

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6077131号
(P6077131)

(45) 発行日 平成29年2月8日(2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日(2017.1.20)

(51) Int.Cl. F I
H O 2 P 9/04 (2006.01) H O 2 P 9/04 E

請求項の数 10 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2015-544384 (P2015-544384)	(73) 特許権者	508008865
(86) (22) 出願日	平成25年9月5日(2013.9.5)		シーメンス アクティエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2015-535679 (P2015-535679A)		ドイツ国 80333 ミュンヘン ヴィ
(43) 公表日	平成27年12月14日(2015.12.14)		ッテルスバッヘルプラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2013/068385	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開番号	W02014/082766		弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開日	平成26年6月5日(2014.6.5)	(74) 代理人	100110364
審査請求日	平成27年7月8日(2015.7.8)		弁理士 実広 信哉
(31) 優先権主張番号	102012221989.7	(72) 発明者	マーティン・ヒラー
(32) 優先日	平成24年11月30日(2012.11.30)		ドイツ・99097・エアフルト・マック
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		スーシュテエンベック-シュトラーセ・2
		(72) 発明者	オラフ・ミヒェルゾン
			ドイツ・99310・アルンシュタット・
			ファザーネンガルテン・2

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 障害除去時間を延長するための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

障害除去時間を延長するための装置であって、
 発電機(5)と、
 電気負荷(14, 18, 21)と、
 短絡事象を認識するために形成された構成部材と、
 を備えており、
 当該装置は、短絡時に前記電気負荷(14, 18, 21)が前記発電機(5)と接続さ
 れているように構成されており、
 前記発電機(5)と接続されている変圧器(9)を備えており、
 前記電気負荷(14, 18, 21)は、高圧側の変圧器中性点において、短絡パスに対
 して直列に設けられている、装置。

【請求項 2】

前記電気負荷は負荷抵抗の形態のものである、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記発電機(5)と接続されている変圧器(9)を備えており、
 前記電気負荷(14, 18, 21)は前記変圧器(9)に対して並列に接続されている
 請求項 1 または 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記電気負荷(14, 18, 21)は並列に設けられたスイッチ(22, 23, 24)

を有して形成されており、かつ前記スイッチは短絡時に開放される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記発電機 (5) は三相式に形成されている、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 6】

発電機 (5) は同期発電機である、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 7】

消費電力系統 (1 1) に接続されている発電機 (5) において障害除去時間を延長するための方法であって、

短絡時に付加的な電気負荷 (1 4 , 1 8 , 2 1) が接続され、

前記電気負荷 (1 4 , 1 8 , 2 1) は変圧器中性点において短絡バスに対して直列に設けられ、かつ短絡時に前記電気負荷 (1 4 , 1 8 , 2 1) に対して並列に設けられたスイッチが開放される、方法。

【請求項 8】

前記電気負荷 (1 4 , 1 8 , 2 1) は負荷抵抗の形態のものである、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記電気負荷 (1 4 , 1 8 , 2 1) は前記発電機 (5) に接続されている変圧器 (9) に対して並列に設けられている、請求項 7 または 8 に記載の方法。

【請求項 1 0】

発電機 (5) は同期発電機である、請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は障害除去時間を延長するための装置と、障害除去時間を延長するための方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

電力供給網において再生エネルギー発生装置が大きく増大していることにより、送電系統運用者が全ての給電ユニットに対して安定性と供給安全性に関して課する最小限の要求は恒常的に大きくなりつつある。このために統一的な運用を要求するグリッドコードが存在する。こうして例えばフィンランドのグリッドコードである「フィン・グリッド」では、残留電圧がゼロ p . u . のとき、250ms の障害除去時間が要求され、当該障害除去時間はいくつかの発電機、特に同期発電機にとっては、付加的な措置がなければ非同期に陥り、それとともに供給電圧回復後に付随的に新たな同期を行う結果を招く。図 1 は複数のグリッドコード要件を示している。すなわち上記の「フィン・グリッド」には参照番号 1 が付与されている。さらなるグリッドコード要件は本図において例えば 2 の E . o n 、 3 の R E E スペインおよび 4 の W E C C 北米に関して示されている。

【0003】

供給電圧回復後に新たに同期を行う過程は数分を要し得、当該数分の間、発電所出力は送電系統に対して使用できない。これは特に比較的大きな発電所の障害の場合、送電系統の不安定性につながり、最悪の場合は広域の停電につながりかねない。

【0004】

短絡の間、タービンを介して軸構造体に供給される機械的出力は発電機において取り出されなくなり、それによりタービン発電機の加速を生じさせる。

【0005】

同期発電機の回転子偏位角が臨界的な過渡値を上回ると、当該同期発電機は非同期に陥り、新たに同期されなければならない。グリッドコードでは、変圧器の高圧側における所定の残留電圧の際、発電所は送電系統を遮断することなく所定の障害除去時間を経過でき

10

20

30

40

50

なければならないことが要求されている。要求される当該障害除去時間が、タービン発電機にとって実現可能な障害除去時間を上回る場合、付加的な予防措置が講じられなければならない。

【0006】

従来技術において、上記の状況を考慮するための複数の可能性が知られている。すなわち例えば特許文献1では、障害の際、アクティブ・ブースター回路がスリップリングを介して、発電機界磁巻線に対して直列に、充電されたコンデンサに接続され、それにより界磁電圧が急激に高められる。これにより、発電機は送電システムの回復時に過励磁領域にあり、それによりタービン発電機と送電システムというシステムの安定性が増大する。

【0007】

臨界障害除去時間を延長するためのさらなる可能性は、構造体の慣性モーメントを増大させ、それにより短絡時の軸の加速を低減させることである。

【0008】

さらに多くのタービン型式に対して、蒸気タービンに変更を実施し、それによりタービン翼と水蒸気との接続をより迅速に断つことを実現する可能性があり、これはファースト・バルビングと称される。これにより、軸構造体に供給されるタービン出力のより迅速な低減を実現しようとするものである。

【0009】

同様に、洋上風力発電所において、負荷抵抗を用いて類似のコンセプトを形にすることが知られている。ウィンドパークはしかしながら、例えば高圧DC接続を介して陸上コンバータ設備と接続され、当該陸上コンバータ設備は陸上での短絡時に、ウィンドパークの過剰なエネルギーを負荷抵抗に導く。

【0010】

タービン発電機のための、短絡時の障害除去時間を延長するための簡単な可能性を有することは望ましい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】欧州特許第1805887号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は上記の点を対象としており、本発明の課題は障害除去時間を延長するための装置および方法を記載することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記の課題は障害除去時間を延長するための装置であって、発電機、特に同期発電機と、電気負荷と、短絡事象を認識するために形成された構成部材とを有する装置によって解決され、当該装置は、短絡時に前記電気負荷が前記発電機と接続されているように形成されている。

【0014】

本発明により好適に、機械的な介入を行うことなく、所与の軸構造体もしくは当該軸構造体の構成要素に変更を行うことが実現される。

【0015】

第一の有利なさらなる構成において、電気負荷は抵抗として形成されている。これにより以下の思想が追及される。すなわち、短絡時に電気負荷として発電機に接続されている抵抗を設け、このように障害時に発電機を送電システムから分離することなく、軸の加速をもたらすタービン出力を逃がす接続可能な負荷抵抗として前記抵抗を設けるという思想である。これにより臨界障害除去時間は著しく延長される。

【0016】

10

20

30

40

50

有利なさらなる構成は従属請求項に記載されている。すなわち一の有利なさらなる構成において前記装置は、発電機と接続されている変圧器を有して形成されており、電気負荷は短絡の間、変圧器に対して並列に設けられている。

【0017】

代替的な実施の形態において前記装置は電気負荷を有して形成されており、当該電気負荷は短絡パスに対して直列に、高圧側の変圧器中性点に設けられている。

【0018】

上記の接続可能な抵抗のさらなる潜在的な応用として、発電機回路遮断器の負荷を著しく除去することが実現可能である。

【0019】

発電機回路遮断器の設計に対しては、短絡時に当該発電機回路遮断器をできる限り迅速に遮断することを要求される場合が多い。

突然に生じる発電機短絡は、交流成分と直流成分とから合成され、当該交流成分と直流成分は当該交流成分と直流成分の時間定数に応じて、異なる速さで固定的な短絡電流に減衰する。特に短絡電流の直流成分は、電流経過が数ミリ秒後に初めて電流ゼロ点通過を経験することの原因となっている。回路遮断器の開放後、スイッチングアークは当該最初の電流ゼロ点通過が起こり、アークが消失し得るまで燃焼する。この時間内に遮断器では極めて高温のアークプラズマのために、著しい接触負荷と発熱が生じる。従って短絡電流の直流成分はできる限り迅速に減衰することが望ましい。

時間定数 (T) は基本的に、短絡パスに設けられているインダクタンス (L) と、短絡パスにおいて有効な抵抗 (R) との比を介して記述される。式 $T = L / R$ を介して、以下の点が明らかとなる。すなわち、有効な抵抗が大きくなるにつれて、時間定数は低下させられ得る。これは本願で説明される負荷抵抗を、障害発生後に接続することにより、有効に加速される。

【0020】

前記課題はまた、障害除去時間を延長するための方法によって解決され、当該方法において消費電力系統に接続された発電機には短絡時に、付加的な電気負荷が接続される。

【0021】

ここで本発明を実施の形態に基づいてより詳しく説明する。図2と図3が概略的に示すのは以下の通りである。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】複数のグリッドコード要件を示す図である。

【図2】本発明に係る装置の第一の実施の形態を示す図である。

【図3】本発明に係る装置の第二の実施の形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

図2は三相発電機5、特に同期発電機を示しており、出力部に第一相6と、第二相7と、第三相8とが形成されている。第一相6と、第二相7と、第三相8とは変圧器9に接続される。変圧器9の二次側10は送電系統11に接続される。第一相6において第一の送出ライン12が設けられており、当該第一の送出ラインに第一のスイッチ13と電気負荷14が接続され、アース15に接続されている。第二相7は第二の送出ライン16と、当該第二の送出ライン16に接続されている第二のスイッチ17と、アース15に接続された負荷18とを含んでいる。第三相8は第三の送出ライン19と、相応の第三のスイッチ20と、負荷21とを含んでおり、当該負荷もアース15に接続されている。

【0024】

相6, 7および8はこのとき発電機スイッチ25を介して変圧器9に接続される。

【0025】

図3は本発明の代替的な実施の形態を示している。図2との違いは、負荷14, 18および21が、短絡パスに対して直列に、高圧側の変圧器中性点に設けられている点である

10

20

30

40

50

。負荷 14, 18 および 21 に対して並列に、それぞれスイッチ 22, 23 および 24 が設けられている。

【0026】

発電機 5 はタービン（図に示されていない）を介して駆動される。障害時に軸に供給されるタービン出力は送電系統が回復するまで、発電機 5 により接続可能な負荷 14, 18, 21 を介して接続され、熱に変換される。言い換えると、障害時、接続可能な負荷 14, 18, 21 を介して、軸に供給されるタービン出力は送電系統が回復するまで、発電機 5 から電气的に取り出され、熱に変換される。障害時間の間、発電機 5 は送電系統 11 と接続されたままである。これにより、送電系統を新たに同期させることが不要となり、発電所の利用可能性が高められ得る。付加的な負荷なしの個々の構造体に関する臨界障害除去時間 T_{Ku} は、一般的に以下の式に応じて分析的に規定される。

【0027】

【数 1】

$$T_{Ku} = \sqrt{\frac{2 \cdot \omega_0 \cdot J}{P_T} \cdot (\delta'_{Ku} - \delta'_0)}$$

【0028】

上記の式において表されるのは以下の通りである。

- 定格角周波数
- J 構造体全体の慣性モーメント
- Ku タービン発電機の安定性を得るまでの最大の過渡的電圧角度
- 短絡発生前の過渡的電圧角度
- P_T タービン出力

【0029】

電気抵抗として形成されていてよい負荷 14, 18 および 21 は、障害時に軸の加速をもたらすタービン出力を逃がし、これにより臨界障害除去時間は著しく延長され、それにより短絡時に接続可能な負荷抵抗 14, 18 および 21 を介して、発電機 5、特に同期発電機の過渡安定度を増大させる。図 2 に示される負荷抵抗 14, 18 および 21 は変圧器 9 に対して並列に、変圧器の低圧側に設けられており、それにより変圧器縦方向インピーダンスを介して、短絡時に存在する短絡残留電圧を用いる。調整可能なリアクタンスを付加的に用いると、回路の反応度をさらに向上させることができる。

【0030】

図 2 は本発明の第一の実施の形態についてのトポロジーを示している。

【0031】

第二の実施の形態のトポロジーは図 3 に示される。負荷抵抗 14, 18 および 21 は短絡パスに対して直列に、高圧側の変圧器中性点に設けられている。当該負荷抵抗は並列スイッチ 22, 23, 24 を開放することにより、短絡回路内に接続される。

【0032】

障害事象における発電機 5 のための臨界障害除去時間はこのように好適な方法で、変圧器低圧側でも変圧器高圧側でも増大させられる。接続可能なリアクタンスもしくは調整可能なリアクタンスによって回路トポロジーを拡大することにより、障害除去時間をさらに増大させることができる。

【0033】

本発明によりこのように、タービンおよび発電機 5 に構成技術上の変更を実施する必要なしに、臨界障害除去時間は著しく増大され得、それにより本願で説明される発明の廉価な手段を成立させる。さらに、時間的に限定された短絡の間に送電系統を遮断する必要がなく、それにより新たな同期を行うことのない発電機 5 の恒常的な利用可能性を実現することができる。

【符号の説明】

【0034】

10

20

30

40

50

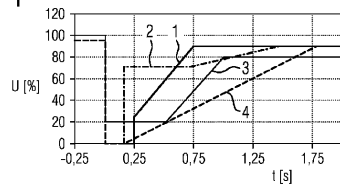
- 1 フィン・グリッド
- 2 E . o nグリッドコード
- 3 R E Eグリッドコード
- 4 W E C Cグリッドコード
- 5 発電機
- 6 第一相
- 7 第二相
- 8 第三相
- 9 変圧器
- 10 二次側
- 11 送電系統
- 12 第一の送出ライン
- 13 第一のスイッチ
- 14 負荷
- 15 アース
- 16 第二の送出ライン
- 17 第二のスイッチ
- 18 負荷
- 19 第三の送出ライン
- 20 第三のスイッチ
- 21 負荷
- 22 並列スイッチ
- 23 並列スイッチ
- 24 並列スイッチ

10

20

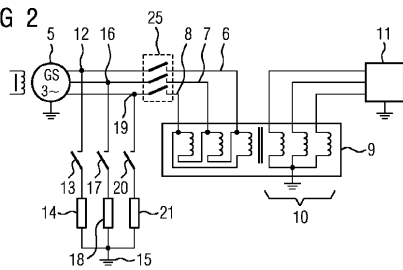
【 図 1 】

FIG 1



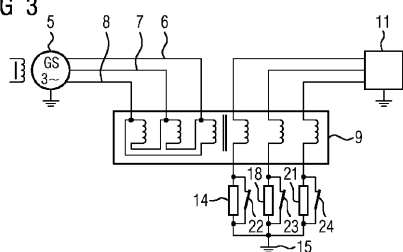
【 図 2 】

FIG 2



【 図 3 】

FIG 3



フロントページの続き

審査官 尾家 英樹

(56)参考文献 特開2003-056450(JP,A)
特開昭58-136299(JP,A)
特開2000-179446(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 9/00 - 9/48