵システムは、少なくともデータインターフェースを介して、共通データネットワークにより互いに接続される。各モジュール制御システムは、エネルギー貯蔵システムを共通制御し、エネルギー貯蔵システムに接続された電力系統に対し、全モジュール貯蔵容量およびモジュール出力の総計から共通システム貯蔵容量およびシステム出力を提供する。エネルギー貯蔵システムは非局地的電力系統および1つ以上の局地的電力系統に直接的に接続されてもよい。さらに非局地的電力系統には、接続された局地的電力系統を通じて間接的に接続されてもよい。この場合当該局地的電力系統が非局地的電力系統に接続されているものとする。

【0037】

モジュール構造により、エネルギー貯蔵システムの総容量（システム容量）および総出力（システム出力）を、局地的および/または非局地的電力系統における需要に対し、柔軟かつ迅速に調整可能である。従って、系統質および利用可能な貯蔵エネルギーに関して、動作費用と動作効果の適切なバランスが達成される。さらに、モジュール構造により、エネルギー貯蔵システムを後に拡張または縮小することも可能である。これにより、接続された電力系統における需要の変化に対応可能となる。その結果、エネルギー貯蔵システムは常に効果的に動作可能、即ち未使用の余剰容量なく動作可能である。本発明のモジュール型エネルギー貯蔵システムを拡張するには、あらたに加えられるエネルギー貯蔵モジュールを既存のエネルギー貯蔵モジュールのデータネットワークと、エネルギー貯蔵システムの電力接続に対して接続するのみでよい。モジュール構造を実現するため、全エネルギー

10

20

30

40

50

ギー貯蔵モジュールが電力接続を有する。従って、全エネルギー貯蔵モジュールが個別に1つ以上の電力システムに電氣的に接続可能であり、従って、技術的システム部材として極めて自律的に動作可能である。エネルギーシステム内のエネルギー貯蔵モジュール間データネットワーク（データ線）は、あらゆる形式を有してよい。一実施形態において、データネットワークはCANバス、プロフィバス、またはイーサネットのようなデータバスシステムである。エネルギー貯蔵モジュール間のデータネットワークは、モジュール制御システムによるエネルギー貯蔵システムの共通制御に関わる相互データ交換用のモジュール制御システムとなる。ここで、実行される制御およびシステムタスクは、システム全体に接続されたエネルギー貯蔵モジュール間に分散される。その結果、エネルギー貯蔵システムは自身のシステム貯蔵容量およびシステム出力の範囲で制御およびシステムタスクを達成できる。たとえば、回収または放出されるエネルギー量（分量）は、エネルギー貯蔵モジュール間で均等に分配される。そして、各エネルギー貯蔵モジュールは、当該エネルギー量を電力システムに対し放出または回収する。当業者は、モジュール制御部への異なる分散方法を決定可能である。

【0038】

一実施形態において、全エネルギー貯蔵モジュールの電力接続インターフェースは、非局地的局地的電力システムおよび1つ以上の局地的電力システムへの接続用の共通接続点に接続される。その結果、全エネルギー貯蔵モジュールのモジュール貯蔵容量およびモジュール出力が一点で合計され、システム貯蔵容量およびシステム出力が得られる。その結果接続点に接続された全電力システムが、既存のエネルギー貯蔵システムの利点を享受する。さらに、接続点により、追加のエネルギー貯蔵モジュールが容易かつ迅速に、接続された電力システムに接続可能となる。そして、拡張（またはエネルギー貯蔵モジュールの除去）に際して電力システム接続は、変更の必要がない。1つの電力システム、たとえば非局地的電力システムに接続された局地的電力システムにのみ接続されたエネルギー貯蔵システムは、通常スイッチを介して当該1つの電力システムに接続される。この場合、全エネルギー流は単一の電力システムに流入する（またはそこから放出される）ため制御する必要がない。スイッチは停電の際に、電力システムからエネルギー貯蔵システムを切り離すために設けられる。

【0039】

さらなる実施形態では、複数の接続された電力システムと、エネルギー貯蔵システムとの間のエネルギー流を調整または制御する調整部は、接続点と、接続された電力システムとの間に配置される。局地的および非局地的電力供給網が固定的にエネルギー貯蔵システムの接続点に接続されたのであれば、エネルギー貯蔵システムに供給されるエネルギーは、単純に電力需要の大きい電力システムに供給される。本発明では、調整部がさらに設けられることで、本発明の範囲ではエネルギー貯蔵システムは同時に複数の電力システムに対し供給を行う必要があるため、電力システムが1つ切り離されても、その他の接続された電力システムに対する所望のエネルギーの供給は継続し、これらの電力システムからエネルギーを回収可能である。調整部は、モジュール制御システムに指定された通りに接続されたネットワークへのエネルギー流を制御する。好適な実施形態において、調整部はさらに必要に応じて、エネルギー貯蔵システムから接続された電力システムを1つ以上切り離す。状況によって調整部は当該電力システムをエネルギー貯蔵システムから即座に、具体的には数ミリ秒内に切り離すことで、エネルギー貯蔵システムは他の電力システムに対し動作可能となる。即座に切り離さなければ、状況によっては短絡または過負荷状態が生じるのである。さらなる実施形態では、上記目的のため、調整部は調整ボックスを有する。調整ボックスは、1つ以上の制御要素と、制御要素により制御される1つ以上の回路遮断器を有する。回路遮断器の数は、調整部に接続された電力システムの数に応じて決定される。調整ボックスは、モジュール制御システムに対し、データ線を介して直接的にまたはさらに調整部を介して間接的に接続される。モジュール制御システムはデータ線を使用して、制御要素に対して調整機能設定データを送信可能である。

【0040】

さらなる実施形態では、モジュール制御システムのうち、1つがマスター制御システム

となり、その他がスレーブ制御システムとなる。マスターモジュールは、フライホイールエネルギー貯蔵部を制御するための指示をデータネットワーク介してスレーブ制御システムに送信する。これにより、接続された電力システムで実行される制御およびシステムタスクが協働で実行される。ここで、制御およびシステムタスク（主導モジュール制御システム）は、接続された全てのエネルギー貯蔵モジュールのモジュール貯蔵容量およびモジュール出力を利用可能で、システム貯蔵容量および/またはシステム出力の局地的制御およびシステムタスクに不要な部分の範囲で、非局地的制御およびシステムタスクを実行する。ここで、スレーブ制御システム（従動制御システムとも称する）は、マスター制御システムの指示の下、自エネルギー貯蔵モジュールを制御するモジュール制御システムを指す。エネルギー貯蔵システムの制御のための、マスター制御システムと、接続されたスレーブ制御システムとの間の通信は、たとえば報告プロトコルにより能動的に実現可能である。報告プロトコルが送信されると、スレーブ制御システムおよび/またはマスター制御システムは、適切な回答や反応により報告プロトコルに返答する。通信は、モジュール制御システムが、直接要求信号によって開始してもよい。スレーブ制御システムは、自エネルギー貯蔵モジュールの動作状態を制御、監視し、自エネルギー貯蔵モジュールの動作データBDを、データ線を介してマスター制御システムに送信する。ここで、マスター制御システムにより、スレーブ制御システムは統括的に制御される。即ち、マスター制御システムが、スレーブ制御システムに制御およびシステムタスクを実行するよう指示し、各制御およびシステムタスクが指示を、自フライホイールエネルギー貯蔵部の対応する機械パラメータとして実現する。あるいは、スレーブ制御システムを省略し、その全ての機能をマスター制御システムが実行するものとしてもよい。この場合制御は、マスター制御システムが各エネルギー貯蔵モジュールに対し、減速により放出されるべきエネルギー量と、加速により各エネルギー貯蔵モジュールに貯蔵されるべきエネルギー量を伝えることで実行される。所望の通りエネルギー回収または放出が確実に実行されるよう、スレーブ制御システムは、フライホイールエネルギー貯蔵部の駆動モータを制御して、フライホイールエネルギー貯蔵部内の各回転子を減速または加速させる。

10

20

30

40

【0041】

さらに本発明は、局地的および非局地的制御およびシステムタスクのために、エネルギーを可変的に提供する方法であって、接続される特定の電力システムにおける、所望の制御およびシステムタスクを実行するために必要なシステム貯蔵容量およびシステム出力を決定する工程と、それぞれモジュール貯蔵容量と、モジュール出力と、モジュール制御システムとを有する、本発明のエネルギー貯蔵モジュールを所定数設置場所に設置する工程であって、エネルギー貯蔵モジュールの数が、全モジュール貯蔵容量およびモジュール出力の総計が必要なシステム貯蔵容量およびシステム出力に対応するよう設定される工程と、エネルギー貯蔵モジュールのモジュール筐体を、設置場所の地面に固定する工程と、エネルギー貯蔵モジュールを共通接続点に接続し、接続点を各電力システムに接続し、エネルギー貯蔵モジュールを共通データネットワークを介して互いに接続することで共通エネルギー貯蔵システムを形成する工程と、各モジュール制御システム、好ましくは選択されたマスター制御システムにより、エネルギー貯蔵システムを共同制御することで、接続された電力システムにおいて制御およびシステムタスクが実行されるよう共通システム貯蔵容量およびシステム出力を提供する工程と、エネルギー貯蔵システムを、要求されたシステム貯蔵容量およびシステム出力の変化に応じて調整する工程であって、調整は本発明のエネルギー貯蔵モジュールを、前述の方法工程に従いさらに追加するか、エネルギー貯蔵システムから1つ以上のエネルギー貯蔵モジュールを除去することで実現され、除去は、除去される特定のエネルギー貯蔵モジュールの電力接続が全て接続点から切断され、全てのデータインターフェースがデータネットワークから切断され、モジュール筐体が設置場所から取り外された上で実行される工程と、を含む方法に関する。

【0042】

本発明の上記およびその他態様は以下の図により示される。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 4 3 】

【 図 1 】 図 1 は本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールの実施形態を示す斜視図である。

【 図 2 】 図 2 は本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールのさらなる実施形態を示す斜視図である。

【 図 3 】 図 3 は本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールにおけるモジュールの概略図である。

【 図 4 】 図 4 は本発明に係るエネルギー貯蔵システムの概略図である。

【 図 5 】 図 5 は調整ボックスを有する調整部の実施形態を示す。

【 図 6 】 図 6 は制御およびシステムタスクに対し、可変的に局地的および非局地的エネルギーを供給する、本発明に係る方法の実施形態を示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 4 】

図 1 は、本発明に係るエネルギー貯蔵モジュール 1 の実施形態の斜視図である。可搬性エネルギー貯蔵モジュール 1 は、モジュール収容筐体 2 を有する。図示の例では、モジュール収容筐体 2 は、記載を簡潔にするものであり、モジュール筐体内のモジュールが見えるようになっている。本実施形態では、モジュール筐体は、4つの側面 2 S、上面 2 O（不図示）、縁部のみ図示される底面 2 U を有する直方体形状である。側面 2 S の内 1 つは、扉となっているため、モジュール 3、4、5 は必要に応じてモジュール筐体 2 に搬入、搬出可能となっている。扉により、必要に応じて保守要員がエネルギー貯蔵モジュール 1 内にアクセスすることが可能である。モジュール筐体 2 は、計 28 個のフライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 を有するフライホイールモジュール 3 を収容する。フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 は、直流リンク 3 2 により接続されているため、共通モジュール貯蔵容量 M S K およびモジュール出力 M L が提供可能となる。エネルギー貯蔵モジュール 1 が非局地的電力系統 N S に対し、上記の通り得られたモジュール容量 M S K およびモジュール出力 M L により電流を 30 秒以上放出できるよう、フライホイールエネルギー貯蔵モジュール 3 1 の数は設定される。ここで、各フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 は、平均 20 kW を出力可能であるため、エネルギー貯蔵モジュール 1 のモジュール貯蔵容量は 560 kW となる。エネルギー貯蔵モジュール 1 内のフライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 の数は、エネルギー貯蔵モジュール毎に異なってもよい。エネルギー貯蔵モジュール 1 のモジュール貯蔵容量 M S K およびモジュール出力 M L が大きくなるよう、エネルギー貯蔵モジュール 1 毎のフライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 の数は多いことが好ましい。フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 の円筒形回転子の回転軸は、モジュール筐体 2 接地面に対し垂直に延びる。図示の例では、接地面は、4つに分割されたコンクリート基礎部 B である。或いは、モジュール筐体 2 を整地され、固められた地面 B にモジュール筐体 2 を設置するものとしてもよい。フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 はフレーム 3 3 に設置される。フレーム 3 3 はフライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 用の軸受も支持する。図示の例において、フレーム 3 3 の形状は、モジュール筐体 2 およびモジュール筐体 2 の端の扉の形状に合わせて設計される。その結果、フレーム 3 3 と、フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 と、直流リンク 3 2 とを有するフライホイールモジュール 3 全体がモジュール筐体 2 に着脱可能となる。フレームは、モジュール筐体を長さ方向に四分割する位置の垂直柱を有する。垂直柱は、モジュール筐体の上下側の水平フレーム部により、反対側の垂直柱につながっている。従って、モジュール筐体の断面の周囲をなす矩形フレームが形成される。計 5 つのこれら矩形フレームは、モジュール筐体 2 の上下長手側において、長手方向に延びる水平梁により、互いにつながっている。これによって形成されたフレーム形状として、モジュール筐体 2 内に中空の立方体が形成されることとなり、フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 は各側の上下梁内に支持、設置される。このようにして、フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 がフライホイールモジュール 3 のフレーム 3 3 に設置されることで、各フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 の機械エネルギーは、隣接するフライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 が運転中に動作不能になった場合などの異常時に、フレーム 3 3 内の構成要素により放出可能となる。このため、隣接するフライホイールエネルギー

10

20

30

40

50

ー貯蔵部 3 1 は所望の間隔を持って並べられる。本実施形態では、モジュール筐体 2 中心に、真空モジュール 4 が設けられる。真空モジュール 4 は少なくとも、真空ポンプ部 4 1 を有する。真空ポンプ部 4 1 はフライホイールモジュール 3 の各フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 に対し、パイプシステム 4 2 を介して接続されている。これにより、フライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 内の回転子収容部内を真空処理する。モジュール筐体 2 は内部に、地面および扉近傍に示された断熱層 2 3 を有する。断熱層 2 3 と、冷却モジュール 5 により、モジュール筐体 2 内の室内温度は制御される。冷却モジュール 5 は概略的に示されており、フライホイールモジュール 3 の動作中に発生した内部熱負荷を、モジュール筐体 2 から外部に排出するものである。モジュール筐体 2 は、エネルギー貯蔵モジュールの搬送、動作の頑丈な外殻をなすよう、金属、好ましくは鋼鉄で形成可能である。用途、モジュール筐体 2 内のモジュールの形状に合わせてサイズが設定される。特別な処置なく既存の搬送手段で搬送可能となるよう、モジュール筐体 2 は標準的な形状を有することが好ましい。モジュール筐体 2 は好ましくは、図示の例のように ISO 規格コンテナである。モジュール筐体 2 はさらに、モジュール制御システム 6 を有する。モジュール制御システム 6 がモジュール 3, 4, 5、さらに可能であれば図示の例に示されていないモジュール筐体 2 内のモジュールを適切に制御することで、電力系統において制御およびシステムタスクが実行可能となる。このため、モジュール 3, 4, 5 とモジュール制御システム 6 とは、データバス 6 1 (不図示) により互いに接続される。従って、タスク実現のため、モジュール制御システム 6 は各モジュール 3, 4, 5 に制御コマンドを送信可能となる。

10

20

【 0 0 4 5 】

図 2 は、図 1 に示したエネルギー貯蔵モジュール 1 のモジュール筐体 2 の斜視図である。モジュール筐体 2 は上面 2 O と、底面 2 U と、4 つの側面 2 S を有する。さらに、モジュール筐体 2 は防風、防水仕様となっている (側面 2 S、上面 2 O、底面 2 U が閉じられている)。モジュール筐体 2 の前側面 2 S には、三つの電力接続インターフェース 2 1 a, 2 1 b, 2 1 c が配置されている。例えば、それにより局地的および/または非局地的電力系統 L S, N S に対し接続されることで、制御およびシステムタスクが実行され、モジュール筐体 2 内のモジュールに対する電流の供給が実行される。同様に、3 つのデータインターフェース 2 2 a, 2 2 b, 2 2 c が設けられる。これにより、接続された電力系統で実行される制御およびシステムタスク O R S, N O R S が少なくとも外部データ E D として受信 E M され、外部に動作データ B D が送信される。インターフェースが 3 つあることで、複数の異なる通信網が通信に利用され、従って冗長性が得られる。モジュール筐体 2 の底面 2 U には、四隅に地面固定手段 2 4 が設けられる。地面固定手段 2 4 により、エネルギー貯蔵モジュール 1 が安定的かつ着脱可能に地面 B に固定される。図示の例の実施形態では、地面固定手段 2 4 は、アースアンカーであるため、エネルギー貯蔵モジュールは基礎部に設置可能であるとともに動作に適した安定性を持つ。従って、動作中にフライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 の静的および動的負荷が地中に排出可能となる。エネルギー貯蔵モジュール 1 の重量により、アースアンカー 2 4 は完全に地面 B に埋め込まれるので、モジュール筐体 2 は非常に安定する。

30

40

【 0 0 4 6 】

図 3 は、本発明に係るエネルギー貯蔵モジュール 1 の概略図である。エネルギー貯蔵モジュール 1 は内部コネクタとデータ接続を有する。簡略化のため、本実施形態に係るエネルギー貯蔵モジュール 1 では、エネルギーを出力可能に保存するフライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 が 4 つのみ示されているが、実際の動作のエネルギー貯蔵モジュール 1 は非常に多くのフライホイールエネルギー貯蔵部 3 1 を有する。フライホイールエネルギー貯蔵部は直流リンク 3 2 により並列に切り替えられる。図示の例では、直流リンク 3 2 は共通直流バス 3 2 であって、1 つ以上の電力変換器 3 4 またはフォワードコンバータ 3 4 に接続される。エネルギー貯蔵モジュールの各モジュールは、例えばデータバス 6 1 のようなデータ線 6 1 により互いに接続される。局地的電力系統 L S は、電力接続インターフェース 2 1 c を介してエネルギー貯蔵モジュール 1 に接続される。非局地的電力系統 N S

50

は電力接続インターフェース21bを介してエネルギー貯蔵モジュール1に接続される。非局地的電力システムNSはさらに電力接続インターフェース21aに接続されていることで、モジュールに必要な動作電流がエネルギー貯蔵モジュール1に供給される(内部電力線は特に図示の例では記載されていない)。フライホイールモジュール3からのエネルギー放出Epが、適切に分配されて二つの接続電力システムLS, NSに供給されるよう、エネルギー貯蔵モジュール1は調整部7を有する。調整部7は、図5に詳細に示すよう、エネルギー流を異なる電力システムLSおよびNSにそれぞれ供給されるエネルギー流EFgおよびEFlに分流する。その結果、総合モジュール貯蔵容量MSKおよびモジュール出力MLを、エネルギー貯蔵モジュール1に接続された電力システムNS, LSの少なくとも一方に対するエネルギー回収Enおよびエネルギー放出Epに利用可能である。非局地的電力システムNSに接続された局地的電力システムLSにのみ接続されているエネルギー貯蔵モジュール1において、調整部7は少なくとも1つの回路遮断器を有する。この場合、全エネルギー流EFは局地的電力システムLS内で完結するため、エネルギー流の分流は不要である。また、システムは第2以上の追加のフォワードコンバータ34や、第2以上の追加の回路遮断器7を有してもよい。この場合、必要に応じて調整ボックス7を省略してもよい。エネルギー貯蔵モジュール1は、インターフェース22aを有する(データインターフェースは複数であってもよいが、図示の例では簡略化のため1つのみ示す)。これにより、実行される局地的および非局地的制御およびシステムタスクORS, NORSに関わる外部データEDを受信EMする。エネルギー貯蔵モジュール1はさらに、外部データ(制御コマンド)を記憶Sおよび実行AO, ANOするモジュール制御システム6を有する。データインターフェース22aはまた、通信接続が確立しているかを確認するための、動作データBDおよび/または検査信号TSの外部への送信に用いられる。送信後、データインターフェース22aは対応する返信信号RSを受信する。モジュール制御システム6は、局地的制御およびシステムタスクORSの実行AOに不要なモジュール貯蔵容量MSKおよび/またはモジュール出力MLの範囲で、局地的電力システムNSにおいて非局地的制御およびシステムタスクNORSを実行ANOする。このため、モジュール制御システム6は各外部データED(制御コマンド)を実行AO, ANOを実行するための優先順位管理部64を有する。これにより、非局地的電力システムNSにおける非局地的制御およびシステムタスクNORSに関わる外部データED(制御コマンド)の実行ANOよりも優先して、局地的電力システムLSにおける局地的制御およびシステムタスクORSに関わる外部データED(制御コマンド)が実行AOされる。たとえば、優先順位管理部64は優先順位を記憶するデータメモリとして設計される。優先順位は、たとえば記憶先で交換、変更可能なファイルであってよい。一実施形態では、システムの安全上の理由から、データインターフェース22aを介して優先順位管理部64にアクセスすることはできない。具体的には、制御は以下の通り行われる。モジュール制御システム6が各フライホイールエネルギー貯蔵部31に対し、減速により放出または加速により回収されるべきエネルギー量を伝える。そして調整部7が、調整機能設定データKDにより適切に動作される。モジュール制御システムはさらに、実行される制御およびシステムタスクに関わる、受信EMした外部データEDが記憶されるタスクメモリ63を有する。外部EDは、記憶される前に送信元および内容が検査されてよい。そして、検査で不適合となった場合、必要に応じて記憶が拒否される。モジュール制御システム6は、タスクメモリ63にアクセスし、外部データEDおよび優先順位管理部64における優先順位に基づき動作計画BPを作成することができる。そして、作成された動作計画BPに基づきエネルギー貯蔵モジュール1を制御可能となる。動作計画は、冷却モジュール5および真空モジュール4を動作させるための指示を含んでよい。真空モジュールはフライホイールエネルギー貯蔵部31の回転子筐体に、パイプシステム42(太線で示す)を介して接続され、真空ポンプ部41により必要な動作真空を生成可能である。真空ポンプ部41はパイプシステム42に接続され、たとえばブースポンプおよびターボ分子ポンプを有する。エネルギー貯蔵モジュール1は1つ以上の測定部62を使用して、接続した電力システムLS, NS内の関連データRDを測定し、当該関連データRDに基づき、局地的および非局地的電力システムLS, NSにおける局地的および

10

20

30

40

50

非局地的制御およびシステムタスクORS, NORSを実行AO, ANOする(モジュール制御システム6への点線矢印で示す)。

【0047】

図4は、本発明のエネルギー貯蔵システム10の例示的实施形態を示す。本実施形態において、エネルギー貯蔵システム10は3つのエネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''を有する。エネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''はそれぞれ、フライホイールモジュール3を有する。これにより、それぞれモジュール貯蔵容量MSKおよびモジュール出力MLを有するエネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''に対してエネルギーが出力可能に貯蔵される。3つのエネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''は、エネルギー貯蔵システム10を制御するマスター制御システム6Mを有するマスターモジュールと、エネルギー貯蔵モジュール1', 1''における2つのスレーブ制御システム6Sに分けられる。ここで示す実施形態は例示に過ぎない。エネルギー貯蔵システム10毎のエネルギー貯蔵モジュールの数は、実際に求められる用途により決まるため、大きく変動し得る。図示の例では、エネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''は共通接続点9を介して接続されている。その結果、それぞれのモジュール容量MSKおよびモジュール出力MLの合計としての、エネルギー貯蔵システム10のシステム貯蔵容量ASKおよびシステム出力ALが制御およびシステムタスクNORS, ORSに利用可能となる。エネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''は、たとえばデータバス8のようなデータネットワーク8を介して互いに接続されている。そこで、データネットワーク8を拡張することで、必要に応じて、既存の3つのエネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''に加え、後に追加エネルギー貯蔵モジュール1'''を追加可能となる。共通接続点9に対する電力接続21aについて同様である。エネルギー貯蔵モジュールは、1つ以上の電力接続21a, 21b, 21c(21b, 21cは図示の例では不図示)を有し、それらは共通接続点9を介して電力システムLS, NSに接続される。非局地的電力システムNSにおける非局地的制御およびシステムタスクNORSおよび局地的電力システムLSにおける局地的制御およびシステムタスクORSは、当該接続を通じた、接続された電力システムLS, NSに対するエネルギー回収En, エネルギー放出により実行されるのである。共通接続点にてエネルギー流EFを、別々の電力システムNS, LSに対する別々のエネルギー流EFg, EFlに分流するため、エネルギー貯蔵システム10は調整部7(図5参照)を有する。その結果、エネルギー貯蔵システム10に接続された電力システムNS, LSの1つ以上に対するエネルギー回収Enおよびエネルギー放出Epに対し、システム貯蔵容量ASKおよびシステム出力ALが全て利用可能になるのである。エネルギー貯蔵システム10が非局地的電力システムNSに接続された局地的電力システムLSにのみ接続されている場合、調整部7は少なくとも1つの回路遮断器を有し、全エネルギー流EFは局地的電力システムLS内で完結するため、分流の必要がない。マスター制御システム6Mは、データネットワーク8に接続されたエネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''を統括的に制御するものであり、実行される局地的および非局地的制御およびシステムタスクORS, NORSに関わる外部データED(制御コマンド)を受信EMするためのデータインターフェース22aを少なくとも1つ有する。マスター制御システム6Mは、接続された全エネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''のモジュール貯蔵容量MSKおよびモジュール出力MLを制御およびシステムタスクORS, NORSの実行AO, ANOに利用可能であり、局地的制御およびシステムタスクORSに対し不要な分のシステム貯蔵容量ASKおよび/またはシステム出力ALの範囲でのみ非局地的制御およびシステムタスクNORSを実行ANOする。マスター制御システム6Mの構成要素は図3に詳細に示す。本実施形態では、その他エネルギー貯蔵モジュール1', 1''(スレーブモジュールとも称する)はそれぞれ1つのスレーブ制御システム6Sを有する。スレーブ制御システム6Sは、自モジュール1', 1''の運転状態BZを監視、制御し、データネットワーク8を介して当該スレーブモジュール1', 1''の動作データBDをマスター制御システム6Mに送信する。ここで、スレーブモジュール1', 1''は、マスター制御システム6Mにより統括的に制御される。具体的には、マスター制御システム6Mは、スレーブ制御部6Sに制御およびシステムタスクORS, N

10

20

30

40

50

ORSを実行するよう指示し、各スレーブ制御部6Sが当該指示を、フライホイールエネルギー貯蔵部31の機械的パラメータとして実行するのである。より具体的には、制御は以下の通りに実行される。即ち、マスター制御システム6Mが、各エネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''に、フライホイールエネルギー貯蔵部31の減速により放出されるべきエネルギー量、または各フライホイールエネルギー貯蔵部31の加速により回収されるべきエネルギー量を伝えるのである。所望のエネルギーが確実に回収または放出されるよう、スレーブ制御部6Sは、各フライホイールエネルギー貯蔵部31を減速、加速するよう当該フライホイールエネルギー貯蔵部31の駆動モータを制御する。

【0048】

図5は、調整部7の例示的实施形態を示す。図示の例では、調整部7は局地的電力システムLSおよび非局地的電力システムNSに接続される。本実施形態の調整部7は、制御要素71-1を有する調整ボックス71と、接続された電力システムLS, NSのそれぞれに対応する回路遮断器71-2とを有する。これにより、調整部7は、エネルギー貯蔵モジュール1またはエネルギー貯蔵システム10と、接続された電力システムLS, NSとの間のエネルギー流EFを調整可能となり、必要に応じてエネルギー貯蔵モジュール1または局地的エネルギー貯蔵システム10から、図示の例では局地的電力システムLSおよび/または非局地的電力システムNSである1つ以上の接続された電力システムを切り離すことが可能となるのである。マスター制御部6(マスター制御システム6M)は、データ接続61(またはデータネットワーク8)を介して、調整ボックス71の制御要素71-1に接続され、エネルギー流の制御のため、適切な調整機能設定データKDを調整ボックス71に送信する。図示の例では、調整機能設定データKDは制御ボックス71-1に直接送信される。調整機能設定データKDに基づき、制御要素71-1は、接続点9から接続された電力システムLS, NSへのエネルギー流EFの、局地的電力システムLSへのエネルギー流EF1、非局地的電力システムNSへのエネルギー流EFgへの分流を制御する。本例示的实施形態において、エネルギー流EFの、接続された両電力システムLS, NSのエネルギー供給の際の分流はあくまで例示である。調整ボックス71は、接続された電力システムLS, NSの一方からのエネルギー流と、電力システムLS, NSの他方へのエネルギー流を制御する。2つのエネルギー流の大きさに応じて、エネルギー貯蔵モジュール1またはエネルギー貯蔵システム10に負エネルギーの超過分が貯蔵されるか、エネルギー貯蔵モジュール1またはエネルギー貯蔵システム10から正のエネルギーの超過分が供給される。図示の例では、エネルギー貯蔵モジュール1またはエネルギー貯蔵システム10は詳述されるのではなく、対応する部材6, 6M, 61, 62, 7, 8により概略的に示される。調整ボックス71は、2つの接続された電力システムLS, NSの関連データRDを対応する測定部62から同時に受信する。当該関連データRDに基づき、制御要素71-1は、制御要素71-1に記録された関連データRDの基準または閾値により、2つの接続された電力システムLS, NSが通常状態であるか確認する。接続された電力システムLS, NSの内いずれか一方が系統故障により利用不能になると、それは制御要素71-1に送信された対応する関連データRDにより明らかとなる。これに応じて、制御要素71-1は自動的に、エネルギー貯蔵システム10を接続された電力システムLS, NSから切り離すための適切な切断信号(点線矢印)を該当する1つ以上の回路遮断器72-2に送信する。これに応じて、回路遮断器72-2は接続されていた電力システムLS, NSをエネルギー貯蔵モジュール1またはエネルギー貯蔵システム10から数ミリ秒以内に切り離す。1つの接続された電力システムLSまたはNSのみが切り離された場合、エネルギー貯蔵モジュール1またはエネルギー貯蔵システム10は、そのまま他方の接続済みの電力システムに対応可能となる。その結果、電力システムLSまたはNSが故障しても、短絡や過負荷状態を効果的に防ぐことができる。本例示的实施形態に示す接続された局地的電力システムLSおよび接続された非局地的電力システムNSは、あくまで2つの接続された電力システムの一例に過ぎない。別の実施形態では、調整部7、より具体的には調整ボックス71は3つ以上の電力システムに接続されていてもよい。3つ以上の接続された電力システムは、局地的電力システムであって、そのうち少なくとも1つの局地的電力システムが非局地的電力システムに接続され、非局地的調整およびシステムタスクを実行するものであ

10

20

30

40

50

てもよい。

【0049】

図6は、制御およびシステムタスクORS, NORSに対し、可变的に局地的および非局地的エネルギーを供給するための、本発明に係る方法の実施形態を示す。まず、接続される特定の電力システムLS, NSにおいて、所望の制御およびシステムタスクORS, NORSを実行AO, ANOするためのシステム貯蔵容量ASKおよびシステム出力ALが判定BSされる。そして、モジュール貯蔵容量MSKと、モジュール出力MLと、モジュール制御システム6とを有する、適切な数の本発明に係るエネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''が、設置場所に設けられるAF。エネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''の数は、モジュール貯蔵容量MSKおよびモジュール出力MLの和が、必要なシステム貯蔵容量ASKおよびシステム出力ALに対応するように設定される。動作開始の前に、エネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''のモジュール筐体2は、設置場所の地面Bに固定VAされる。これにより、エネルギー貯蔵システム10の動作中、静的、動的負荷が吸収される。さらに、エネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''は、共通接続点9に接続ASMされ、接続点9は電力システムLS, NSにそれぞれ接続ASSされる。同様に、エネルギー貯蔵モジュール1, 1', 1''は、共通データネットワーク8により互いに接続VBされ、共通エネルギー貯蔵システム10が形成される。その結果、各モジュール制御システム6により、エネルギー貯蔵システムの共通制御GSが可能となる。接続された電力システムLS, NSにおける制御およびシステムタスクの実行要求が時間の経過とともに変化した場合、エネルギー貯蔵システム10はシステム貯蔵容量ASKおよびシステム出力ALの要求の変化に応じて、適切に調整AP可能となる。具体的には、適切に上述の手順により、さらにエネルギー貯蔵モジュール1''が追加Hされるか、エネルギー貯蔵システム10から、1つ以上のエネルギー貯蔵モジュール1''が除去Eされる。後者の場合、あらかじめ除去される特定のエネルギー貯蔵モジュール1''に対する全ての電力接続21a, 21b, 21cが接続点9から切断され、データネットワーク8から対応する全てのデータインターフェース22a, 22b, 22cが切り離され、そしてモジュール筐体2が設置場所から取り外される。

10

20

【0050】

ここで示す実施形態は、あくまで本発明の例示であり、限定的と解されるべきではない。当業者により想到可能なその他実施形態も同様に本発明の範囲に含まれるものである。

30

【符号の説明】

【0051】

- 1 本発明に係るエネルギー貯蔵モジュール
- 1', 1'', 1''' 本発明に係るさらなるエネルギー貯蔵モジュール
- 10 本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールを1つ以上有するエネルギー貯蔵システム
- 2 モジュール筐体
- 2U モジュール筐体底面
- 2S モジュール筐体側面
- 2O モジュール筐体上面
- 21a, 21b, 21c 電力接続インターフェース
- 22a, 22b, 22c データインターフェース
- 23 断熱層
- 24 地面固定手段
- 3 フライホイールモジュール
- 31 フライホイールエネルギー貯蔵部
- 32 直流リンク
- 33 フライホイールエネルギー貯蔵部のフレーム(設置)
- 34 電力変換器またはフォワードコンバータ
- 4 真空モジュール
- 41 真空ポンプ部

40

50

4 2	パイプシステム	
5	冷却モジュール	
6	モジュール制御システム	
6 M	マスター制御システム (l e a d i n g モジュール制御システム)	
6 S	スレーブ制御システム (d e p e n d e n t モジュール制御システム)	
6 1	データバス (エネルギー貯蔵モジュール内または異なるエネルギー貯蔵モジュール間)	
6 2	測定部	
6 3	タスクメモリ	
6 4	優先順位管理部	10
7	調整部 (エネルギー貯蔵モジュール内またはエネルギー貯蔵モジュール外のエネルギー貯蔵システム内)	
7 1	調整ボックス	
7 1 - 1	制御要素	
7 1 - 2	回路遮断器	
8	本発明に係るエネルギー貯蔵モジュールを接続するためのデータネットワーク	
9	接続点	
A F	所定数のエネルギー貯蔵モジュールを設置場所に設置	
A L	エネルギー貯蔵システムのシステム出力	
A N O	非局地的制御およびシステムタスク実行	20
A O	局地的制御およびシステムタスク実行	
A P	要求されたシステム貯蔵容量およびシステム出力の変化に応じたエネルギー貯蔵システムの調整	
A S K	エネルギー貯蔵システムのシステム貯蔵容量	
A S M	エネルギー貯蔵モジュールを共通接続点に接続	
A S S	接続点を電力系統に接続	
B	地面、基礎	
B D	動作データ	
B P	動作計画	
B S	必要なシステム貯蔵容量およびシステム出力を判定	30
E	エネルギー貯蔵システムからエネルギー貯蔵モジュールを除去	
E D	外部データ (制御コマンド)	
E F	エネルギー流	
E F g	非局地的電力系統へのエネルギー流	
E F l	局地的電力系統へのエネルギー流	
E M	データ受信 (外部データ)	
E n	電力系統に対するエネルギー回収 (負のエネルギー)	
E p	電力系統に対するエネルギー放出 (正のエネルギー)	
G S	エネルギー貯蔵システム共通制御	
H	エネルギー貯蔵システムにエネルギー貯蔵モジュールを追加	40
K D	調整機能設定データ	
L S	局地的電力系統	
M L	モジュール出力	
M S K	モジュール貯蔵容量	
N O R S	非局地的制御およびシステムタスク	
N S	非局地的電力系統	
O R S	局地的制御およびシステムタスク	
R D	関連データ	
R S	返信信号	
T S	検査信号	50

V A モジュール筐体を設置場所の地面に固定

V B 共通データネットワークによりエネルギー貯蔵モジュールを接続

【 図 1 】

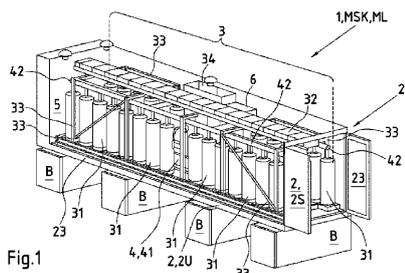


Fig.1

【 図 2 】

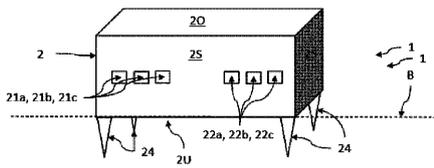


FIG.2

【 図 3 】

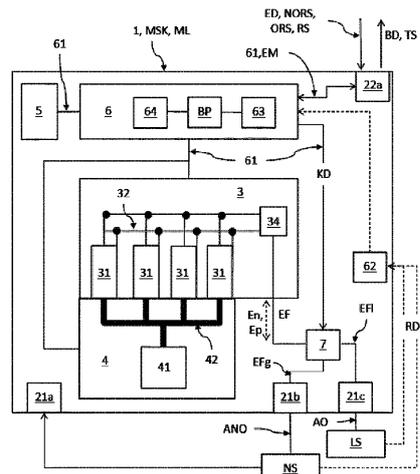


FIG.3

【 図 4 】

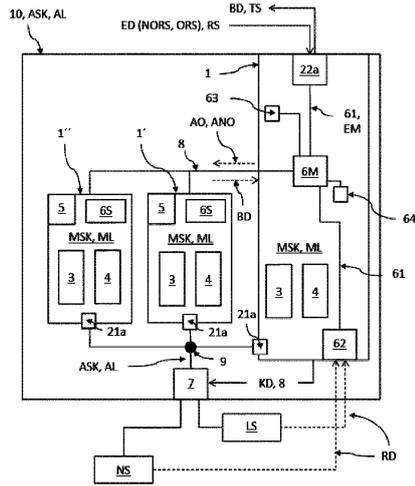


FIG.4

【 図 5 】

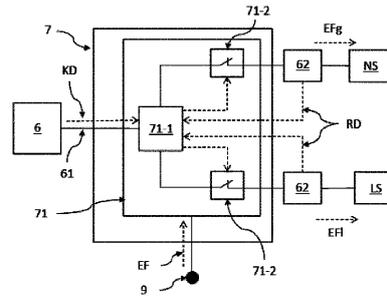


FIG.5

【 図 6 】

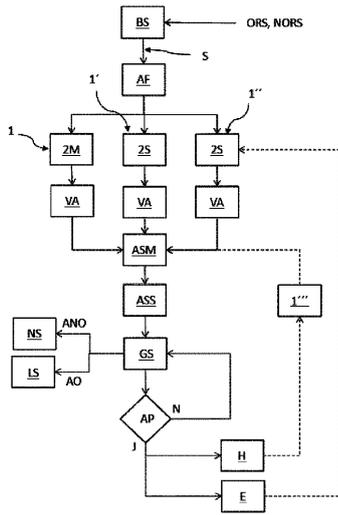


FIG.6

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/068725

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02J3/30 ADD.		
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) H02J		
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	US 8 008 804 B2 (CAPP F WILLIAM [US] ET AL) 30 August 2011 (2011-08-30) column 8, line 33 - column 11, line 61 figures 5,6,8A abstract	1-6,15
Y	column 9, line 42 - column 10, line 2; figures 5,11	4,7-14
X	----- US 2011/298293 A1 (VELTRI JEFFREY ALLAN [CA]) 8 December 2011 (2011-12-08) page 3, paragraph 43 - page 7, paragraph 72 figures 2,9,10,12 abstract	1-5
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> 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		"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date		"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
"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)		"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 31 July 2014		Date of mailing of the international search report 11/08/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Gatzert, C

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2013/068725

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 42 11 891 A1 (MARINE EQUIP & CONSULT [DE]) 14 October 1993 (1993-10-14) figure 1 abstract -----	4
Y	WO 03/049249 A1 (BEACON POWER CORP [US]) 12 June 2003 (2003-06-12) page 10, lines 5-19 figure 19 abstract -----	7,8,11
Y	FLYNN M M ET AL: "Saving energy using flywheels", IEEE INDUSTRY APPLICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 14, no. 6, 1 November 2008 (2008-11-01), pages 69-76, XP011234318, ISSN: 1077-2618, DOI: 10.1109/MIAS.2008.929351 the whole document -----	7,8
Y	DE 29 18 834 A1 (BRUNNER GERD PROF DR) 20 November 1980 (1980-11-20) pages 6,10 figure 4 -----	9,10
Y	US 2004/263116 A1 (DORUK ZEYNEP B [US] ET AL DORUK ZEYNEP BIGE [US] ET AL) 30 December 2004 (2004-12-30) page 2, paragraph 32 - page 3, paragraph 33 figures 2-4 abstract -----	12,13
Y	EP 2 495 800 A1 (HITACHI LTD [JP]) 5 September 2012 (2012-09-05) page 3, paragraph 9-13 figure 1 abstract -----	14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/068725

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 8008804	B2	30-08-2011	AU 2004305778 A1	31-03-2005
			AU 2011200041 A1	27-01-2011
			BR P10413598 A	17-10-2006
			CA 2535458 A1	31-03-2005
			EP 1656722 A2	17-05-2006
			JP 2007503191 A	15-02-2007
			US 2005077881 A1	14-04-2005
			US 2011278853 A1	17-11-2011
			WO 2005029667 A2	31-03-2005

US 2011298293	A1	08-12-2011	AU 2011264367 A1	10-01-2013
			CA 2801307 A1	15-12-2011
			CN 103038541 A	10-04-2013
			EP 2580489 A2	17-04-2013
			JP 2013531452 A	01-08-2013
			KR 20130121703 A	06-11-2013
			US 2011298293 A1	08-12-2011
			WO 2011153612 A2	15-12-2011

DE 4211891	A1	14-10-1993	NONE	

WO 03049249	A1	12-06-2003	AU 2002365798 A1	17-06-2003
			EP 1456928 A1	15-09-2004
			US 2003102718 A1	05-06-2003
			WO 03049249 A1	12-06-2003

DE 2918834	A1	20-11-1980	NONE	

US 2004263116	A1	30-12-2004	NONE	

EP 2495800	A1	05-09-2012	CN 102655329 A	05-09-2012
			EP 2495800 A1	05-09-2012
			EP 2741363 A1	11-06-2014
			ES 2470215 T3	23-06-2014
			JP 2012182903 A	20-09-2012
			US 2012223678 A1	06-09-2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/068725

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02J3/30 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 8 008 804 B2 (CAPP F WILLIAM [US] ET AL) 30. August 2011 (2011-08-30)	1-6,15
Y	Spalte 8, Zeile 33 - Spalte 11, Zeile 61 Abbildungen 5,6,8A Zusammenfassung Spalte 9, Zeile 42 - Spalte 10, Zeile 2; Abbildungen 5,11	4,7-14
X	US 2011/298293 A1 (VELTRI JEFFREY ALLAN [CA]) 8. Dezember 2011 (2011-12-08) Seite 3, Absatz 43 - Seite 7, Absatz 72 Abbildungen 2,9,10,12 Zusammenfassung	1-5
Y	DE 42 11 891 A1 (MARINE EQUIP & CONSULT [DE]) 14. Oktober 1993 (1993-10-14) Abbildung 1 Zusammenfassung	4
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
E frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)		*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
31. Juli 2014		11/08/2014
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Gatzert, C

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2013/068725

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	W0 03/049249 A1 (BEACON POWER CORP [US]) 12. Juni 2003 (2003-06-12) Seite 10, Zeilen 5-19 Abbildung 19 Zusammenfassung -----	7,8,11
Y	FLYNN M M ET AL: "Saving energy using flywheels", IEEE INDUSTRY APPLICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 14, Nr. 6, 1. November 2008 (2008-11-01), Seiten 69-76, XP011234318, ISSN: 1077-2618, DOI: 10.1109/MIAS.2008.929351 das ganze Dokument -----	7,8
Y	DE 29 18 834 A1 (BRUNNER GERD PROF DR) 20. November 1980 (1980-11-20) Seiten 6,10 Abbildung 4 -----	9,10
Y	US 2004/263116 A1 (DORUK ZEYNEP B [US] ET AL DORUK ZEYNEP BIGE [US] ET AL) 30. Dezember 2004 (2004-12-30) Seite 2, Absatz 32 - Seite 3, Absatz 33 Abbildungen 2-4 Zusammenfassung -----	12,13
Y	EP 2 495 800 A1 (HITACHI LTD [JP]) 5. September 2012 (2012-09-05) Seite 3, Absatz 9-13 Abbildung 1 Zusammenfassung -----	14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/068725

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 8008804	B2	30-08-2011	AU 2004305778 A1	31-03-2005
			AU 2011200041 A1	27-01-2011
			BR P10413598 A	17-10-2006
			CA 2535458 A1	31-03-2005
			EP 1656722 A2	17-05-2006
			JP 2007503191 A	15-02-2007
			US 2005077881 A1	14-04-2005
			US 2011278853 A1	17-11-2011
			WO 2005029667 A2	31-03-2005

US 2011298293	A1	08-12-2011	AU 2011264367 A1	10-01-2013
			CA 2801307 A1	15-12-2011
			CN 103038541 A	10-04-2013
			EP 2580489 A2	17-04-2013
			JP 2013531452 A	01-08-2013
			KR 20130121703 A	06-11-2013
			US 2011298293 A1	08-12-2011
			WO 2011153612 A2	15-12-2011

DE 4211891	A1	14-10-1993	KEINE	

WO 03049249	A1	12-06-2003	AU 2002365798 A1	17-06-2003
			EP 1456928 A1	15-09-2004
			US 2003102718 A1	05-06-2003
			WO 03049249 A1	12-06-2003

DE 2918834	A1	20-11-1980	KEINE	

US 2004263116	A1	30-12-2004	KEINE	

EP 2495800	A1	05-09-2012	CN 102655329 A	05-09-2012
			EP 2495800 A1	05-09-2012
			EP 2741363 A1	11-06-2014
			ES 2470215 T3	23-06-2014
			JP 2012182903 A	20-09-2012
			US 2012223678 A1	06-09-2012

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, MC, 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. イーサネット

(72)発明者 フォル デム エッシェ, ライナー

ドイツ連邦共和国 5 2 5 2 5 ハインスベルク, イム エンデブルッフ 3 4

(72)発明者 ボイマー, トーマス

ドイツ連邦共和国 4 1 8 3 6 ヒュッケルホーフエン, ベルクシュトラッセ 1 2 4

(72)発明者 ゾンネン, ミヒャエル

ドイツ連邦共和国 4 7 2 5 9 デュイスブルク, ラインフェルトシュヴェーク 5

(72)発明者 シェーファー, クリストフ

ドイツ連邦共和国 5 2 0 7 2 アーヘン, シュロス - ラーヘ - シュトラッセ 8 5

(72)発明者 ミッデンドルフ, クリスチャン

ドイツ連邦共和国 5 2 0 7 2 アーヘン, リヒターイヒャー シュトラッセ 4 8

Fターム(参考) 5G066 JA01 JB02

【要約の続き】

RS, NORS) を実行するモジュール制御システム(6)とを有する。モジュール筐体(2)は、内蔵するモジュール(3, 4, 5, ...)の安全な搬送に適するよう構成され、動作中にフライホイールエネルギー貯蔵部(31)の静的および動的負荷を吸収する。これにより、エネルギー貯蔵モジュール(1)は、電力システムの制御およびシステムタスクに対して、十分に大きなエネルギー貯蔵容量および出力を提供可能なよう、可变的に所望のあらゆる場所に迅速に配置可能である。