

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：17701
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2018～2020
課題番号：18K04083
研究課題名（和文）三相3線並列部三相4線直列部を持つマトリックスコンバータ方式統合電力潮流制御装置

研究課題名（英文）Three-Phase-Three-Wire Input and Three-Phase-Four-Wire Output Matrix Converter Based Unified Power Flow Controller

研究代表者
山本 吉朗（YAMAMOTO, Kichiro）

鹿児島大学・理工学域工学系・教授

研究者番号：70220457
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、再生可能エネルギー導入の促進に向け、三相3線式並列補償部と三相4線式直列補償部により無効電力と不平衡電圧を同時に補償でき大容量電解コンデンサを持たないマトリックスコンバータ（3×4MC）を用いた統合電力潮流制御装置（UPFC）を構築し、様々な電力状況に対してその動作の検証を行った。また、平衡電圧出力の場合に使用スイッチ数を減らすことで出力電圧の高調波ひずみや余計なスイッチング損失を抑制する「部分スイッチング法」が提案し、その有効性を示した。シミュレーションによる動作確認はほぼ完了し、実機を用いた動作確認も3×4MC部分までは完了したが、装置全体としての動作確認は現在も継続中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、再生可能エネルギー発電の増加により、配電系統では急激な電力変動や逆潮流による電圧の上昇、電圧の不平衡化などが問題になっている。このような問題への対応を視野に、本研究では、三相3線式並列補償部と三相4線式直列補償部により電力制御と不平衡電圧補償を同時に実行でき大容量電解コンデンサを持たないマトリックスコンバータを用いた統合電力潮流制御装置（3×4MC方式UPFC）の制御法や基本特性についてシミュレーションで明らかにしている。部分的には実機による動作確認も行われているが、装置全体の動作確認については現在も継続中である。

研究成果の概要（英文）：In this study, control method and operating characteristics of three-phase three-wire input and three-phase four-wire output matrix converter (3 x 4 MC) based unified power flow controller (UPFC) was investigated by simulations. And some characteristics were demonstrated by laboratory test as well. Even now, some characteristics are investigated by laboratory test using a prototype UPFC. The UPFC has no large electrolytic capacitor and has capabilities of both unbalanced voltage fluctuation compensation and dynamic active/reactive power control. In addition, partial switching method, where only nine switches of total twelve switches of MC are used for balanced voltage compensation, was also proposed to reduce the total harmonic distortion and additional switching losses and the validity of the method was demonstrated.

研究分野：パワーエレクトロニクス，モータドライブ

キーワード：マトリックスコンバータ 統合電力潮流制御装置 不平衡電圧補償 電力制御

1. 研究開始当初の背景

(1) 配電系統の電圧変動、無効電力とその補償について

東日本大震災以降、ほとんどの原子力発電所は停止状態にあり、再生可能エネルギーがますます重要視されてきた。平成 24 年 7 月の固定価格買い取り制度開始以降は、特に太陽光発電を中心に普及が進められているが、昨今、太陽光発電の接続契約申し込みの増加から、系統の容量不足や調整力不足などの問題が出てきた。このように大変な電力状況の中、さらに再生可能エネルギーの導入を進めていくためには、逆潮流等で変動する配電系統の電圧調整装置を増加したり、大容量の電力貯蔵システムを導入して調整力を増強する必要があった。

配電系統の電圧調整、無効電力補償には、a) タップ付き変圧器、b) サイリスタによるコンデンサリアクトルの接続調整 (TSC, TCR)、c) インバータによる無効電力調節 (SVG) や統合電力潮流制御装置 (UPFC) 等が用いられていたが、このうち a)、b) の方法には、応答速度が遅いという欠点があり、c) の方法は応答速度が速いものの、一度直流に変換し大容量の直流リンク電解コンデンサを介してインバータで交流に変換しており、その大容量電解コンデンサがメンテナンス、コストなどの点でさらなる普及の妨げとなっていた。

(2) マトリックスコンバータ (MC) について

モータドライブなどの分野では、交流から直接交流を発生する「マトリックスコンバータ (以下 MC)」が注目されていた。マトリックスコンバータは、通常のコンバーターインバータの AC-DC-AC 変換に比べ直流リンク部を必要としない AC-AC 変換であるため、a) 平滑用の大容量コンデンサが不要で小形化、メンテナンスフリー化が可能、b) 変換器の通過段数が少なく変換器損失小、といった特長をもっている。研究代表者らもそれまで、その変調方式や制御方法について研究を進めていた。

(3) 瞬時電圧低下補償装置および電力変動抑制について

瞬時電圧低下による精密機器やコンピュータシステム等の誤動作、停止に対応するため、無停電電源装置 (数分オーダーの補償) や瞬時電圧低下補償装置 (数秒程度の補償) が導入されるケースが増えている。研究代表者らも、電解コンデンサ方式、電気二重層キャパシタ方式の瞬時電圧低下補償装置の研究を進めてきており、特に三相不平衡電圧を補償するための 4 レグインバータの研究に注力していた。また、MC を用いて低下した電源電圧から補償電圧を発生し、変圧器を用いて電源電圧に加えることで負荷に正常な電圧を印加する装置を提案し特許を取得していた (「マトリックスコンバータによる電圧変動補償システム (電圧調整装置)」, 篠原, 山本, 飯盛, 特許第 4872090 号)。さらに、科研費により、MC を用いた瞬時電圧低下補償装置についても研究を進め、その動作特性や補償電圧の共振抑制法等を明らかにしていた (基盤研究 (C), 平成 24~26 年度, 研究課題名: 「マトリックスコンバータを用いた蓄電池レス・電解コンデンサレス瞬時電圧低下補償装置」)。

(4) MC を用いた統合電力潮流制御装置 (UPFC) について

それまでの国内学会、国際会議等では、a) PWM インバータと PWM 整流器を組み合わせた UPFC (図 1)、b) 三相 3 線式の MC を用いた UPFC に関する発表がなされていた。しかし、a) の方式は直流リンク部に大容量電解コンデンサを有しており、さらに a)、b) の方式とも直列補償部が三相 3 線式であるため補償電圧を 3 相独立に制御できず、結果として不平衡電圧を補償できないという欠点があった。そこで研究代表者らは不平衡電圧を 3 相独立に補償でき無効電力も補償できる「三相 3 線並列補償部と三相 4 線直列補償部をもつ MC (以下 3×4MC) を用いた方式 UPFC」(図 2) の開発を開始した。

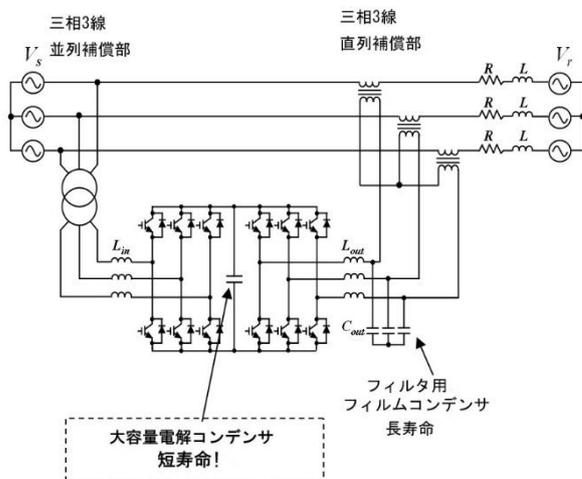


図 1 PWM インバータと PWM 整流器を組み合わせた UPFC (従来の UPFC)

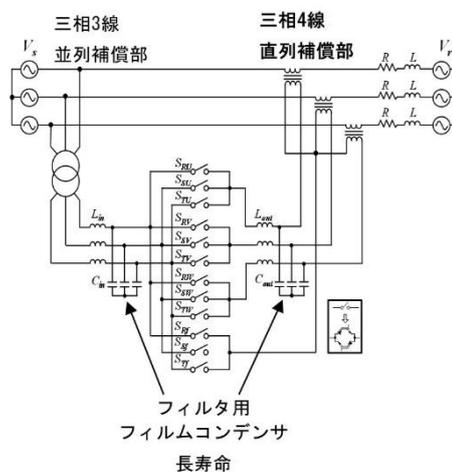


図 2 三相 3 線並列補償部と三相 4 線直列補償部をもつ MC を用いた UPFC (3×4MC 方式 UPFC, 提案した UPFC)

2. 研究の目的

本研究の目的は、再生可能エネルギー導入の促進に向けて、大容量の電解コンデンサを用いることなく補償を行うことが可能で、それまでの補償装置と比べてメンテナンス、コストの点で非常に有利な電力潮流制御装置を提供することであった。この目的のために、三相3線式並列補償部と三相4線式直列補償部により無効電力と不平衡電圧を同時に補償でき大容量電解コンデンサを持たないMCを用いてUPFC(図2)を構築し、その動作を検証すべく研究を進めてきた。実験による3×4MC部分の動作試験は完了したが、装置全体としての動作確認まで至っておらず現在も研究を継続中である。

3. 研究の方法

今回の研究では、それまでに既に研究を進めていた3×3MCおよび瞬時電圧低下補償装置、4レグインバータの知見を組み合わせた3×4MC方式のUPFCについて、回路の電気的特性、フィルタ共振の抑制、逆潮流時および不平衡電圧時の特性等を現有の回路シミュレータPSIMを用いて十分調査した上で、装置(図2)を試作し、実験とシミュレーションを交互に繰り返しながら改良してシステムを完成させ、実証試験までを行うこととした。

具体的には、以下の手順でシステム全体のおおよその動作を実現する予定で進めた。

- (a) 3×4MCによる不平衡電圧発生法のアルゴリズムをシミュレーションにより検討し、その基本動作を確認する。(山本・大学院生)
- (b) 3×4MCにおける部分スイッチング方式についてそのプログラムを作成し、シミュレーションによりその動作を確認する。(山本・大学院生)
- (c) シミュレーションにより、3×4MC方式UPFCの様々な状態に対する基本動作を確認する。(山本・大学院生)
- (d) シミュレーションにより、線路インピーダンスが3×4MC方式UPFCの動作に与える影響について検討する。(山本)
- (e) 3×4MCを試作し、実験により不平衡電圧発生、部分スイッチング方式等の基本動作を確認する。必要に応じ回路等を修正する。(篠原・山本・大学院生)
- (f) 3×4MC方式UPFCを試作し、不平衡電圧補償について実験により基本動作を確認する。必要に応じ回路等を修正する。(篠原・山本・大学院生)
- (g) 電力潮流制御(電圧変動補償および無効電力補償)について実験により基本動作を確認する。(篠原・山本・大学院生)
- (h) まとめ(山本)

※実際には(e)においてフィルタ共振の大電流で装置が故障し、現在も(f)、(g)を続けている。

4. 研究成果

(1) 3×4MCによる不平衡電圧の発生について

シミュレーションにより、3×4MCを用いて所望の不平衡三相電圧の発生方法について検討を行った。さらに、不平衡三相電圧を発生できるようになった3×4MCを用いてUPFCを構成し、その基本特性について検討を行った。

具体的には、まず、図3の3×4MCを図4の仮想整流器-4レグインバータに置き換え、入力側の仮想整流器に図5(a)に示されている従来の6つの空間電流ベクトル、出力側の4レグインバータに図5(b)に示されている4レグインバータ用の16の立体的な空間電圧ベクトル^[1]を用いる。出力させたい電圧指令ベクトル、入力側に流したい電流指令ベクトルをそれぞれ出力電圧ベクトル中、入力電流ベクトル中に配置し、仮想4レグインバータ、仮想整流器それぞれのスイッチングパターンを決定して、これらを合成することにより3×4MCの各スイッチのスイッチング信号を作成した。また、この方法を用いて所望の不平衡電圧が発生可能なことを示した^[2]。

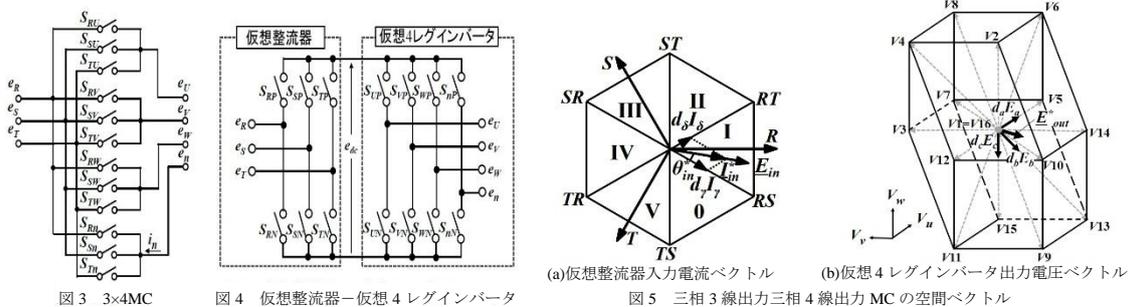


図3 3×4MC

図4 仮想整流器-仮想4レグインバータ

(a)仮想整流器入力電流ベクトル

(b)仮想4レグインバータ出力電圧ベクトル

図5 三相3線出力三相4線出力MCの空間ベクトル

図6(a)に出力相電圧指令が不平衡の場合($e_v^* = 100\sin(2\pi 60t)$, $e_v^* = 70\sin(2\pi 60t - 120^\circ)$, $e_w^* = 40\sin(2\pi 60t + 120^\circ)$)の、図6(b)に出力相電圧指令が平衡の場合(振幅70V, 60Hz)の三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータのシミュレーション波形を示す。図中 e_u , e_v , e_w は出力相電圧、それをローパスフィルタに通した $e_{u,LPF}$, $e_{v,LPF}$, $e_{w,LPF}$, そして i_n が4線目の電流である。図7に、三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータを試作し、図6と同様の条件で動作させた場合の実験波形を示す。図6のシミュレーション波形に比べて各波形に多くのノイズが見られるが、所望の不平衡電圧が発生できている^[3]。

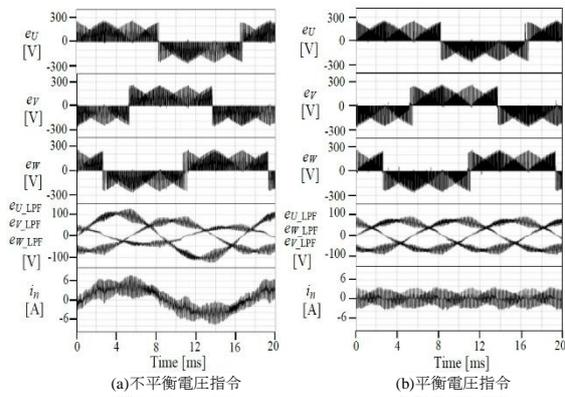


図6 3×4MCのシミュレーション波形

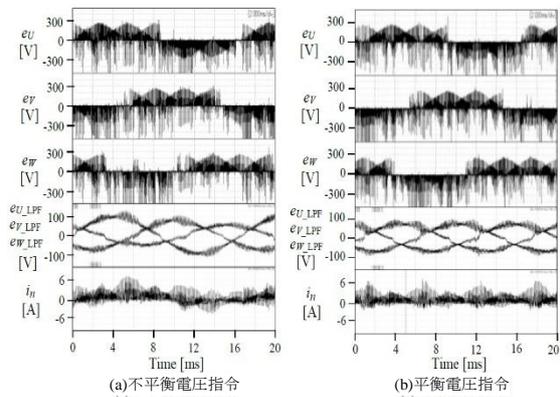


図7 3×4MCの実験波形

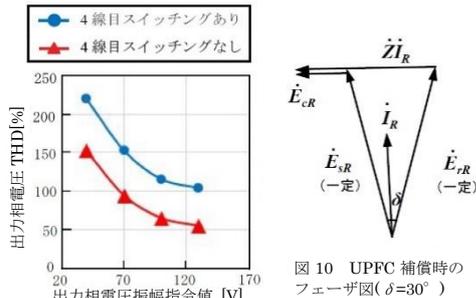


図8 4線目スイッチングの有無に対する出力電圧THD値の比較

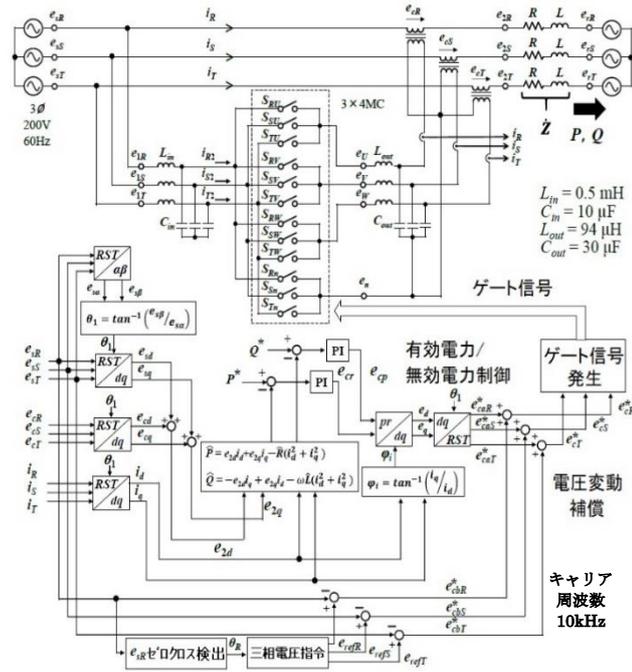


図9 3×4MC方式UPFCのシステム構成

(2) 3×4MCにおける部分スイッチング法について

3×4MCは上記のように不平衡三相電圧を発生できるが、平衡三相電圧を発生する場合、従来の三相3線入力三相3線出力のMCに比べてスイッチング回数が増加しスイッチングノイズやスイッチング損失が増加する。そこで、出力電圧指令が平衡三相電圧の場合には4線目のスイッチを常時オフにしてスイッチングノイズやスイッチング損失を抑制する「部分スイッチング法」も提案した^[2]。図8に部分スイッチング法を用いた場合の出力相電圧高調波ひずみ率(THD)低減効果を示す。

(3) 3×4MCを用いたUPFCの動作確認

シミュレーションにより、系統に接続した3×4MC方式UPFCの基本特性について検討を行った。図9に3×4MC方式UPFCのシステム構成を示す。主に以下の状況について検討を行った。

- ①送電側にUPFCを設置、 $\delta=50^\circ$ 、直交制御(図9, 10の E_c を調節)において P を0.4s間で15.5kWから20.1kWに増加した場合^[4]
- ②送電側にUPFCを設置、 $\delta=50^\circ$ 、有効電力 $P=15.5kW$ において、 e_{sR} のみ30%低下した場合^[4]
- ③送電側にUPFCを設置、 $\delta=30^\circ$ 、 e_{sR} のみ30%低下の状態^[4]で P を10.4kWから15.4kWに増加した場合(①と②の同時制御)^[5]
- ④送電側にUPFCを設置、 $\delta=17.4^\circ$ 、三相電圧が3線とも異なる電圧低下(e_{sR} が10%低下、 e_{sS} が5%低下、 e_{sT} が15%低下)を起こした場合に、有効電力 P を13kW、無効電力 Q を0kVarに保って電圧低下補償、さらに有効電力 P を13kW、無効電力 Q を3kVarに保って電圧低下補償^[6](結果を図11に示す)
- ⑤送電側にUPFCを設置、 $\delta=17.4^\circ$ 、三相電圧が3相平衡な5%の電圧低下、0.1s後、2線は回復1線のみ15%電圧低下の場合に、有効電力 P を13kW、無効電力 Q を0kVarに保って電圧低下補償および「部分スイッチング法」の動作確認^[7](結果を図12に示す)
- ⑥受電側にUPFCを設置、受電端に不平衡負荷が接続された場合の受電端電圧不平衡補償^[8]

以上と並行して、実験装置の試作も進めてきた。位相が調整できる電源2台と系統インピーダンスを模擬するインダクタ、抵抗等を用いて模擬系統を構成し、これに3×4MC方式UPFCを接続し、電力調整の実験を試みたが、フィルタ部分の共振による過電流のために装置が故障した。当初の予定では令和元年度に試作を完了し動作確認までを終える予定であったが、現在もこの修理とフィルタ部分の共振対策を続けている。これらの作業が終わり次第、提案の3×4MC方式UPFCを模擬系統に接続した状態での実験の続きを行い、その効果を実機検証する予定である。

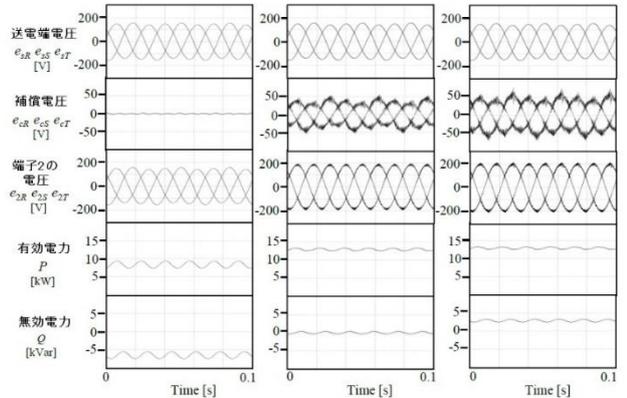
(4) 配電系統のインピーダンスが 3×4MC 方式 UPFC の動作に及ぼす影響についての検討

配電系統のインピーダンスが 3×4MC 方式 UPFC の動作に及ぼす影響についても検討した^[9]。提案の UPFC をそれぞれ配電系統の「送電端」, 「送電端と受電端の間」, 「受電端」に設置した場合について, その影響をシミュレーションによって調べた。シミュレーション結果より, 設置点を受電端側に近づけるほど電力潮流制御が不安定になることを明らかにした。また, 提案装置は線路の抵抗を推定して制御を行うが, 短距離系統よりも長距離系統の方が系統抵抗の推定誤差が制御に与える影響が大きいことを明らかにした。

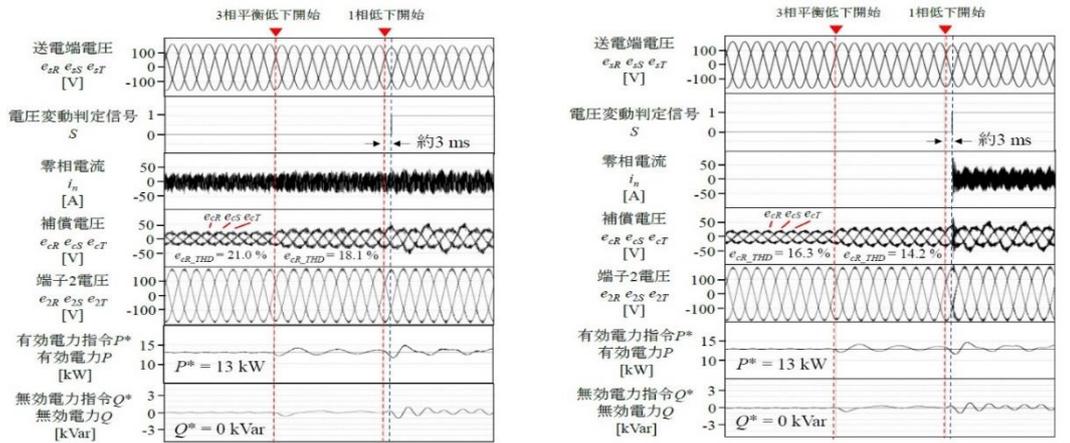
以上, 本研究により, 3×4MC 方式 UPFC の基本制御法, 基本動作等が明らかにされた。また, 配電系統の接続場所が制御に与える影響についても明らかにされた。さらに, 模擬系統に接続した状態での実験による確認を進める必要があるが, ここまでで明らかにされた制御法, 基本動作等は, 提案した 3×4MC 方式 UPFC が不平衡電圧補償を行いながらの電力潮流制御に十分使用可能であることを示していると思われる。

文献

- [1] Manuel A. Perales, M. M. Prats, Ramon Portillo, Jose L. Mora, Jose I. Leon, and Leopoldo G. Franquelo, IEEE Power Electronics Letters, vol. 1, no. 4, pp.104 -109 (2003)
- [2] 原田麻央, 山本吉朗, 篠原篤志, 「三相 3 線入力三相 4 線出力マトリックスコンバータによる不平衡電圧出力」, 平成 30 年電気学会産業応用部門大会講演論文集, Y-32
- [3] 重久瑛, 山本吉朗, 篠原篤志, 「三相 3 線入力三相 4 線出力マトリックスコンバータによる不平衡電圧出力の実験」, 2021 年電気学会産業応用部門大会講演論文集(投稿済)
- [4] 原田麻央, 山本吉朗, 篠原篤志, 「三相 3 線入力三相 4 線出力マトリックスコンバータを用いた統合電力潮流制御装置の基本特性」, 平成 30 年度電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集, pp. 345-346
- [5] 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志, 「三相 3 線入力三相 4 線出力マトリックスコンバータを用いた電力潮流制御の検討」, 2019 年電気学会産業応用部門大会講演論文集, Y-67
- [6] 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志, 「系統電圧不平衡時における 3×4 マトリックスコンバータ方式 UPFC を用いた電圧変動補償と有効・無効電力制御」, 令和 2 年電気学会全国大会講演論文集, 4 巻, pp. 186-187
- [7] 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志, 重久瑛, 「3×4 マトリックスコンバータ方式 UPFC 平衡電圧出力時における部分スイッチングを用いた補償電圧ひずみ率の低減」, 2020 年度(第 73 回)電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集 pp. 272-273
- [8] 重久瑛, 山本吉朗, 篠原篤志, 平尾光輝, 「3×4 マトリックスコンバータ方式 UPFC を用いた系統電圧不平衡の低減」, 2020 年度(第 73 回)電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集, pp. 270-271
- [9] 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志, 「三相 3 線入力三相 4 線出力マトリックスコンバータを用いた電力潮流制御における系統インピーダンスの影響」, 2019 年度電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集, 05-2P-08, pp. 515-516



①電圧変動補償なし ②電圧変動補償あり ③電圧変動補償あり
有効・無効電力制御なし $P^*=13\text{ kW}$, $Q^*=0\text{ kVar}$ $P^*=13\text{ kW}$, $Q^*=0\text{ kVar}$
図 11 定常的な補償に関するシミュレーション結果



(a) 部分スイッチング制御なしの場合 (b) 部分スイッチング制御ありの場合
図 12 送電端電圧 e_{sR} , e_{sS} , e_{sT} が変動した場合の有効・無効電力制御および電圧変動補償の結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志	4. 巻 -
2. 論文標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータを用いた電力潮流制御の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019年電気学会産業応用部門大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 Y-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志	4. 巻 -
2. 論文標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータを用いた電力潮流制御における系統インピーダンスの影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 2019年度電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 515-516
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志	4. 巻 -
2. 論文標題 系統電圧不平衡時における3×4マトリックスコンバータ方式UPFCを用いた電圧変動補償有効・無効電力制御	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 令和2年電気学会全国大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 186-187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 原田麻央, 山本吉朗, 篠原篤志	4. 巻 -
2. 論文標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータによる不平衡電圧出力	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 平成30年電気学会産業応用部門大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 Y-32, Y-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 原田麻央, 山本吉朗, 篠原篤志	4. 巻 -
2. 論文標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータを用いた統合電力潮流制御装置の基本特性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 平成30年度電気・情報関係学会九州支部連合大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 345, 346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 重久瑛, 山本吉朗, 篠原篤志	4. 巻 -
2. 論文標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータによる不平衡電圧出力の実験	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021年電気学会産業応用部門大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 投稿済 (1ページ)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計7件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志
2. 発表標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータを用いた電力潮流制御の検討
3. 学会等名 2019年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志
2. 発表標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータを用いた電力潮流制御における系統インピーダンスの影響
3. 学会等名 2019年度電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平尾光輝, 山本吉朗, 篠原篤志
2. 発表標題 系統電圧不平衡時における3×4マトリックスコンバータ方式UPFCを用いた電圧変動補償有効・無効電力制御
3. 学会等名 令和2年電気学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原田麻央, 山本吉朗, 篠原篤志
2. 発表標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータによる不平衡電圧出力
3. 学会等名 平成30年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田麻央, 山本吉朗, 篠原篤志
2. 発表標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータを用いた統合電力潮流制御装置の基本特性
3. 学会等名 平成30年度電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 重久瑛, 山本吉朗, 篠原篤志
2. 発表標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータによる不平衡電圧出力の実験
3. 学会等名 2021年電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本吉朗, 平尾光輝, 篠原篤志
2. 発表標題 三相3線入力三相4線出力マトリックスコンバータを用いた統合電力潮流制御装置の検討
3. 学会等名 2019年九州パワーアカデミーフォーラム
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	篠原 篤志 (SHINOHARA Atsushi) (90807794)	鹿児島大学・理工学域工学系・助教 (17701)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------