

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年2月2日(02.02.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/007643 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/028019

(22) 国際出願日: 2021年7月29日(29.07.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 東 芝 三 菱 電 機 産 業 シ ス テ ム
株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC
INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/
JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目
1 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 相川 恭汰(AIKAWA Kyota); 〒1040031
東京都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 東芝三菱電
機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).

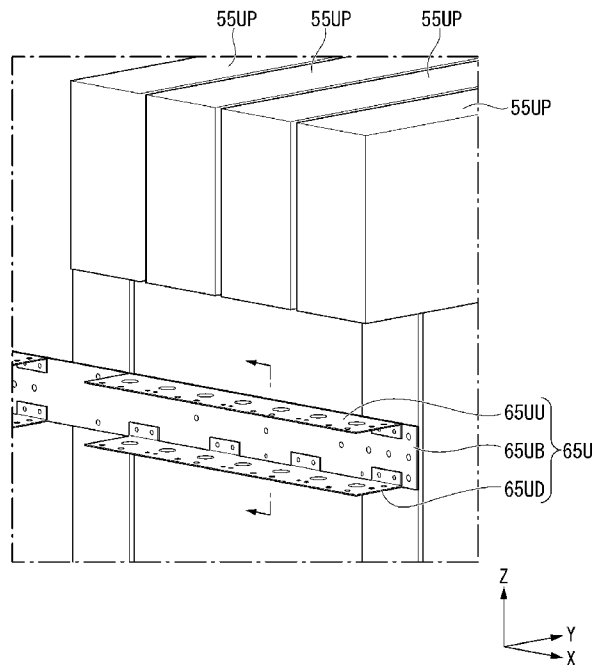
(74) 代理人: 棚 井 澄 雄, 外 (TANAI Sumio et al.);
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁
目 9 番 2 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): 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, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: BUSBAR MODULE AND POWER CONVERSION SYSTEM

(54) 発明の名称: バスバーモジュール及び電力変換システム

[図6A]



(57) Abstract: This busbar module is disposed across a plurality of housings and distributes DC power to smoothing capacitors and power conversion units. The busbar module comprises a first conductor and a second conductor. The first conductor is applied to either a DC first electrode or a DC second electrode. The second conductor is connected in parallel with the first conductor. The first conductor includes a first flat plate portion formed with a first thickness in a cross-section vertical to the extending direction. The second conductor includes a second flat plate portion having a bent cross-section

[続葉有]



WO 2023/007643 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

forming a predetermined angle in a cross-section vertical to the extending direction and formed with a second thickness thinner than the first thickness.

(57) 要約: バスバーモジュールは、複数の筐体に亘って配置され、平滑コンデンサと電力変換ユニットとに直流電力を配分する。前記バスバーモジュールは、第1導体と、第2導体とを備える。前記第1導体は、直流の第1極と第2極の何れかの極に適用される。前記第2導体は、前記第1導体に並列に接続される。前記第1導体は、延伸方向と垂直な断面において第1厚さで形成された第1平板部を含む。前記第2導体は、前記延伸方向と垂直な断面において所定の角度を成して屈曲した断面を有し、前記第1厚さよりも薄い第2厚さで形成された第2平板部を含む。

明 細 書

発明の名称： バスバーモジュール及び電力変換システム

技術分野

[0001] 本発明は、バスバーモジュール及び電力変換システムに関する。

背景技術

[0002] 複数の電力変換ユニットを複数の筐体に分けて配置して、これらを共通の直流母線で接続した電力変換システムが知られている。直流母線の断面積 S は、電力変換システムの出力容量などにより下限値が決定される。直流母線の断面積 S を減らしたり、亘長を長くしたりすると配線インダクタンス L が増加して、回路に共振が発生することがあった。そのため直流母線の導体総量を減らすことが容易ではなかった。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特表平10-506780号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明が解決しようとする課題は、直流母線の導体総量を減らすことができるバスバーモジュール及び電力変換システムを提供することである。

課題を解決するための手段

[0005] 実施形態の一態様のバスバーモジュールは、複数の筐体に亘って配置され、平滑コンデンサと電力変換ユニットとに直流電力を配分する。前記バスバーモジュールは、第1導体と、第2導体とを備える。前記第1導体は、直流の第1極と第2極の何れかの極に適用される。前記第2導体は、前記第1導体に並列に接続される。前記第1導体は、延伸方向と垂直な断面において第1厚さで形成された第1平板部を含む。前記第2導体は、前記延伸方向と垂直な断面において所定の角度を成して屈曲した断面を有し、前記第1厚さよりも薄い第2厚さで形成された第2平板部を含む。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]第1の実施形態の電力変換システムの概略構成図。
- [図2]第1の実施形態の電力変換システムの構成図。
- [図3]比較例の電力変換システムの動作を不安定にする要因を説明するための図。
- [図4A]第1の実施形態の直流母線について説明するための図。
- [図4B]第1の実施形態の直流母線について説明するための図。
- [図5]第1の実施形態の直流母線の配置図。
- [図6A]第1の実施形態の直流母線部分の俯瞰図。
- [図6B]第1の実施形態の直流母線部分の俯瞰図。
- [図7]第1の実施形態の直流母線の断面図。
- [図8]第1の実施形態の直流母線に流れる電流の分布と生成される磁束 ϕ を説明するための図。
- [図9A]比較例の直流母線について説明するための図。
- [図9B]比較例の直流母線について説明するための図。
- [図9C]実施形態の直流母線について説明するための図。
- [図9D]実施形態の直流母線について説明するための図。
- [図10]第1の実施形態の変形例の直流母線について説明するための図。
- [図11]第1の実施形態の変形例の直流母線部分の俯瞰図。
- [図12]第2の実施形態の直流母線からキャパシタへの分岐回路を示す図。
- [図13]第2の実施形態の直流母線部分の俯瞰図。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、実施形態のバスバーモジュール及び電力変換システムについて、図面を参照して説明する。なお、図面は模式的又は概念的なものであり、各部の機能の配分などは、必ずしも現実のものとは限らない。

[0008] なお、本願明細書と各図において、同一又は類似の機能を有する構成に同一の符号を付す。そして、それら構成の重複する説明は省略する場合がある。

実施形態において「接続されている」とは、電氣的に接続されていることを含む。「XXに基づく」とは、「少なくともXXに基づく」ことを意味し、XXに加えて別の要素に基づく場合も含み得る。「XXに基づく」とは、XXを直接に用いる場合に限定されず、XXに対して演算や加工が行われたものに基づく場合も含み得る。「XX又はYY」とは、XXとYYのうち何れか一方の場合に限定されず、XXとYYの両方の場合も含み得る。これは選択的要素が3つ以上の場合も同様である。「XX」及び「YY」は、任意の要素（例えば任意の情報）である。

[0009] また先に、+X方向、-X方向、+Y方向、-Y方向、+Z方向、及び-Z方向について定義する。+X方向、-X方向、+Y方向、及び-Y方向は、電力変換システムが配置される床面に沿う方向である。+X方向は、例えば、電力変換システムに係る各装置が配列される方向に沿った方向である。-X方向は、+X方向とは反対方向である。+X方向と-X方向とを区別しない場合は、単に「X方向」と称する。+Y方向及び-Y方向は、X方向とは交差する（例えば略直交する）方向であり、電力変換システムに係る各装置の奥行方向と称されることがある。+Y方向と-Y方向は互いに反対方向である。+Y方向と-Y方向とを区別しない場合は、単に「Y方向」と称する。電力変換システムに係る各装置を+Y方向に見込むとき、これを正面と呼び、-Y方向に見込むとき、これを背面と呼ぶ。+Z方向及び-Z方向は、X方向及びY方向とは交差する（例えば略直交する）方向であり、例えば鉛直方向である。+Z方向は、上方に進む方向である。-Z方向は、+Z方向とは反対方向である。+Z方向と-Z方向とを区別しない場合は、単に「Z方向」と称する。

[0010] （第1の実施形態）

図1は、第1の実施形態の電力変換システム1の概略構成図である。

電力変換システム1は、例えば、変圧器群2（図2）、順変換装置群3、逆変換装置群5、制御装置40とを備える。電力変換システム1は、交流電源PS（図2）から供給される三相交流電力を降圧し、降圧した交流電力を

順変換して直流電力を作り、直流電力を逆変換して三相交流電力を作り、三相交流電力を電動機 8（図 2）に供給する。

[0011] 電力変換システム 1 は、電動機 8 に供給する U 相、V 相、W 相の交流電力をそれぞれ別の、変圧器群 2 の変圧器と、順変換装置群 3 の順変換装置と、逆変換装置群 5 の逆変換装置とを用いて生成する。

[0012] 例えば、順変換装置群 3 は、順変換装置 3 U、3 V、3 W を備える。

逆変換装置群 5 は、逆変換装置 5 U と 5 X の組と、逆変換装置 5 V と 5 Y の組と、逆変換装置 5 W と 5 Z の組とを備える。

[0013] 電力変換システム 1 は、電動機 8 に供給する U 相の交流電力を、変圧器群 2 の変圧器 20 U と、順変換装置 3 U と、逆変換装置 5 U と 5 X の組とを用いて生成する。同様に、電力変換システム 1 は、電動機 8 に供給する V 相の交流電力を、変圧器群 2 の変圧器 20 V と、順変換装置 3 V と、逆変換装置 5 V と 5 Y の組とを用いて生成する。電力変換システム 1 は、電動機 8 に供給する W 相の交流電力を、変圧器群 2 の変圧器 20 W と、順変換装置 3 W と、逆変換装置 5 W と 5 Z の組とを用いて生成する。

[0014] 図 1 に示す交流入力盤 3 U I、3 V I、3 W I に、変圧器 20 U、20 V、20 W が夫々配置されていてよい。

[0015] 例えば、交流入力盤 3 U I と、順変換装置 3 U と、逆変換装置 5 X と、逆変換装置 5 U とが、記載の順に連ねて、+X 方向に沿って配列されている。交流入力盤 3 V I と、順変換装置 3 V と、逆変換装置 5 Y と、逆変換装置 5 V とが、記載の順に連ねて、+X 方向に沿って配列されている。交流入力盤 3 W I と、順変換装置 3 W と、逆変換装置 5 Z と、逆変換装置 5 W とが、記載の順に連ねて、+X 方向に沿って配列されている。交流入力盤 3 U I よりも -X 方向に制御装置 40 が配置され、逆変換装置 5 W よりも +X 方向に出力盤 5 O U T が配置されている。出力盤 5 O U T には、負荷電力線 58 U、58 V、58 W（図 2）が接続されていて、負荷電力線 58 U、58 V、58 W（図 2）を介して電動機 8 が接続されている。

[0016] 交流入力盤 3 U I から逆変換装置 5 U までの間、交流入力盤 3 V I から逆

変換装置 5 V までの間、交流入力盤 3 W I から逆変換装置 5 W までの間に、直流母線が夫々設けられている。後述する中性線 6 5 U、6 5 V、6 5 W は、直流母線の一例である。不図示の正極母線 6 0 U、6 0 V、6 0 W と、負極母線 7 0 U、7 0 V、7 0 W も、直流母線の一例である。なお、以下の説明において、中性線 6 5 U と、正極母線 6 0 U と負極母線 7 0 U とを纏めて直流母線と呼ぶことがある。

[0017] 図 2 は、第 1 の実施形態の電力変換システム 1 の構成図である。

図 2 には、電力変換システム 1 の他に交流電源 P S と、電動機 8 とが示される。

例えば、交流電源 P S は、商用電源の電力網や発電機などであり、三相交流電力を電力変換システム 1 に供給する。電動機 8 は、例えば、誘導電動機などの交流可変速電動機である。電動機 8 は、電力変換システム 1 から供給された交流電力によって駆動し、回転駆動力を図示しない出力軸に出力する。

[0018] 次に、電力変換システム 1 の各部について順に説明する。

変圧器群 2 は、例えば、変圧器 2 0 U、2 0 V、2 0 W と備える。変圧器 2 0 U、2 0 V、2 0 W のそれぞれは、2 次側の結線方式の異なった三巻線トランスである。変圧器 2 0 U、2 0 V、2 0 W のそれぞれは、同様の構成を有するため、以下では代表として変圧器 2 0 U について説明する。

[0019] 変圧器 2 0 U は、例えば、一次巻線 2 2 U と、二次巻線 2 4 U P と、三次巻線 2 4 U N とを備える。変圧器 2 0 U は、交流電源 P S からの三相交流電力の供給を一次巻線 2 2 U で受け、受けた三相交流電力を変圧し、二次巻線 2 4 U P、三次巻線 2 4 U N から変圧した三相交流電力を出力する。二次巻線 2 4 U P、三次巻線 2 4 U N から出力される三相交流電力は、変圧器出力線 2 5 U P R S T、2 5 U N R S T を介して順変換装置 3 U に供給される。変圧器出力線 2 5 U P R S T、2 5 U N R S T を単線結線図で示す。変圧器出力線 2 5 U P R S T には、それぞれ R 相、S 相、T 相の相電流が線電流として流れる。変圧器 2 0 V、変圧器 2 0 W も、変圧器 2 0 U と同様に構成さ

れる。変圧器 20V、変圧器 20Wについては、変圧器 20Uについての説明における構成要素の参照符号におけるUを、それぞれ、V、Wと読み替えることにより、その説明をここに援用する。

[0020] 順変換装置群3の順変換装置3U、3V、及び3Wとのそれぞれは、同様の構成を有するため、以下では代表として順変換装置3Uについて説明する。

[0021] 順変換装置3Uは、例えば、整流器32UPと、整流器32UNとを備える。

整流器32UP、32UNのそれぞれは、三相フルブリッジ型のダイオード整流回路を含む。整流器32UPの交流側は、変圧器出力線25UPRSTを介して二次巻線24UPに接続されている。整流器32UNの交流側は、変圧器出力線25UNRSTを介して三次巻線24UNに接続されている。整流器32UP、32UNの負荷側は互いに直列に接続される。互いに直列に接続された整流器32UP、32UNによって整流された直流電力は、整流器正極端子33UPと整流器負極端子33UNとから出力される。

[0022] 整流器正極端子33UPには、正極母線60Uの一端が接続される。正極母線60Uの延伸先には、逆変換装置5Uの正極入力端子52Uと、逆変換装置5Xの正極入力端子52Xとが接続される。正極母線60Uの一端とは、必ずしも正極母線60Uの構造的な端部でなくてもよい。

[0023] 整流器負極端子33UNには、負極母線70Uの一端が接続される。負極母線70Uの延伸先には、逆変換装置5Uの負極入力端子54Uと、逆変換装置5Xの負極入力端子54Xとが接続される。負極母線70Uの一端とは、必ずしも負極母線70Uの構造的な端部でなくてもよい。

[0024] 整流器32UP、32UNのそれぞれは、変圧器20Uの二次巻線24UP、三次巻線24UNから電位の異なる交流電力の供給を受けているため、整流器32UP、32UNのそれぞれの出力を直列接続することにより、整流器32UPの出力電圧と整流器32UNの出力電圧との合計値（合計電圧という。）を、整流器正極端子33UPと整流器負極端子33UNとから出

力する。その合計電圧は、後段に設けられているキャパシタによって平滑化される。

[0025] これにより、順変換装置 3 U は、後段に設けられているキャパシタと逆変換装置（電力変換装置）に直流電力を供給する。

[0026] 逆変換装置群 5 の逆変換装置 5 U、5 V、及び 5 W と、逆変換装置 5 X、5 Y、及び 5 Z とのそれぞれは、同様の構成を有するため、以下では代表として逆変換装置 5 U と 5 X との組について説明する。

[0027] 逆変換装置 5 U と 5 X の組は、例えば、I G B T（Insulated Gate Bipolar Transistor）、M O S F E T（Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor）、G C T（Gate Commutated Turn-off thyristor）などの電力用のスイッチング素子を含むレグの組み合わせにより、フルブリッジ N P C 型 5 レベルインバータ（Neutral-Point-Clamped Five-Level Inverter）として動作可能に形成されている。

[0028] 例えば、逆変換装置 5 U は、レグ 5 O U と、キャパシタ 5 5 U P と、キャパシタ 5 5 U N を備える。逆変換装置 5 X は、レグ 5 O X と、キャパシタ 5 5 X P と、キャパシタ 5 5 X N を備える。

[0029] レグ 5 O U とレグ 5 O X は、同じ構成を有している。レグ 5 O U とレグ 5 O X は、夫々 P W M（Pulse Width Modulation）制御されることにより、順変換装置 3 U から正極母線 6 O U と負極母線 7 O U を介して供給される直流電力を、可変周波数及び可変電圧の三相交流電力に変換する。

[0030] キャパシタ 5 5 U P とキャパシタ 5 5 U N は、互いに直列に接続され、正極母線 6 O U と負極母線 7 O U とに夫々接続されている。キャパシタ 5 5 U P とキャパシタ 5 5 U N は、正極母線 6 O U と負極母線 7 O U との間に接続されることにより、順変換装置 3 U が出力する直流電力を平滑化する。

[0031] キャパシタ 5 5 U P とキャパシタ 5 5 U N との接続点 6 5 U A は、中性線 6 5 U に接続される。接続点 6 5 U A の電位が正極母線 6 O U と負極母線 7 O U との中間の電位となるように、キャパシタ 5 5 U P とキャパシタ 5 5 U N とは、略同一のキャパシタンスを持つ。

- [0032] キャパシタ 5 5 X P とキャパシタ 5 5 X N は、互いに直列に接続され、正極母線 6 0 U と負極母線 7 0 U とに夫々接続されている。キャパシタ 5 5 X P とキャパシタ 5 5 X N とは、正極母線 6 0 U と負極母線 7 0 U との間に接続されることにより、順変換装置 3 U が出力する直流電力を平滑化する。
- [0033] キャパシタ 5 5 X P とキャパシタ 5 5 X N との接続点 6 5 X A は、中性線 6 5 U に接続される。接続点 6 5 X A の電位が正極母線 6 0 U と負極母線 7 0 U との中間の電位となるように、キャパシタ 5 5 X P とキャパシタ 5 5 X N とは、略同一のキャパシタンスを持つ。
- [0034] 上記の通り、キャパシタ 5 5 U P と 5 5 U N の組と、キャパシタ 5 5 X P と 5 5 X N の組は、順変換装置 3 U の整流器 3 2 U P、3 2 U N から出力された脈流を平滑化する。平滑化された直流電力が逆変換装置 5 U、5 X に供給される。
- [0035] 逆変換装置 5 U は、レグ 5 0 U によって変換された U 相の交流電力を、負荷電力線 5 8 U を介して電動機 8 に供給する。逆変換装置 5 X の出力は、交流側の中性点 N に接続されている。逆変換装置 5 X は、レグ 5 0 X によって変換された X 相の交流電力を用いて、U 相に係る直流レベルを中性点 N の電位を基準にシフトさせる。
- [0036] 順変換装置 3 V、3 W も、順変換装置 3 U と同様に構成される。順変換装置 3 V、3 W については、順変換装置 3 U についての説明における構成要素の参照符号における U を、それぞれ、V、W と読み替えることによりその説明をここに援用する。
- [0037] 逆変換装置 5 V と 5 Y の組と、逆変換装置 5 W と 5 Z の組も、逆変換装置 5 U と 5 X の組と同様に構成される。逆変換装置 5 V と 5 Y の組と、逆変換装置 5 W と 5 Z の組については、逆変換装置 5 U と 5 X の組についての説明における構成要素の参照符号における U と X を、それぞれ、V と Y、W と Z に読み替えることによりその説明をここに援用する。
- [0038] また、以下の説明において、キャパシタ 5 5 U P、5 5 U N、5 5 V P、5 5 V N、5 5 W P、5 5 W N のそれぞれを特に区別しない場合は、キャパ

シタ 55 と呼ぶ。以下の説明において、レグ 50U、50V、50W、50X、50Y、50Z のそれぞれを特に区別しない場合は、レグ 50 と呼ぶ。レグ 50 は、電力変換ユニットの一例である。

[0039] 制御装置 40 は、負荷電力線 58U、58V、58W のうちの 2 つ以上の負荷電力線に流れる負荷電流を検出する図示しない電流検出器の検出値などに基づいたフィードバック制御によって、レグ 50 のスイッチング素子にゲートパルス信号を出力することにより、スイッチング素子を PWM 制御する。

[0040] 上記のように電力変換システム 1 は、レグ 50 のスイッチングによる直流電圧の変動を抑制するようにキャパシタ 55 を設けている。ただし、電動機 8 に流れる電流の大きさ、バランスによって、逆変換装置群 5 内の直流電圧が変動することがある。

[0041] 例えば、逆変換装置 5U が、5 レベルの最高位の電圧を出力する場合には、順変換装置 3U から逆変換装置 5U に向かう方向に、正極母線 60U に電流が流れる。このとき、逆変換装置 5X の正極入力端子 52X の電位も高い電位になる。

また、別のタイミングに、逆変換装置 5U が、5 レベルの最低位の電圧を出力する場合には、逆変換装置 5U から順変換装置 3U に向かう方向に、負極母線 70U に電流が流れる。このときに逆変換装置 5X の正極入力端子 52X の電位は、中性点 N の電位に近い電位になる。

[0042] このように、電力変換システム 1 が作動しているときには、正極母線 60U と、負極母線 70U と、中性線 65U の夫々の電位が中性点 N の電位に対して変動する。

[0043] ところで、電力変換システムの容量（規模）が大きくなると、このことが直流母線の許容範囲を超える電位の変動を招き、電力変換システムの動作を不安定にする要因になることがある。図 3 は、比較例の電力変換システムの動作を不安定にする要因を説明するための図である。

[0044] 順変換装置群 3 と逆変換装置群 5 との間を、比較例の直流母線でつなぎ、

ここに平滑コンデンサを設けた構成をモデル化して示す。

[0045] 例えば、電力変換システムのサイズを大きくしたことに伴って、直流母線の断面積を変更することなく延伸方向に単に延長すると、それぞれを延長した分の配線インダクタンス L が増加する。さらに、平滑コンデンサ C の静電容量は、電力変換システム1の出力容量（逆変換装置群5の容量）見合いで増加させる必要がある。図3に示すように配線インダクタンス L と平滑コンデンサ C とを含む閉回路が形成される。電力変換システムの大容量化に伴って、この閉回路の共振周波数が低下することがある。

このような比較例の場合、電力変換システムを作動させたときのスイッチングノイズによって、この閉回路が加振されて共振すると、定格電流よりも大きな電流が直流母線に生じることがあった。

[0046] また、別の比較例として、このような共振の発生を抑制するために、閉回路内に集中定数型の回路要素であるリアクトルを設けて閉回路のインダクタンスを調整して、閉回路の共振周波数を移動させることで共振を抑制させることがある。ただし、比較的大きな電流を流すことができるリアクトルは、そのサイズが大きくなるため、実装が困難な場合があった。これに対して、リアクトルのような集中定数型の回路要素を利用しない対処方法が必要とされることがあった。

[0047] 図4Aと図4Bは、第1の実施形態の直流母線について説明するための図である。図5は、第1の実施形態の直流母線の配置図である。図6Aと図6Bは、第1の実施形態の直流母線部分の俯瞰図である。図7は、第1の実施形態の直流母線の断面図である。

なお、図4Aから図7に示す直流母線の説明は、正極母線60Uと負極母線70Uと中性線65Uに適用できる。以下、直流母線の一例として中性線65Uを挙げて説明する。

[0048] 中性線65Uは、第1導体65UBと、第2導体65UUと、第3導体65UDとを備える。

[0049] 図4Aに中性線65Uの第1導体65UBの一例を示す。

図4 A中の（a）に第1導体65UBの正面図を示し、図4 A中の（b）に第1導体65UBの上面図を示し、図4 A中の（c）に第1導体65UBの側面図を示す。

[0050] 第1導体65UBは、例えば、長さ x 、幅 a 、厚さ b の板状の金属で形成されている。第1導体65UBは、X方向に延伸して、Y方向に面の法線が向くように配置されている。その面の幅方向が、Z方向になる。第1導体65UBは、所定の位置に配置される複数の碍子（図6 B）によって筐体のフレーム（不図示）に支持されていて、各碍子によって筐体のフレームから絶縁された状態で固定されている。第1導体65UBの長さ x は、電力変換システムに係る各装置の筐体の幅よりも長い。例えば、幅 a は、厚さ b に対して十分に長い。

[0051] 例えば、第1導体65UBのY方向に法線が向く面には、延伸方向（X方向）に沿った所定の位置に複数の貫通穴（不図示）が設けられている。例えば、各貫通穴には所定のネジ径のナット（図6 B）が圧入されていてもよい。この複数の貫通穴は、第2導体65UUと、第3導体65UDとを各々固定することに利用される。

[0052] 図4 Bに中性線65Uの第2導体65UUの一例を示す。

第2導体65UUは、板状に成形されていて、X方向に延伸して、Z方向に面の法線が向くように配置されている。面の幅方向が、Y方向になっている。第2導体65UUの+Y方向の端部には、第1導体65UBに固定するためのフランジが設けられている。このフランジは、第2導体65UUの延伸方向の全長に亘って設けられていてもよく、延伸方向の全長よりも短い所定の長さ（曲げ幅）で形成されて延伸方向の全長のなかで複数個所に配置されていてもよい。図4 Bに示すフランジは、後者の一例である。フランジには、延伸方向に沿って所定の間隔で複数の貫通穴FHが設けられている。この複数の貫通穴FHは、第2導体65UUを第1導体65UBに固定することに利用されている。第2導体65UUの面に、通風可能にするための複数の貫通穴WCが設けられていてもよい。

[0053] 第3導体65UDは、第2導体65UUと同様の形状に形成されていてよい。

[0054] 図5の配置図は、電力変換システム1の各筐体内における直流母線の概略位置を示す平面図である。図5中の複数の長方形の枠は、順変換装置3U、逆変換装置5X、逆変換装置5Uの各装置の筐体を示す。図5の配置図に示すように、中性線65Uは、順変換装置3U、逆変換装置5X、逆変換装置5Uの各筐体を跨って配置されている。

[0055] 図6Aの俯瞰図は、逆変換装置5Uの筐体内を正面寄りの位置から見たものである。図6Bの俯瞰図は、逆変換装置5Uの筐体内を背面寄りの位置から見たものである。図6Aに示すように中性線65Uは、キャパシタ55UPよりも低い位置に配置されている。中性線65Uは、第1導体65UBの幅よりも大きくはみ出すことなく、高さ方向に制限された範囲内に実装されている。図6Aと図6Bに示すように中性線65Uの取り付けは、逆変換装置5Uの筐体の正面側から行うことができる。例えば、第1導体65UBは、正面側からのボルトによって、図示されないフレームのナットに締結されている。第2導体65UUと第3導体65UDは、正面側からのボルトによって第1導体65UBのナットに締結されている。

[0056] 図7の断面図に、中性線65Uの第1導体65UBと、第2導体65UUと、第3導体65UDとを組み合わせた場合の互いの位置関係を示す。なお、直流の正極と負極と中性点の極の何れかの極に適用する場合も同様でよい。直流の正極と負極と中性点の極のうちの任意の2極は、直流の第1極と第2極の一例である。

[0057] 第1導体65UBは、U相の直流の基準電位（直流の midpoint 電位）になる極の母線に適用されている。

第1導体65UBは、X方向（延伸方向）と垂直な断面において、幅a、厚さb（第1厚さ）で形成された第1平板部を含む。

[0058] 第2導体65UUと、第3導体65UDは、第1導体65UBと電氣的に等電位になるように、第1導体65UBに夫々並列に接続されている。第2

導体 6 5 U U と第 3 導体 6 5 U D の断面は、L 字状に屈曲している。第 2 導体 6 5 U U と第 3 導体 6 5 U D は、第 1 導体 6 5 U B から離れる方向（例えば -y 方向）に延伸している。なお、第 2 導体 6 5 U U と第 3 導体 6 5 U D の延伸方向は、実装上の背減などがなければ Z 方向であってもよい。

[0059] 図 8 から図 9 D を参照して、第 1 の実施形態の直流母線について説明する。

図 8 は、第 1 の実施形態の直流母線に流れる電流の分布と生成される磁束 ϕ を説明するための図である。

[0060] 導体（金属）の表皮効果により、周波数が高い成分は導体の表面近くに流れ、周波数が低い成分と直流成分は導体の断面全体に均一の電流密度で流れる。そのため、金属の表面から比較的深い部分には、直流成分だけが流れることから、導体を有効に利用しきれていない場合がある。

[0061] 本実施形態では、周波数がより低い成分と直流成分を第 1 導体 6 5 U B と第 2 導体 6 5 U U と第 3 導体 6 5 U D とに流し、周波数がより高い成分を第 2 導体 6 5 U U と第 3 導体 6 5 U D と、第 1 導体 6 5 U B の表面近くに流す。周波数がより高い成分が流れる範囲を、図 8 中の断面図にハッチングを付けて示す。この場合、中性線 6 5 U の延伸方向に流れる電流 i によって中性線 6 5 U に生じる磁束は、第 1 導体 6 5 U B と第 2 導体 6 5 U U と第 3 導体 6 5 U D の断面の外周に沿った磁路が形成される。これを破線で示す。

[0062] このように第 1 導体 6 5 U B には、第 2 導体 6 5 U U と第 3 導体 6 5 U D とが設けられている。これにより、第 1 導体 6 5 U B に形成される磁路は、第 1 導体 6 5 U B だけで形成された比較例に比べて長くなることが明らかである。本実施形態では、第 2 導体 6 5 U U と第 3 導体 6 5 U D を、磁路の長さを長くすることに利用する。

[0063] 以下、図 9 A から図 9 D を参照して、中性線 6 5 U についてより詳しく説明する。図 9 A と図 9 B は、比較例の直流母線について説明するための図である。図 9 C と図 9 D は、実施形態の直流母線について説明するための図である。

[0064] 図9Cに、中性線65Uの俯瞰図を示す。

図9Dに、第2導体65UUのX方向に直交する面における断面図を示す。第2導体65UUは、X方向（延伸方向）と垂直な断面において所定の角度を成して屈曲した断面を有し、厚さ b （第1厚さ）よりも薄い厚さ $2d$ （第2厚さ）で形成された第2平板部を含む。例えば、第2平板部の断面は、L字状に屈曲している。上記の所定の角度は、略直角の一例である。なお、フランジの長さ e は、適宜決定してよい。

[0065] 第2導体65UUの第2平板部の厚さ $2d$ は、電力変換ユニットのPWM制御のキャリア周波数（以下、単にキャリア周波数という。）よりも高い基準周波数 $H F_{ref}$ における表皮深さ $\delta 1$ の2倍以上である。基準周波数 $H F_{ref}$ は、キャリア周波数の高調波周波数に基づいて決定してもよい。例えば、基準周波数 $H F_{ref}$ は、キャリア周波数の整数倍であってよく、特定の次数の高調波周波数にそろえてもよい。

[0066] 第2導体65UUの第2平板部の厚さ $2d$ が、電力変換ユニットが生成する交流の基本周波数の表皮深さ $\delta 2$ よりも薄い。第2平板部の厚さ $2d$ を、このような厚さまで薄くすることで、交流の基本周波数成分におけるインピーダンスが増加して、第2平板部に流れにくくなる。また、上記の基準周波数 $H F_{ref}$ は、キャリア周波数により生成される周波数成分（キャリア周波数とその高調波周波数）に対応付けられている。

[0067] なお、上記の説明では、第2導体65UUを例示して説明するが、第3導体65UDについても同様である。例えば、第3導体65UDは、X方向（延伸方向）と垂直な断面において所定の角度を成して屈曲した断面を有し、厚さ b （第1厚さ）よりも薄い厚さ $2d$ （第3厚さ）で形成された第3平板部を含む。例えば、第3平板部の断面は、L字状に屈曲している。第3導体65UDの第3平板部の厚さ（第3厚さ）は、第2導体65UUの第2平板部の厚さ（第2厚さ）と同じであってよく、条件によって異なる厚さにしてもよい。

[0068] 図9Cに示すように、第2導体65UUの第2平板部に形成されたフラン

ジ部（第2平板部の第1端部側）の+Y方向側の面が、第1導体65UBの-Y方向側の面に接している。上記のフランジ部から繋がっている第2導体65UUの第2平板部（第2端部）が、第1導体65UBから離れる方向（-Y方向）に延伸している。

[0069] 第1導体65UBと、第2導体65UUと、第3導体65UDは、その延伸方向であるX方向に電流*i*を流して、電力変換システム1の盤間を跨いで直流電力を供給可能に構成されている。直流母線には、電流*i*の直流成分の他に、交流成分も流れる。電流*i*の直流成分の大きさと交流成分の大きさに基づいて、第1導体65UBの断面の形状と面積と、第2導体65UUと第3導体65UDとの断面の形状と面積とを決定するとよい。

[0070] 例えば、第1導体65UBのX方向に直交する面で、幅*a*と厚さ*b*の断面を有する。この断面の面積*S*は、幅*a*と厚さ*b*の積になる。第1導体65UBに電流*i*が流れたときに、第1導体65UBの断面の周に沿った磁路が形成される。次の式（1）から式（4）に、電気的關係を示す。

[0071] 磁束 ϕ = インダクタンス*L* × 電流*i* (1)

磁束 ϕ = 磁束密度*B* × 面積*S* (2)

磁界*H* = 電流*i* / 磁路*l* (3)

磁束密度*B* = 透磁率 μ × 磁界*H* (4)

[0072] なお、上記の式（3）における「磁路*l*」は、磁路の長さである。

上記の式（1）から（4）を整理すると、インダクタンス*L*は、次の式を使って算出できる。

[0073] インダクタンス*L* = 透磁率 μ × 面積*S* / 磁路*l* (5)

[0074] 上記の式（5）によれば、面積*S*が不変であれば、磁路*l*の長さとインダクタンス*L*が反比例の関係にあることを示している。換言すれば、面積*S*が不変であれば、磁路*l*を長くすれば、インダクタンス*L*を小さくすることができる。逆に、磁路*l*が不変であれば、面積*S*を狭くすれば、インダクタンス*L*も小さくなる。

[0075] ここで、図9Aと図9Bの比較例の導体総量について検討する。ここで示

す比較例は、図9Cに示した中性線65Uの断面の周の長さ、と、略等しい長さの周を有する長方形の断面を有するものである。ここでは、中性線65Uの断面の周の長さを、磁路1の長さとしみなす。

[0076] 図9Aに示す第1比較例は、第1導体65UBを幅方向（Z方向）に広げたものである。この導体は、X方向（延伸方向）と垂直な断面において幅（ $a + 2c + 2d$ ）、厚さ b （第1厚さ）で形成された平板部を含む。この断面の面積は、 $(ab + 2bc + 2bd)$ になる。

[0077] 図9Bに示す第2比較例は、第1導体65UBを厚さ方向（Y方向）に広げたものである。この導体は、X方向（延伸方向）と垂直な断面において幅 a 、厚さ $(b + 2c + 2d)$ で形成された平板部を含む。この断面の面積は、 $(ab + 2ac + 2ad)$ になる。

[0078] 第1導体65UBの断面形状が、幅 a に比べて厚さ b が十分に薄く形成されていれば（例えば、 $a \gg b$ ）、上記の第1比較例と第2比較例の面積を比べると、第1比較例の方がその面積が狭くなる。第1比較例は、等量の磁路1に対して、直流母線の導体総量をより少なく構成できる一例である。

[0079] そこで、実施形態の中性線65Uの断面の面積 S を解析するに当たり、第2導体65UUの第1平板部の部分に着目して、第2導体65UUの断面の面積を、 $(2cd)$ に近似する。これにより、中性線65Uの断面の面積 S は、第3導体65UD分も合わせて、 $(ab + 4cd)$ と近似できる。

[0080] また、上記の条件によれば、第2導体65UUの厚さ $2d$ は、第1導体65UBの厚さ b よりも薄い（ $2d < b$ ）。

中性線65Uの断面の面積 S としての $(ab + 4cd)$ と、第1比較例の面積の $(ab + 2bc + 2bd)$ とを比べると、中性線65Uの断面の面積 S の方が狭いので、中性線65Uは、等量の磁路1に対して、第1比較例（及び第2比較例）よりも直流母線の導体総量をより少なく構成できる。これに伴い、中性線65Uのインダクタンス L も小さくなるため、中性線65Uは、第1比較例（及び第2比較例）よりも共振が生じにくくなっている。

[0081] 上記の実施形態によれば、直流母線に適用されるバスバーモジュールは、

複数の筐体に亘って配置され、接続されている平滑コンデンサと電力変換ユニットとに直流電力を配分する。直流母線は、直流の第1極と第2極の何れかの極に適用される第1導体と、第1導体に並列に接続される第2導体とを備える。第1導体は、X方向に沿う延伸方向に垂直な断面において厚さ b （第1厚さ）で形成された第1平板部を含む。第2導体は、X方向に沿う延伸方向と垂直な断面において所定の角度を成して屈曲した断面を有し、厚さ b （第1厚さ）よりも薄い厚さ $2d$ （第2厚さ）で形成された第2平板部を含む。これにより、直流母線の導体総量を減らすことができる。

[0082] 電力変換システム1は、直流母線と、複数の筐体のうちの第1筐体に配置される第1平滑コンデンサと、複数の筐体のうちの第2筐体に配置される第2電力変換装置と、を備えるように形成されていてもよい。

[0083] 電力変換システム1は、逆変換装置5Uの筐体（第1筐体）に配置されたキャパシタ55UP（第1平滑コンデンサ）と、レグ50U（第1電力変換ユニット）と、逆変換装置5Xの筐体（第2筐体）に配置されたキャパシタ55XP（第2平滑コンデンサ）とレグ50X（第2電力変換ユニット）とを備えていてもよい。

[0084] （第1の実施形態の変形例）

第1の実施形態の変形例について説明する。

第1の実施形態における第2導体65UUと、第3導体65UDのフランジは、所定の長さ（曲げ幅）に分割されているものであった。これに対し、本変形例における第2導体65UUaと、第3導体65UDaのフランジは、第2導体65UUの延伸方向（X方向）の長さに亘って連続しているものである。以下、これについて説明する。

[0085] 図10は、第1の実施形態の変形例の直流母線について説明するための図である。図11は、第1の実施形態の変形例の直流母線部分の俯瞰図である。図10と図11は、前述の図4Bと図6Bに代わるものである。

[0086] 図10と図11に示す第2導体65UUaのフランジは、第2導体65UUの延伸方向（X方向）の全長に亘って連続している。このようにフランジ

の延伸方向の長さを長くすると、フランジの曲げ加工が困難になることがあるが、第2導体65UUaと第1導体65UBの接触部分の面積を広くすることができることから、第2導体65UUaと第1導体65UBとの間の接触抵抗を減らすことができる。

[0087] 第1の実施形態の変形例の場合も、フランジ部分の導体量が幾らか増加するものの、第1の実施形態と同様に、直流母線の導体総量を減らすことができる。

[0088] (第2の実施形態)

図12と図13を参照して、第2の実施形態について説明する。

第1の実施形態では、直流母線の導体総量とインダクタンスを低減させる構成例について説明した。本実施形態では、直流母線を分岐回路として利用する。この適用について説明する。

[0089] 図12は、第2の実施形態の直流母線からキャパシタ55への分岐回路を示す図である。図13は、第2の実施形態の直流母線部分の俯瞰図である。図12と図13は、前述の図5と図6Aとに代わるものである。

[0090] 図12と図13とに示すように、各キャパシタ55と、第2導体65UUとの間に、接続導体55UPNが設けられている。接続導体55UPNは、各キャパシタ55の電極と第2導体65UUとを接続する。換言すれば、各キャパシタ55の電極は、接続導体55UPNを介して第2導体65UUに接続されている。これにより、各キャパシタ55は、接続導体55UPNと第2導体65UUとを介して、第1導体65UBに接続される。

[0091] この図12と図13に、各キャパシタ55の一方の電極への接続例を示したが、他方の電極についても同様の方法で直流母線に接続するように構成してよい。

[0092] 第2の実施形態によれば、直流母線からの分岐回路の一部に第2導体65UUを利用することができる。これにより、接続導体55UPNと第2導体65UUとを分離して構成するよりも、併用する構成にしたことで、第1の実施形態と同様に、直流母線の導体総量を減らすことに加えて、接続導体5

5 U P Nと第2導体6 5 U Uとを合わせた範囲の導体総量を減らすことができる。

[0093] 以上説明した少なくともひとつの実施形態によれば、バスバーモジュールは、複数の筐体に配置される平滑コンデンサと電力変換ユニットとに直流電力を配分する。前記バスバーモジュールは、第1導体と、第2導体とを備える。前記第1導体は、直流の第1極と第2極の何れかの極に適用される。前記第2導体は、前記第1導体に並列に接続される。前記第1導体は、延伸方向と垂直な断面において第1厚さで形成された第1平板部を含む。前記第2導体は、前記延伸方向と垂直な断面において所定の角度を成して屈曲した断面を有し、前記第1厚さよりも薄い第2厚さで形成された第2平板部を含む。これにより、直流母線の導体総量を減らすことができる。

[0094] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

[0095] なお、逆変換装置群5のレグ5 0は、フルブリッジNPC型5レベルインバータに代えて、フルブリッジ3レベルインバータであってもよい。

符号の説明

[0096] 1、1 A…電力変換システム、2…変圧器群、2 0 U、2 0 V、2 0 W…変圧器、3…順変換装置群、3 U、3 V、3 W…順変換装置、3 2 U P、3 2 U N、3 2 V P、3 2 V N、3 2 W P、3 2 W N…整流器、4 0…制御装置、5…逆変換装置群、5 U、5 V、5 W、5 X。5 Y、5 Z…逆変換装置、5 5、5 5 U P、5 5 U N、5 5 V P、5 5 V N、5 5 W P、5 5 W N、5 5 X P、5 5 X N、5 5 Y P、5 5 Y N、5 5 Z P、5 5 Z N…キャパシタ、6 5 U、6 5 V、6 5 W…中性線（バスバーモジュール）、6 0 U、6 0 V、6 0 W…正極母線（バスバーモジュール）、負極母線7 0 U、7 0 V

、 7 0 W…負極母線（バスバーモジュール）、 6 5 U B…第 1 導体、 6 5 U
U…第 2 導体、 6 5 U D…第 3 導体、 8 …電動機、 P S…交流電源

請求の範囲

- [請求項1] 複数の筐体に亘って配置され、平滑コンデンサと電力変換ユニットとに直流電力を配分するためのバスバーモジュールであって、
直流の第1極と第2極の何れかの極に適用される第1導体と、
前記第1導体に並列に接続される第2導体と
を備え、
前記第1導体は、延伸方向と垂直な断面において第1厚さで形成された第1平板部を含み、
前記第2導体は、前記延伸方向と垂直な断面において所定の角度を成して屈曲した断面を有し、前記第1厚さよりも薄い第2厚さで形成された第2平板部を含む、
バスバーモジュール。
- [請求項2] 前記第2平板部の断面は、L字状に屈曲している、
請求項1に記載のバスバーモジュール。
- [請求項3] 前記第2導体の厚さが、前記電力変換ユニットのPWM制御のキャリア周波数よりも周波数が高い基準周波数の表皮深さの2倍以上である、
請求項1に記載のバスバーモジュール。
- [請求項4] 前記第2導体の厚さが、前記電力変換ユニットが生成する交流の基本周波数の表皮深さよりも薄い、
請求項3に記載のバスバーモジュール。
- [請求項5] 前記基準周波数は、前記キャリア周波数により生成される周波数成分に対応付けられている、
請求項3に記載のバスバーモジュール。
- [請求項6] 前記屈曲してフランジを成す前記第2平板部の第1端部側が、前記第1導体の面に接していて、
前記第1端部から繋がっている前記第2平板部の第2端部が、前記第1導体から離れる方向に延伸している、

請求項 2 に記載のバスバーモジュール。

[請求項7] 前記平滑コンデンサが、前記第 2 導体を介して前記第 1 導体に接続されている、

請求項 1 に記載のバスバーモジュール。

[請求項8] 前記第 1 導体に並列に接続される第 3 導体をさらに備え、

前記第 3 導体は、前記延伸方向と垂直な断面において所定の角度で屈曲した断面を有し、前記第 1 厚さよりも薄い第 3 厚さで形成された第 3 平板部を含む、

請求項 1 に記載のバスバーモジュール。

[請求項9] 前記第 3 平板部の断面は、L 字状に屈曲していて、

前記第 2 平板部と前記第 3 平板部は、前記第 1 導体から離れる方向に延伸している、

請求項 8 に記載のバスバーモジュール。

[請求項10] 直流成分の大きさと交流成分の大きさに基づいて、前記第 1 導体の断面の形状と面積と、前記第 2 導体の断面の形状と面積とが決定されている

請求項 8 に記載のバスバーモジュール。

[請求項11] 前記第 2 平板部には、通風可能な貫通穴が設けられている、

請求項 1 に記載のバスバーモジュール。

[請求項12] 前記第 2 平板部の第 1 端部側にフランジが形成され、

前記フランジの前記延伸方向の長さは、前記第 2 導体の延伸方向の長さの一部又は全部になっている、

請求項 1 に記載のバスバーモジュール。

[請求項13] 請求項 1 から請求項 12 の何れか 1 項に記載のバスバーモジュールを備え、

前記複数の筐体のうちの第 1 筐体に平滑コンデンサが配置され、

前記複数の筐体のうちの第 2 筐体に電力変換装置が配置される、

電力変換システム。

[請求項14] 前記第1筐体に配置された第1平滑コンデンサと第1電力変換ユニットと、

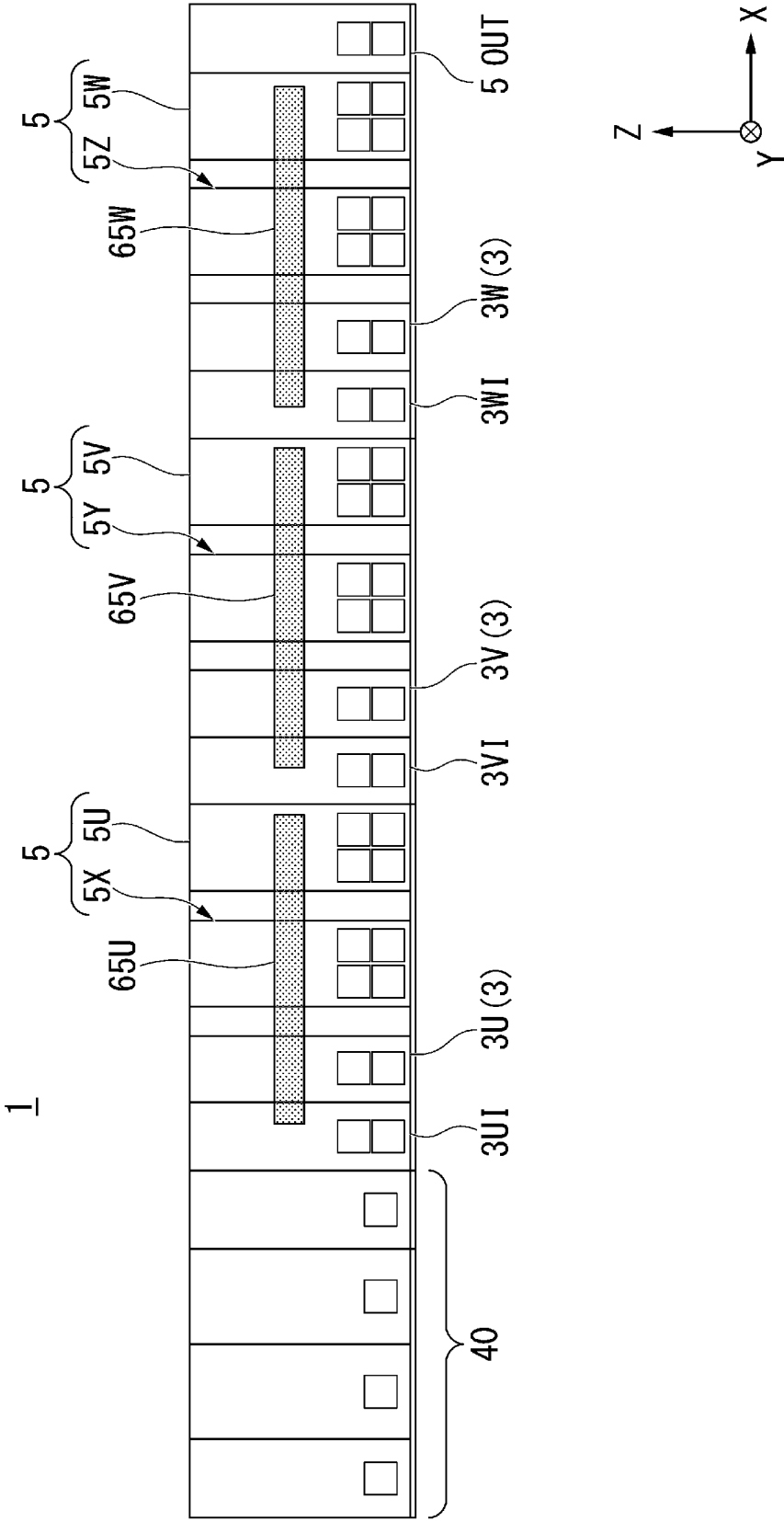
前記第2筐体に配置された第2平滑コンデンサと第2電力変換ユニットと、

を含む請求項13に記載の電力変換システム。

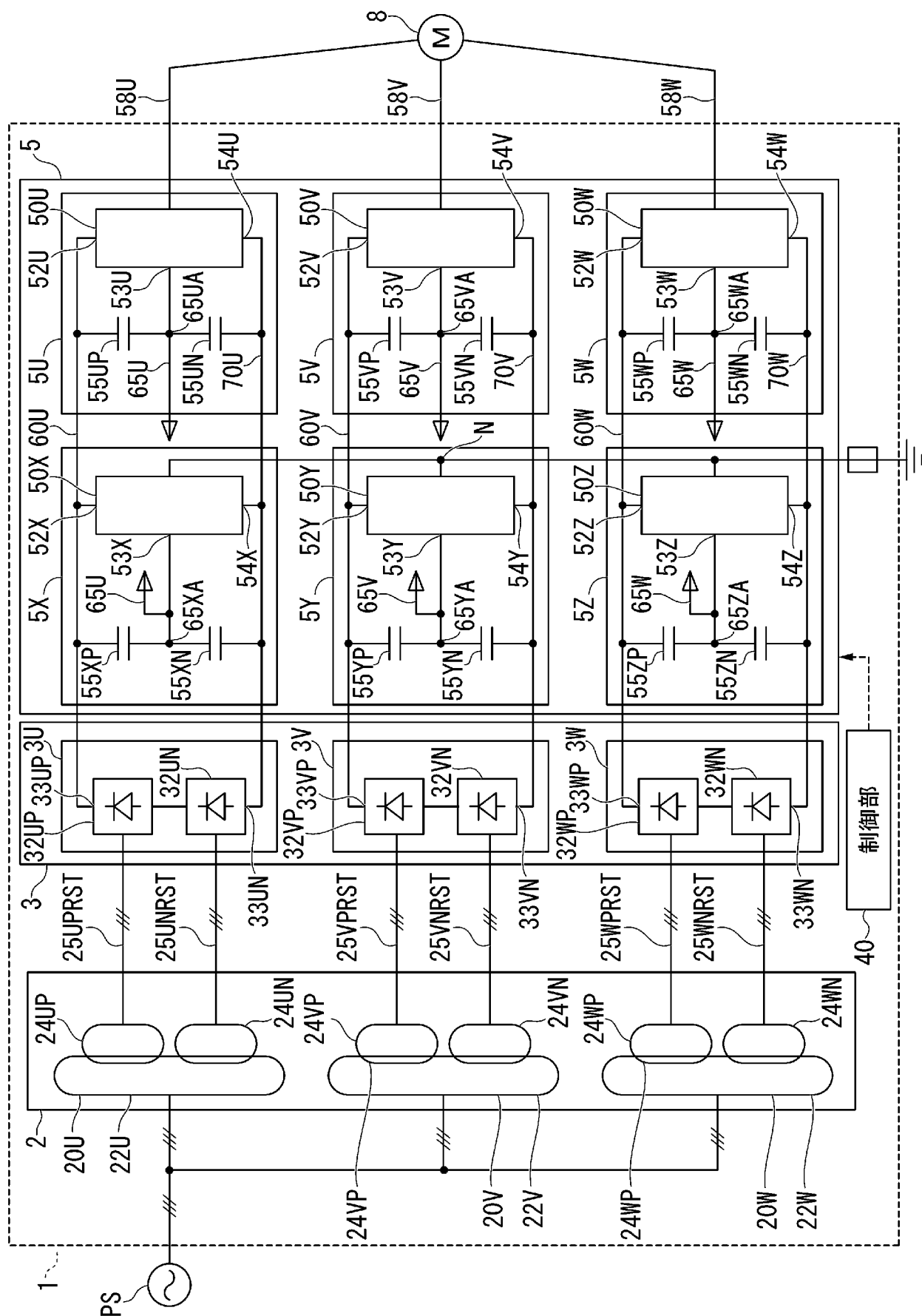
[請求項15] 前記平滑コンデンサと前記電力変換装置に直流電力を供給する順変換装置

を備える請求項13に記載の電力変換システム。

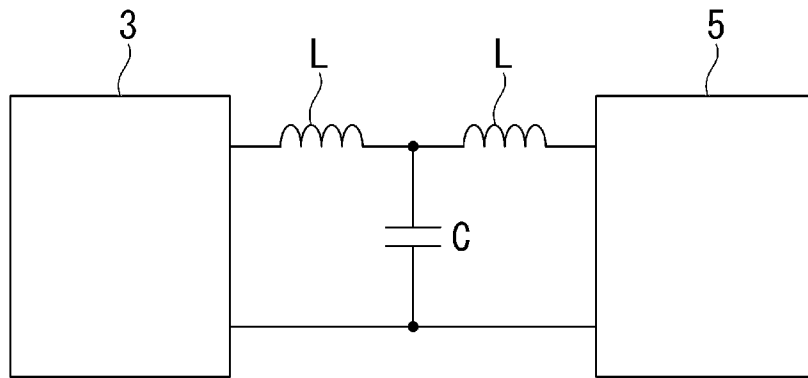
[図1]



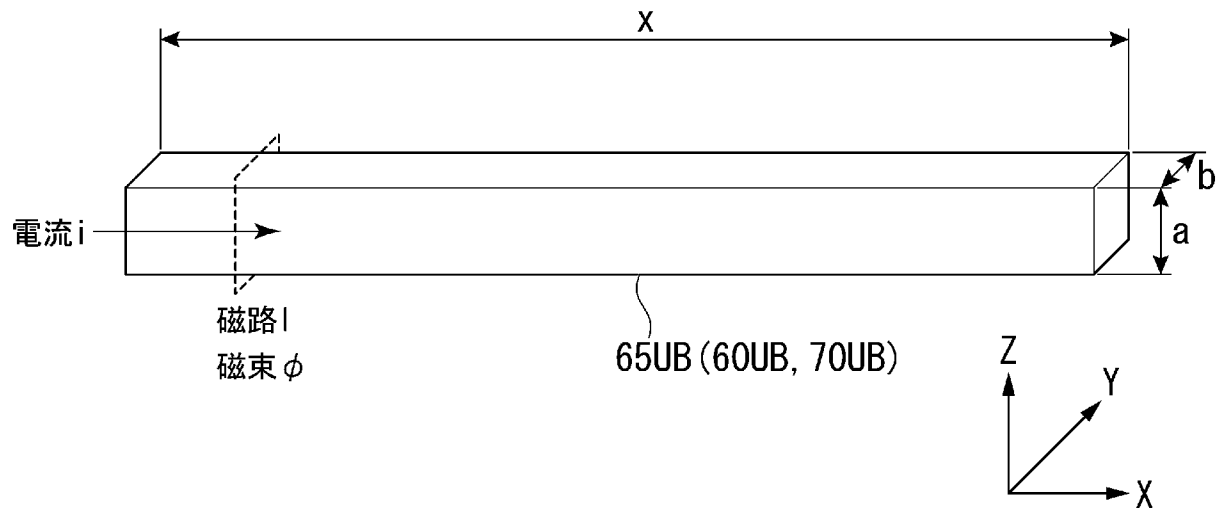
[図2]



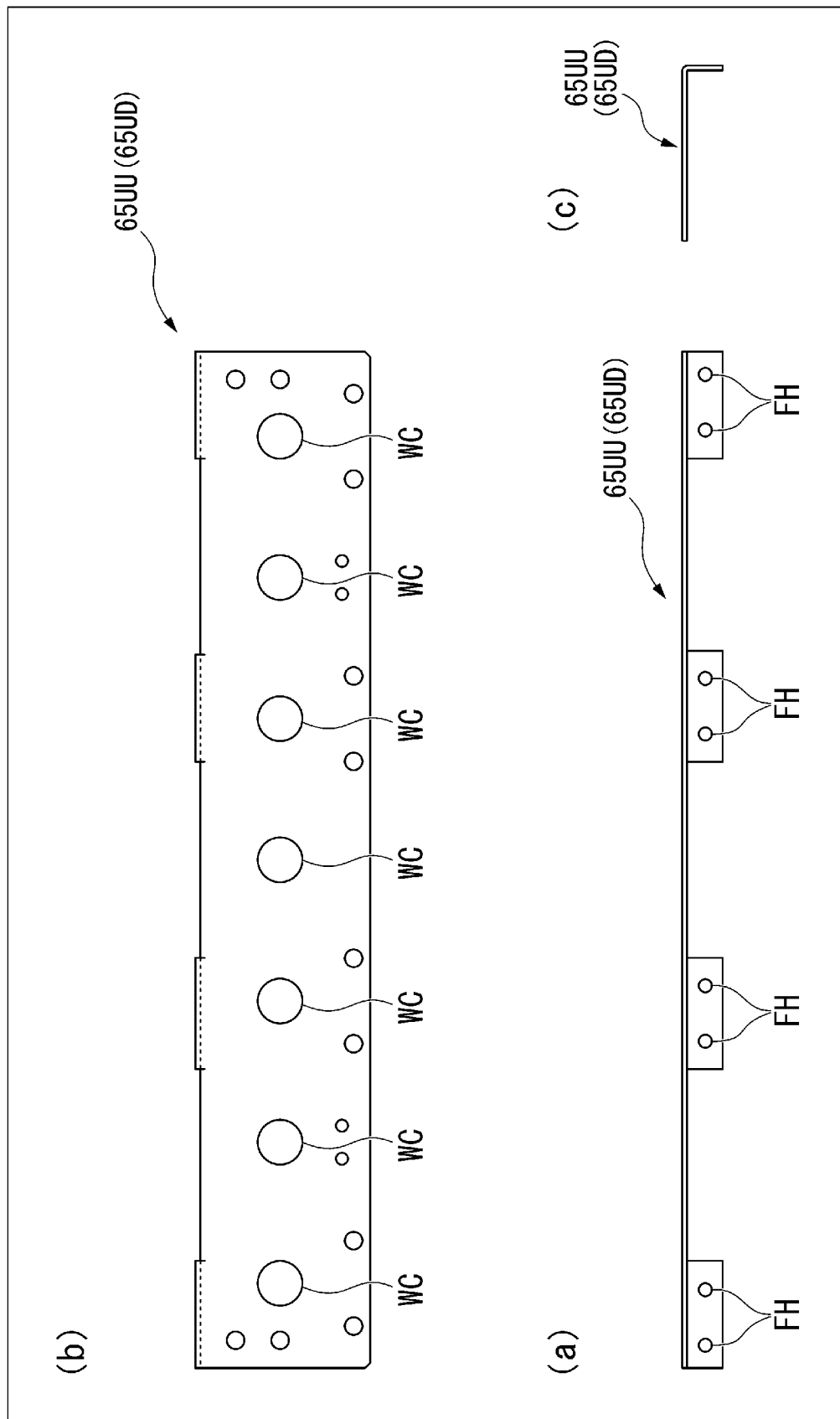
[図3]



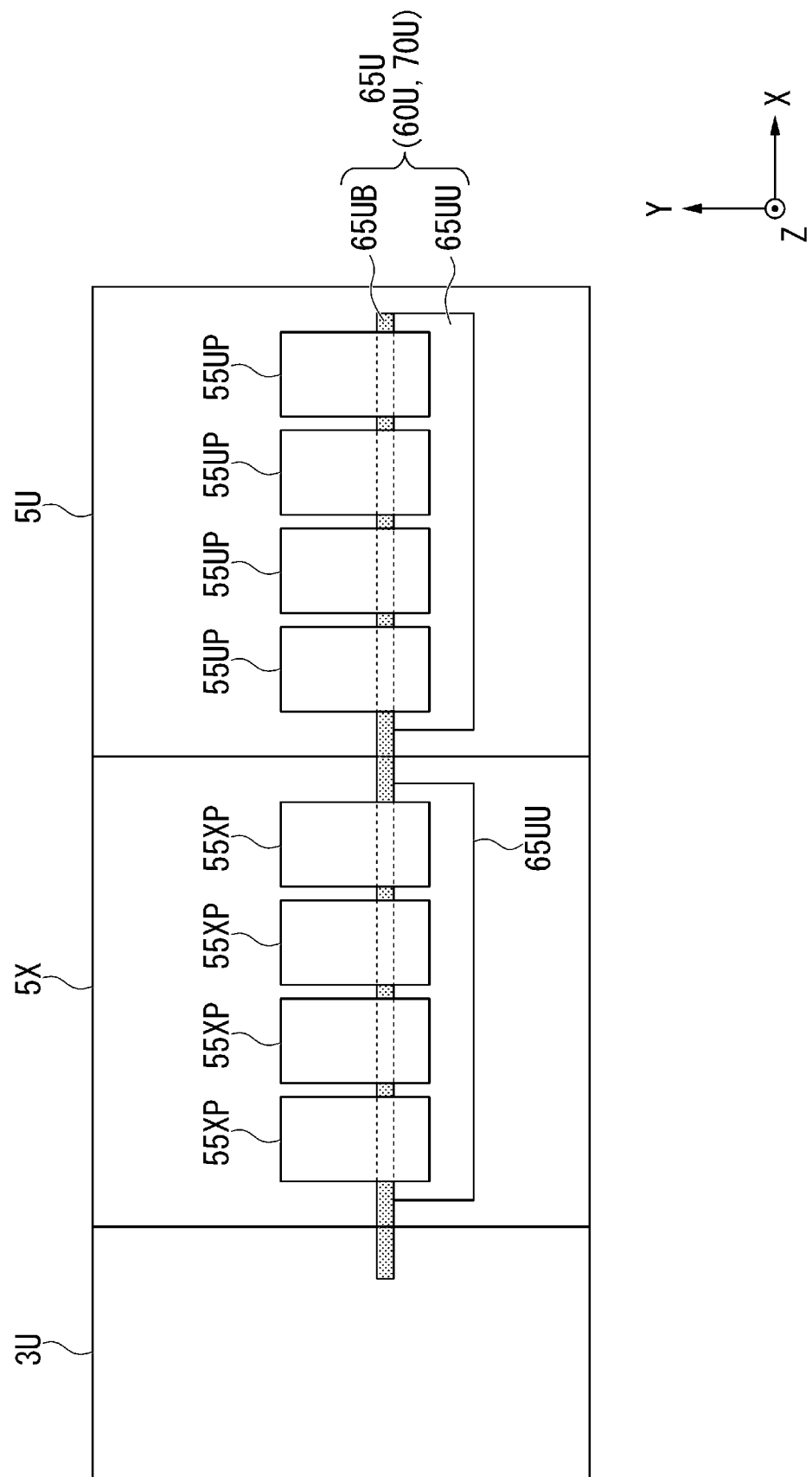
[図4A]



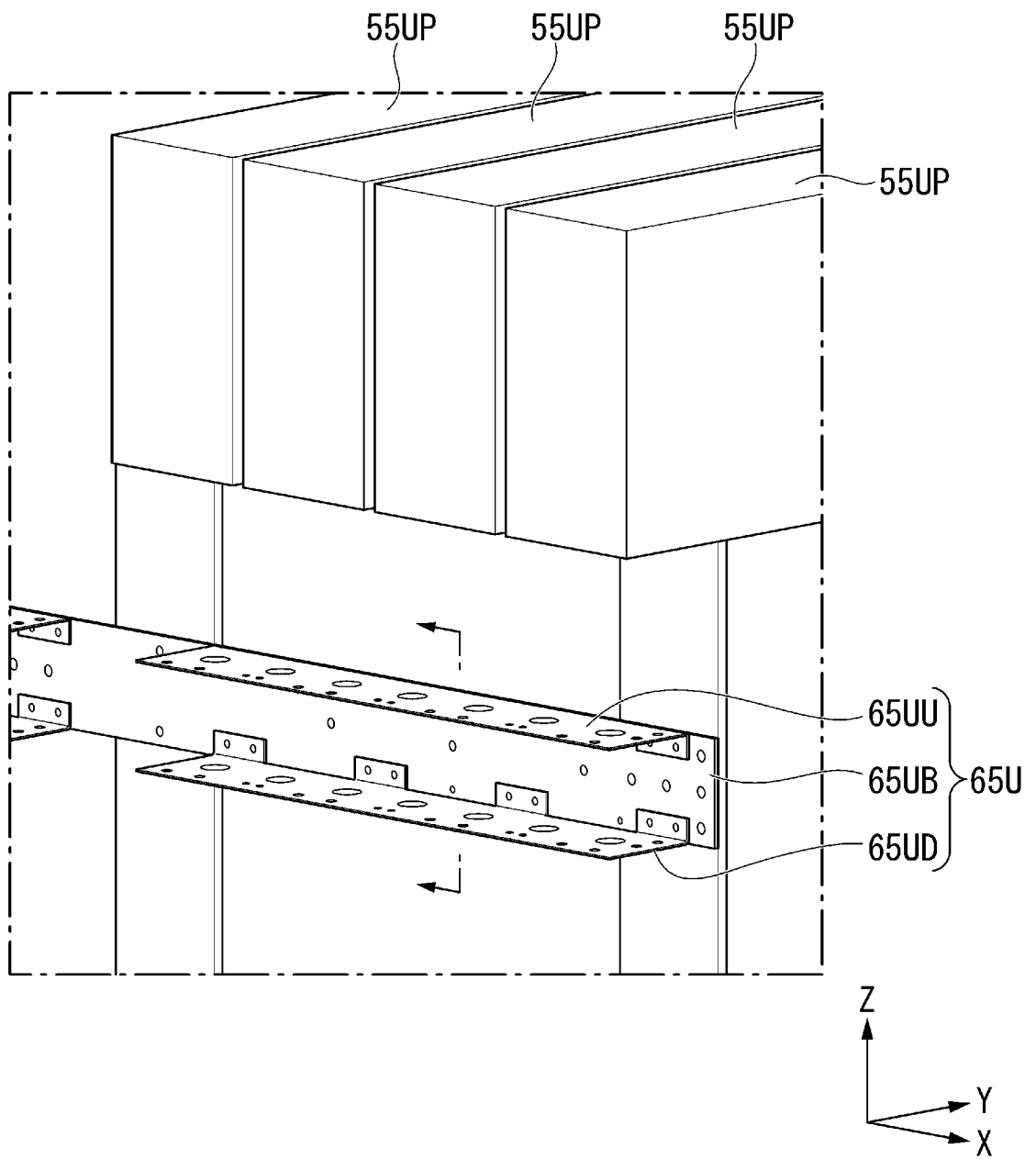
[図4B]



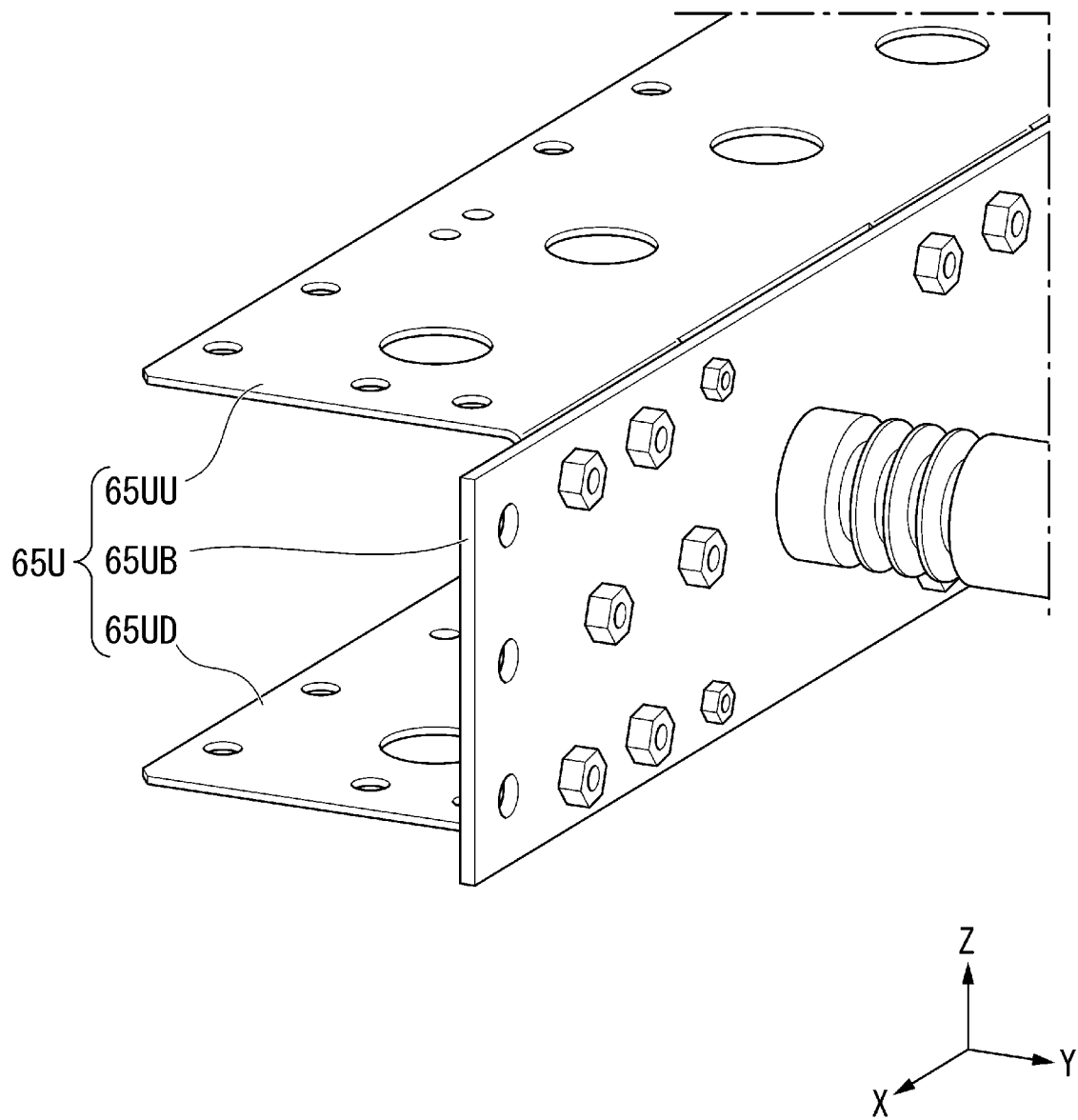
[図5]



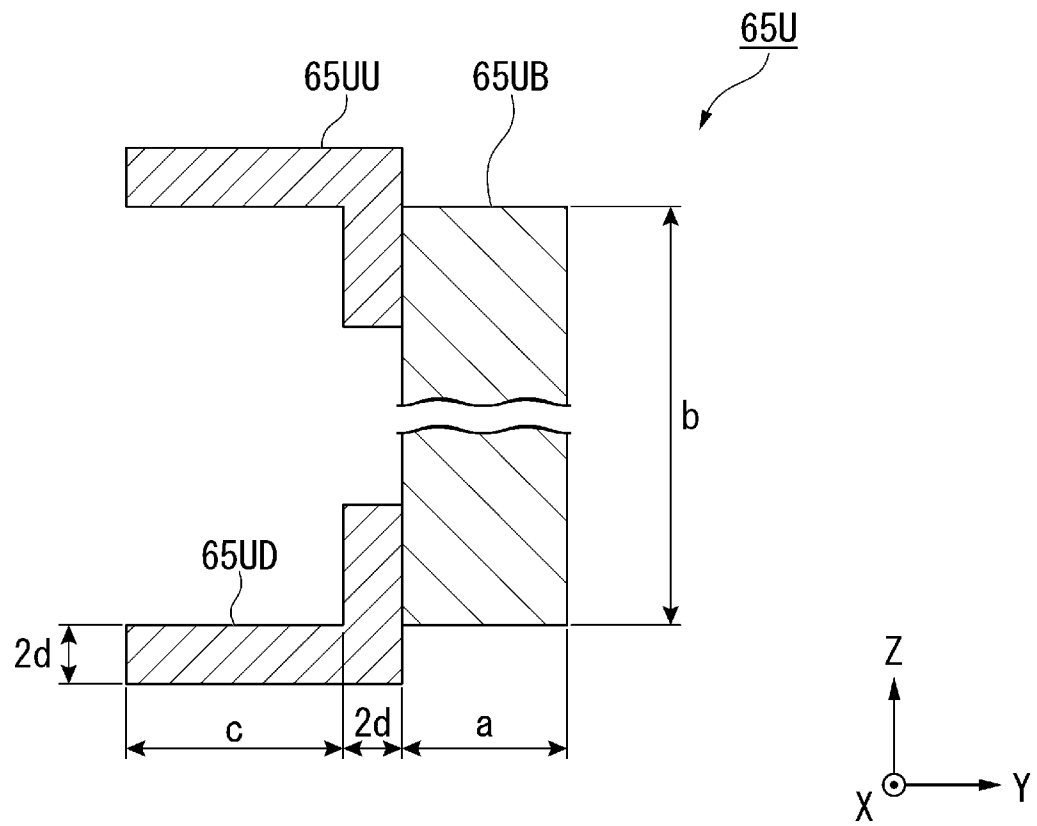
[図6A]



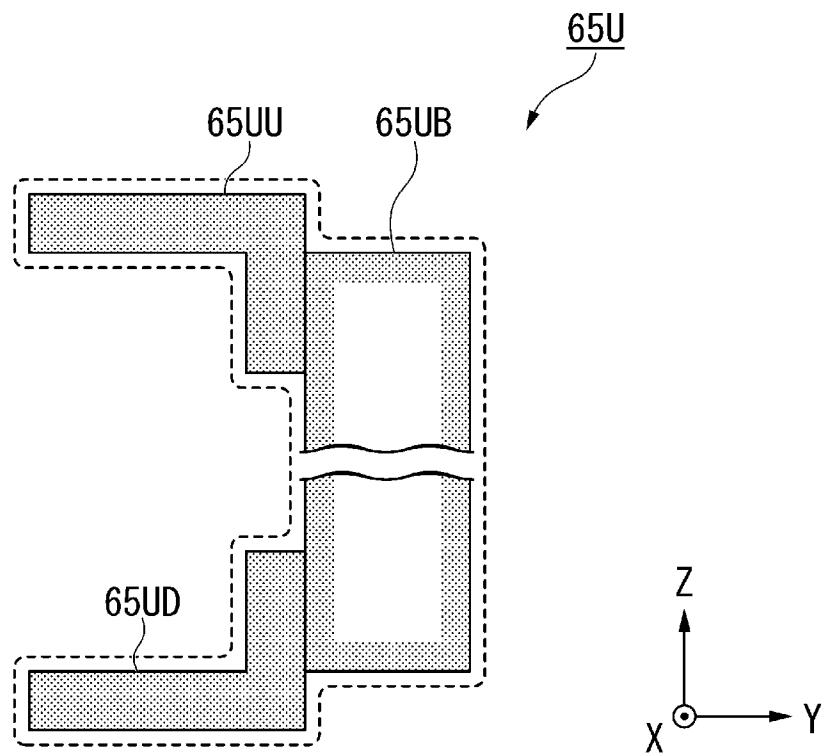
[図6B]



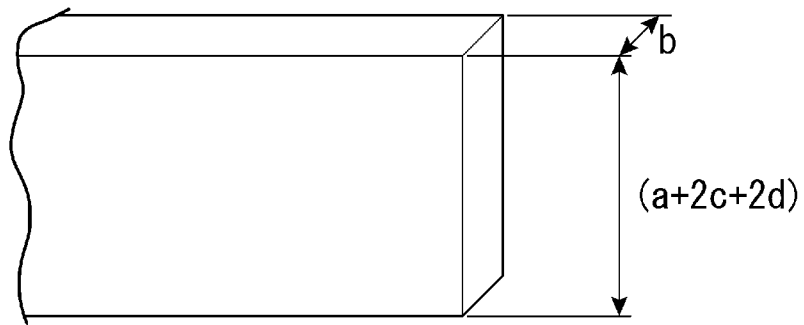
[図7]



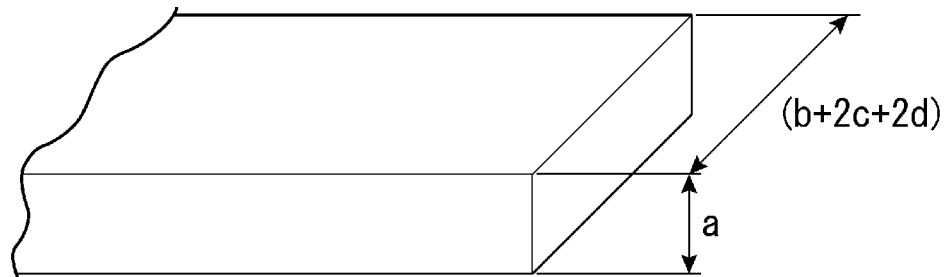
[図8]



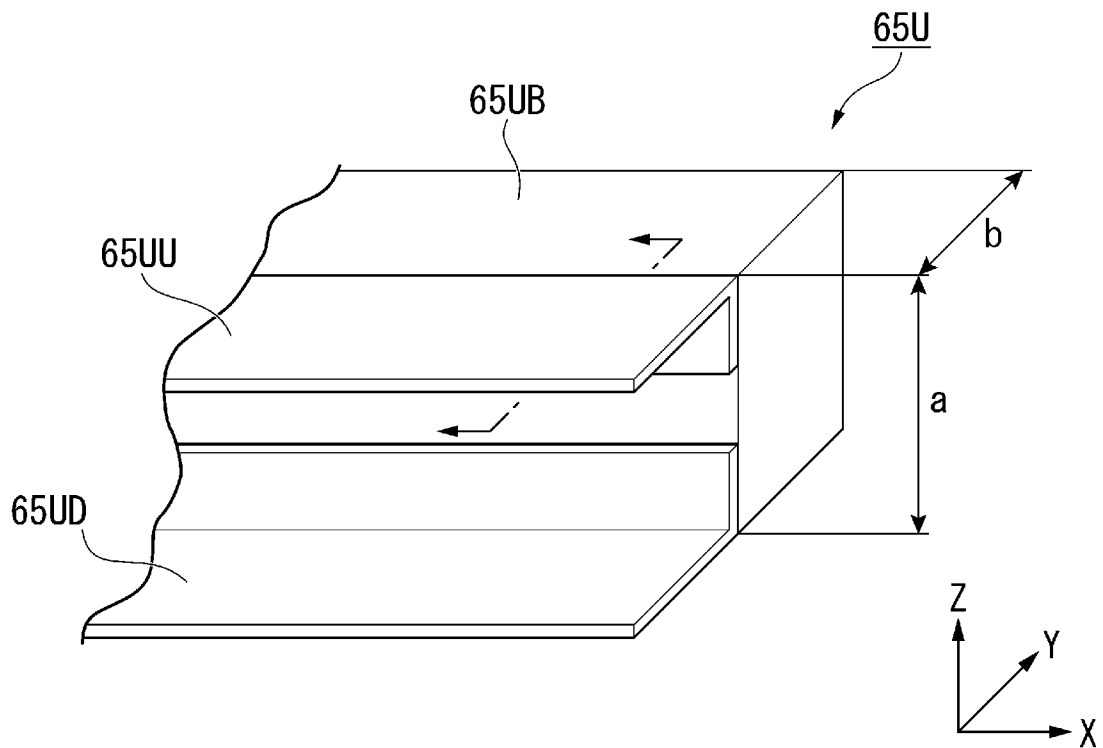
[図9A]



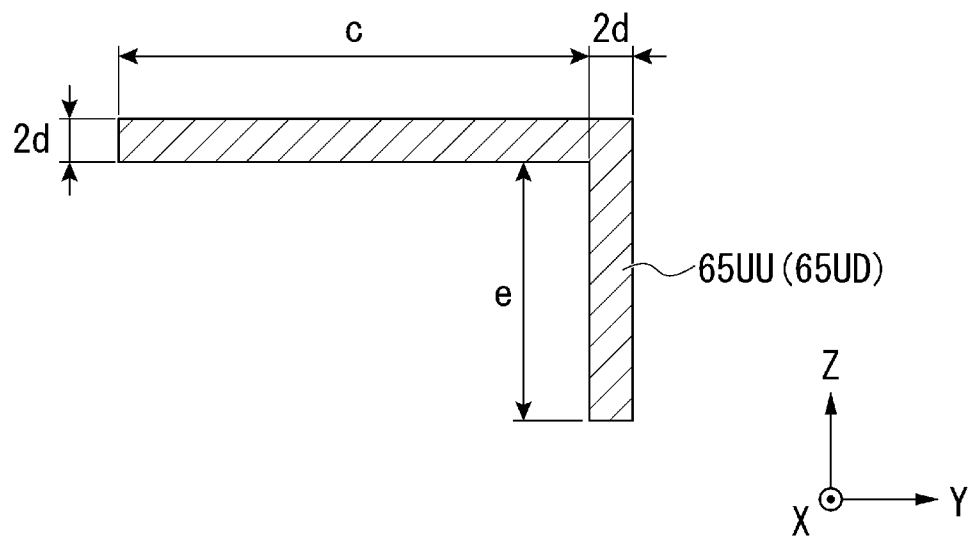
[図9B]



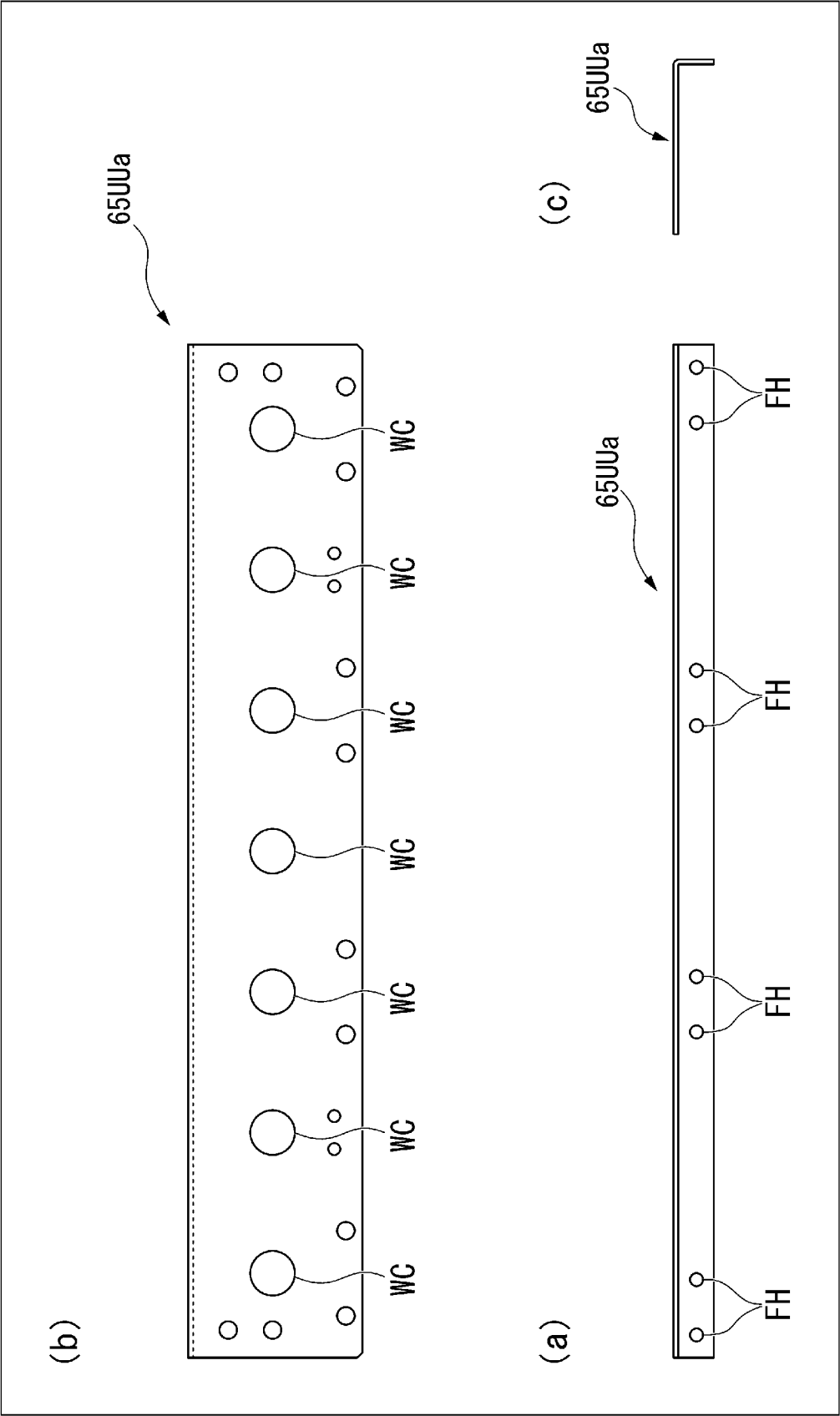
[図9C]



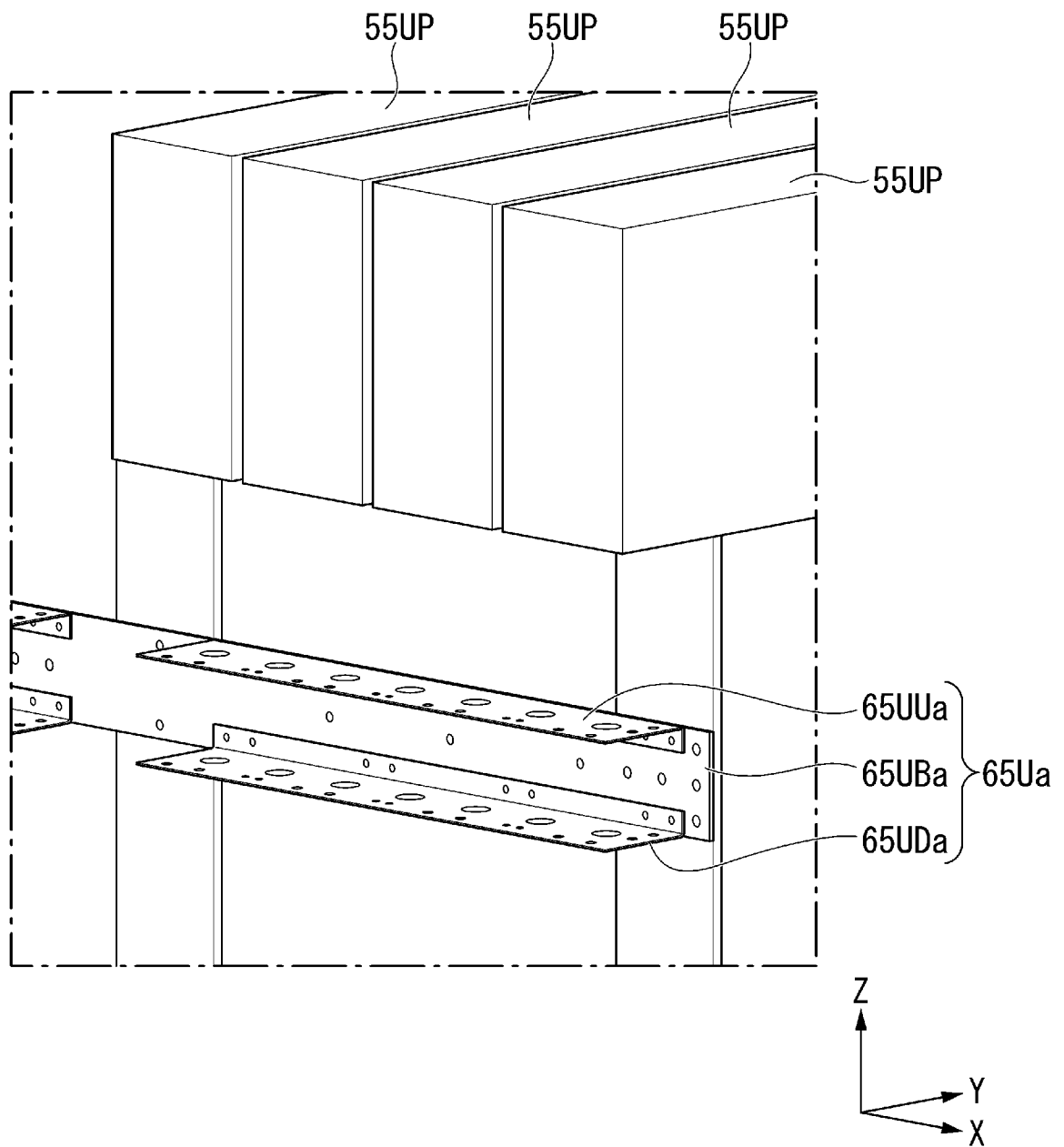
[図9D]



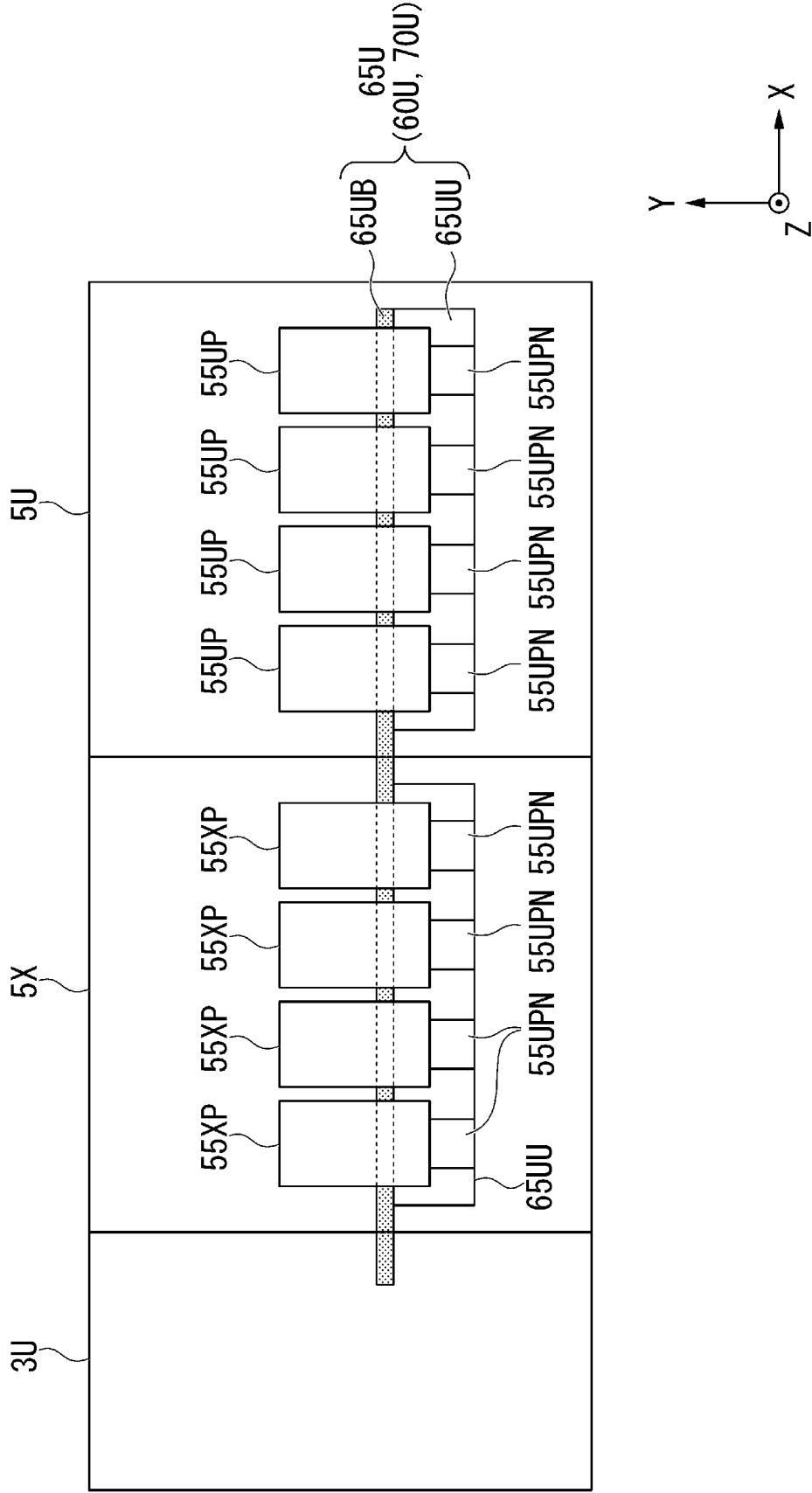
[図10]



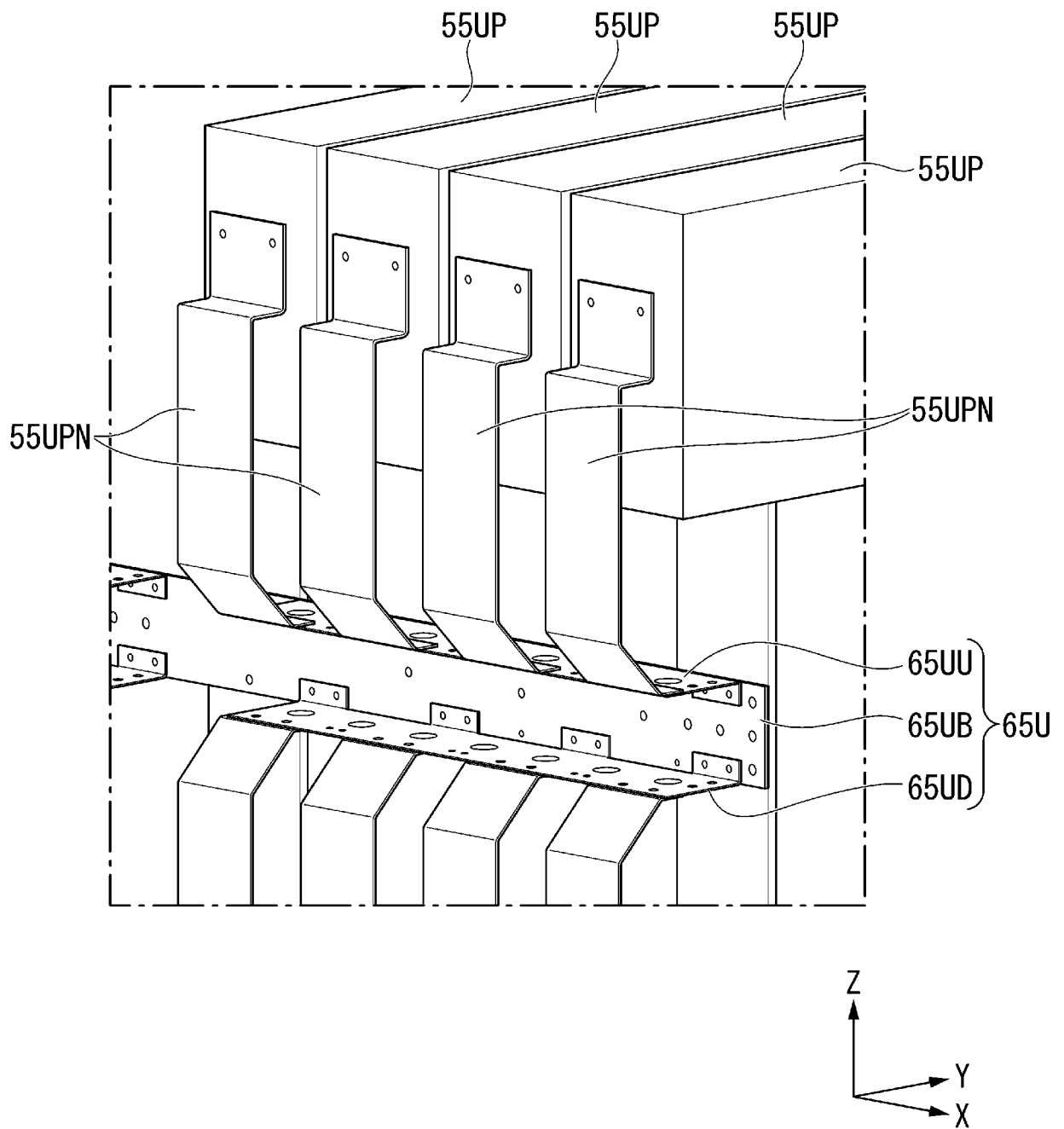
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/028019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02M7/48(2007.01)i

FI: H02M7/48Z

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)

Int.Cl. H02M7/48

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-204464 A (TERASAKI ELECTRIC CO., LTD.) 28 July 2005 (2005-07-28), entire text, all drawings	1-15
A	JP 8-69872 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 12 March 1996 (1996-03-12), entire text, all drawings	1-15
A	JP 2020-22263 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 06 February 2020 (2020-02-06), entire text, all drawings	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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

08 September 2021

Date of mailing of the international search report

21 September 2021

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/028019

JP 2005-204464 A 28 July 2005 (Family: none)

JP 8-69872 A 12 March 1996 (Family: none)

JP 2020-22263 A 06 February 2020 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 7/48(2007.01)i FI: H02M7/48 Z														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02M7/48 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	JP 2005-204464 A（寺崎電気産業株式会社）28.07.2005（2005 - 07 - 28） 全文, 全図	1-15												
A	JP 8-69872 A（三菱電機株式会社）12.03.1996（1996 - 03 - 12） 全文, 全図	1-15												
A	JP 2020-22263 A（富士電機株式会社）06.02.2020（2020 - 02 - 06） 全文, 全図	1-15												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 08.09.2021	国際調査報告の発送日 21.09.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 遠藤 尊志 5G 3052 電話番号 03-3581-1101 内線 3526													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/028019

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-204464	A	28.07.2005	(ファミリーなし)	
JP	8-69872	A	12.03.1996	(ファミリーなし)	
JP	2020-22263	A	06.02.2020	(ファミリーなし)	