

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/055649 A1

(43) 国際公開日
2010年5月20日(20.05.2010)

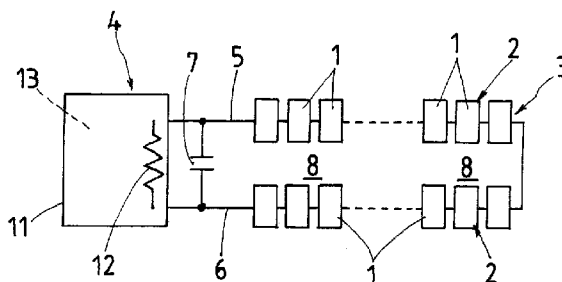
- (51) 国際特許分類: *B64G 1/44* (2006.01) *H01L 31/04* (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/006016
 - (22) 国際出願日: 2009年11月11日(11.11.2009)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2008-289619 2008年11月12日(12.11.2008) JP
 - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人 九州工業大学 (KYUSYU INSTITUTE OF TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒8048550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 Fukuoka (JP).
 - (72) 発明者: および
 - (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 豊田和弘 (TOYODA, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒8048550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 国立大学法人九州工業大学 Fukuoka (JP). 趙孟佑 (CHO, Meng) [KR/JP]; 〒8048550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 国立大学法人九州工業大学 Fukuoka (JP). 栢野晃 (KAYANO, Hikaru) [JP/JP]; 〒8048550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 国立大学法人九州工業大学 Fukuoka (JP).
 - (74) 代理人: 尾仲一宗 (ONAKA, Kazumune); 〒1160013 東京都荒川区西日暮里5丁目13番11号 第3イトービル5階 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, 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, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 規則 4.17 に規定する申立て:
— 発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR SUPPRESSING SUSTAINED DISCHARGE ON SOLAR BATTERY ARRAY

(54) 発明の名称: 太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is a device for suppressing sustained discharge by using a capacitance arranged in gaps of a solar battery array so that the capacitance function suppresses sustained discharge on the solar battery array. The solar battery array (3) includes a plurality of solar battery cells (1) constituting a power source mounted on an artificial satellite (4). A plurality of solar battery cells (1) are connected in series to constitute a plurality of series circuits (2). The plurality of series circuits (2) are connected in parallel to one another. In the device for suppressing sustained discharge on the solar battery array, a capacitance (7) charged by voltage oscillation generated by the sustained discharge is connected between a positive electrode side line (5) and a negative electrode side line (6) of the series circuits (2). The capacitance (7) has an electrostatic capacitance in the range at least between 33 nF and 10 μF.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/055649 A1



添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明による持続放電抑止装置は、太陽電池アレイのギャップ間にキャパシタンスを配設し、キャパシタンスの機能によって太陽電池アレイでの持続放電を抑止する。太陽電池アレイ 3 は、人工衛星 4 に搭載された電源装置を構成する複数の太陽電池セル 1 を有する。太陽電池セル 1 が直列に接続された複数の直列回路 2 は、複数並列に接続されて構成されている。この太陽電池アレイ上での持続放電抑止装置は、直列回路 2 の正極側ライン 5 と負極側ライン 6 との間に、持続放電で発生する電圧振動で充電されるキャパシタンス 7 が接続されている。キャパシタンス 7 の静電容量は、少なくとも 33 nF から 10 μ F までの範囲である。

明 細 書

発明の名称： 太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置

技術分野

[0001] この発明は、例えば、人工衛星に搭載されている太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、人工衛星では、電源装置として多数の太陽電池セルの直列回路から成る太陽電池アレイが搭載されており、人工衛星の電力が太陽電池アレイで発電されているのが一般的である。人工衛星での電力消費は、年々大電力化される傾向にあり、それに伴い発電電圧が100Vを上回るようになってきている。即ち、人工衛星は、宇宙機として宇宙ステーションのような大型化となり、大型化に伴って高電圧化となっているのが現状である。

[0003] 太陽電池アレイ上での放電は、サブストリーム、プラズマ等の周辺環境との相互作用により、カバーガラス等の絶縁体と宇宙機構体の導体との間に電位差が生じることにより発生する。太陽電池アレイ上の単発の放電は、一次アークと呼ばれ、太陽電池セルの劣化や搭載機器の誤動作を引き起こす。一次アークの放電エネルギーは、人工衛星構体とカバーガラスの間に溜まった電荷のエネルギーである。更に問題なのは、太陽電池アレイ上での一次アーク直後の放電プラズマは、高い電位差を有する太陽電池セル間を短絡させてしまうという現象であり、この現象は二次アーク即ち持続放電（SA）と呼ばれている。持続放電による短絡電流は、発電中の太陽電池アレイ自身により供給されるため、その間その回路の出力が失われることになる。

[0004] 図9には、従来の人工衛星4に搭載された太陽電池アレイ3が示されている。太陽電池アレイ3は、太陽電池セル1が直列に接続された直列回路2が設けられ、直列回路2の正極側ライン5と負極側ライン6との間にギャップ8が存在しており、人工衛星4に搭載された各種の機器を作動する電気回路13が人工衛星本体11内に收容されている。太陽電池アレイ3において、

ギャップ8において持続放電SAが発生した際の電流経路が矢印方向に示されている。太陽電池アレイ3において、持続放電SAが発生すると、強い光と熱を伴い、最悪の場合には、太陽電池は、永久的に発電出力を失うことになる。

[0005] 人工衛星4に搭載された太陽電池アレイ3において発生する放電については、図10の(A)に示すような一次アークPAの放電波形、並びに図10の(B)、(C)及び(D)に示すような二次アーク即ち持続放電(SA)の放電波形がある。また、二次アークには、(B)に示す非持続放電であるNSA(Non sustained arc)、(C)に示す一時的持続放電であるTSA(Temporary sustained arc)、及び(D)に示す永久的持続放電であるPSA(Permanent sustained arc)がある。NSAは、一次アークPAの間だけ放電電流が流れている放電である。TSAは、一次アークの電流が流れ終わった後も放電電流が流れ続けるが、途中で消滅する放電である。PSAは、TSAと異なり、放電電流が永久的に流れ続ける放電である。図10において、 I_{st} は短絡時に流れる電流である。持続放電SAの発生条件は、太陽電池セル1のギャップ長、太陽電池セル1間の発電電圧(V_{st})、太陽電池セル1に流れている電流(I_{st})、一次アークPAの規模等に依存している。現在では、持続放電抑制手法として電位差の生じるギャップ8を全てRTV(室温硬化性)シリコン接着剤で埋める方法が用いられている。

[0006] 従来、人工衛星では、太陽電池即ち太陽電池アレイを電力供給源とする人工衛星搭載用電源システムが知られている。該人工衛星搭載用電源システムは、太陽電池と、該太陽電池の発生電力により充電され、太陽電池の発生電力がなくなると、放電して負荷に電力を供給するスーパーキャパシタとを備えているものであり、負荷への出力電圧の上限を制限するツェナーダイオードをスーパーキャパシタに並列接続したものである。太陽電池は、スーパーキャパシタを充電し、出力端子から負荷へ電力を供給する。日陰時に太陽電池の発生電力がなくなると、スーパーキャパシタは放電して負荷に電力を供給する(例えば、特許文献1参照)。

[0007] また、人工衛星等の宇宙航行体の電源装置に使用されるバス電圧制御装置が知られている。該バス電圧制御装置は、太陽電池アレイの発電電力を人工衛星搭載機器への負荷へ供給するバスラインの電圧値から太陽電池アレイの余剰電力を検出する電圧制御器と、該電圧制御器の制御により発電電力を分流させるシャント回路とを備えており、負荷と並列に接続されたバス電圧調整用の分流抵抗器と、太陽電池アレイを高効率で使用するためにシャント回路をオフとするスイッチとを有するものである（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平5-30656号公報

特許文献2：特開平5-122866号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、人工衛星に搭載されている太陽電池アレイは、人工衛星の大型化、高電圧化に伴って、太陽電池アレイ上での放電事故が問題となっており、具体的には、太陽電池アレイは、高電圧発電によって発電電力自体での短絡電流により放電が維持される持続放電が発生するようになり、最悪の場合には、人工衛星の運用が不可能になる。太陽電池アレイに発生する持続放電は、上記のように人工衛星の事故となるので、持続放電の抑制が必要になる。現在、人工衛星に搭載されている太陽電池アレイにおける持続放電を防ぐための方法や装置の開発が急務となっている。

[0010] 上記の持続放電抑制手法として、太陽電池アレイにおいて電位差の生じる太陽電池セル間のギャップを全てRTVシリコン接着剤で埋める方法は、太陽電池アレイの重量を増加するだけでなく、熱サイクルによる劣化を招き、製作費を増大させ、或いはコンタミネーションの発生による発電効率低下等が発生し、種々の問題を有している。また、宇宙環境における熱サイクルに

よって絶縁材である樹脂が腐食し、トリプルジャンクションが現れ、持続放電に至る可能性が生じる。従って、太陽電池アレイにおける持続放電抑制手段としては、ギャップを全てRTVシリコン接着剤で埋める方法を用いることは控えたいところである。

- [0011] この発明の目的は、上記の課題を解決することであり、宇宙における人工衛星に搭載された太陽電池アレイについてプラズマ環境や電位差の生じる太陽電池セル間のギャップをRTVシリコン接着剤で埋めることなく、太陽電池アレイの重量を軽量化するため、太陽電池アレイの正極側と負極側との間にキャパシタンスを配設し、キャパシタンスを持続放電で発生する電圧振動で充電し、持続放電に供給される電流を無くし、持続放電の継続時間を短縮し、持続放電を消滅させ、太陽電池アレイの性能を確保することができる太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置を提供することである。即ち、太陽電池アレイにキャパシタンスを組み込んだ回路では、持続放電が発生した時に、太陽電池セル間のギャップにおいてアークプラズマによって両ラインが短絡するが、その時、ギャップ間のアーク電流、電圧が直流成分と高周波成分で形成され、アークプラズマの密度が薄くなってアーク電流が低下し、ギャップ間の電圧が回復することにより、アークプラズマ密度の増加を促し、ギャップ間に電圧がアーク電圧へ低下し、電流は増加し、高周波成分が形成され、このサイクルをアークが消滅するまで繰り返すことによって持続放電抑制を達成する。

課題を解決するための手段

- [0012] この発明は、複数の太陽電池セルが直列に接続された複数の直列回路を、人工衛星内負荷の正極性端子及び負極性端子にそれぞれ正極側ライン及び負極側ラインを介して接続されて電源装置を構成する太陽電池アレイにおいて、
- 前記直列回路の前記正極側ラインと前記負極側ラインとの間、又は予め決められた所定の前記直列回路間に、持続放電で発生する電圧振動で充電される持続放電抑制用キャパシタンスが接続されていることを特徴とする太陽電

池アレイ上での持続放電抑制装置に関する。

[0013] この太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置は、複数個の前記持続放電抑制装置を、前記正極性端子及び前記負極性端子に並列に接続したものである。

[0014] また、この太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置は、前記持続放電の発生時に前記キャパシタンスを充電させて前記持続放電に供給される電流を無くし、前記持続放電の継続時間を短縮し、前記持続放電を消滅させるものである。

[0015] また、前記キャパシタンスの静電容量は、前記太陽電池アレイにおける電気回路システムや前記太陽電池アレイの発電容量によって最適値を決定できるものである。更に、前記キャパシタンスの静電容量は、少なくとも33 nFから10 μ Fまでの範囲であることが好ましいものである。

発明の効果

[0016] この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置は、上記のように、太陽電池アレイの持続放電が発生する可能性が高い、電位差の高いギャップの正極側ラインと負極側ラインとの間にキャパシタンスを配設したので、キャパシタンスを挿入した付近のギャップで持続放電が発生した場合に、アークプラズマによってギャップ間が短絡すると、アークプラズマ密度の変化に伴ってキャパシタンスが充放電を繰り返すため、高周波成分のサイクルが潤滑に行うことができなくなり、アークが消滅し、持続放電抑制を達成することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置の基本原理を説明する回路図の一例を示す概略説明図である。

[図2]この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置の基本原理を説明する回路図の別の例を示す概略説明図である。

[図3]この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置の一実施例を示す概略説明図である。

[図4]この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置を確認するための持続放電抑制装置を模擬している実験装置の回路図である。

[図5]図4の回路図の持続放電が発生していない通常時の電流経路を示す回路図である。

[図6]図4の回路図の持続放電時の電流経路を示す回路図である。

[図7]キャパシタンスが100nFの時のSAの波形を示すグラフである。

[図8]キャパシタンスが0nFの時のSAの波形を示すグラフである。

[図9]従来の太陽電池アレイの基本的原理を示す概略説明図である。

[図10]太陽電池アレイで発生する放電の種類によって異なる波形を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照して、この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置を説明する。図1及び図2には、この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置の基本原理が示されている。図3には、この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置の一実施例が示されている。

[0019] この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置は、図1及び図2に示すように、人工衛星4に搭載された電源装置を構成する太陽電池アレイ3を備えている。太陽電池アレイ3は、複数の太陽電池セル1が直列に接続された複数の直列回路2が複数並列に接続されたことから構成されている。この太陽電池アレイ上での持続放電防止装置は、特に、直列回路2の正極側ライン5と負極側ライン6との間に、持続放電で発生する電圧振動で充電される持続放電抑制用キャパシタンス7が接続されていることを特徴としている。ここで、キャパシタンス7を挿入した付近のギャップ8で持続放電が発生した場合、アークプラズマによってギャップ8間が短絡すると、アークプラズマ密度の変化に伴いコンデンサ即ちキャパシタンス7が充放電を繰り返すため、高周波成分のサイクルが潤滑に行うことができなくなり、アークが消滅してしまう。この太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置は、上記のような原理を用いてギャップ8間がアークプラズマによって短絡した場合でも

、T S AやP S Aに至る前にアークプラズマを消滅させることができる。

[0020] 図3に示すように、太陽電池アレイ3は、人工衛星4に搭載されており、太陽電池セル1が直列に接続された複数の直列回路2を並列に配列して構成されている。直列回路2は、途中が折れ曲がって正極側ライン5と負極側ライン6とが一方側へそれぞれ延びており、人工衛星4に搭載されている電気回路13に接続されている。電気回路13における出力側には、種々の機器を作動するための負荷12に接続されている。この持続放電防止装置は、特に、正極側ライン5と負極側ライン6との間に、持続放電抑制用キャパシタンス7を接続したことに特徴を有している。正極側ライン5には、電流の流れ方向を規制するダイオード16が組み込まれている。持続放電抑制用のキャパシタンス7は、持続放電が発生した際に、放電により電圧が振動し、その電圧振動で充電されることになり、その結果、持続放電に供給される電流を無くすことができる。これにより持続放電の継続時間が短くなり、持続放電を消滅させることができる。

[0021] この太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置を具現させるため、試験装置で地上試験を行った。試験装置では、直径1.0mで奥行き1.2mの円筒形状のチャンバー9を使用した。試験装置で宇宙プラズマ環境を模擬するためにキセノンガスを用いたプラズマ源を使用した。チャンバー9内のプラズマ点火時の真空度は、 1×10^{-2} Paであり、電子密度は、 $1 \times 10^{12} / \text{m}^3$ である。実験装置は、人工衛星4の発電状況を模擬することができる図4に示すような等価回路を使用して行った。図4では、実験装置の回路図と電流電圧測定箇所が示されている。電源V1、V2は、太陽電池アレイ3の発電状況を模擬しており、電源V1は太陽電池アレイ3を模擬した発電電力であり、電源V2は人工衛星4に搭載されたバッテリーを模擬した蓄電電力である。ダイオードD1、D3は、電源V1、V2に電流が流れ込むのをそれぞれ抑制している。ダイオードD2は、持続放電時に電流がサンプル10に流れ込むのを防いでいる。コンデンサC1は、持続放電抑制用のキャパシタンス7を構成している。また、バイアス電源Vbiasは、人工衛星4の周辺プラズ

マに対する電位差を模擬している。抵抗 R は、バイアス電源 V_{bias} の制限抵抗として用いている。外部コンデンサ C_{ext} は、一次アーク PA のエネルギーを決定する。更に、可変抵抗 R_L は、人工衛星本体 11 の負荷 12 を模擬している。図4の回路図において、 V_{st} は $100V$ 、 C_{ext} は $20nF$ 、及び R は $100K\Omega$ である。また、図4の回路図では、電流 I_{st} は $1.5A$ であり、 H_{ot} は電圧が高いことを意味し、 $Blow\ off$ は、通常は電流が流れないが、持続放電が発生した瞬間に流れるように構成されていることを意味しており、また、電圧 V_b は、 SA を発生させるための雰囲気プラズマ状態（+イオンと-イオンが混在している状態）を創るための回路である。

[0022] 図5には、太陽電池アレイ3上での持続放電抑制装置を模擬している実験装置の持続放電が発生していない通常時の電流経路を矢印で示し、また、図6には、持続放電発生時の電流経路を矢印で示している。実験装置では、通常時には、図5に示すように、太陽電池を模擬した太陽電池4を模擬した電源 V_1 から供給された電流が人工衛星本体 11 の負荷 12 を模擬した可変抵抗 R_L に流れ、再び電源 V_1 に戻って来る。実験装置の持続放電発生時には、図6に示すように、アークプラズマによってサンプル10間が短絡するため、電源 V_1 から供給される電流が負荷 12 の可変抵抗 R_L には供給されず、負荷 12 にはバッテリーの電源 V_2 から電流が供給される。この回路図は、1組の太陽電池アレイ3が短絡した場合も他の太陽電池アレイ3から電流が供給されることを模擬している。サンプル10には、ケーブルの直径が $1.1mm$ （被膜を含む）のものをを用い、被膜の厚さは $0.15mm$ のものをを用いた。

[0023] 本実験装置では、ケーブル15で一次アーク PA を発生させるためには、ケーブル芯線が露出することが必要条件である。また、持続放電を発生させるためには、ケーブル芯線が露出している箇所が接続していることが必要である。そこで、サンプル10は、ケーブル15の被膜14の一部を剥いで作製した。サンプル10を作製するのにケーブル15を用いた理由としては、

太陽電池アレイ 3 と違い、キャパシタンス成分やリアクタンス成分がないため、よりシンプルに持続放電抑制用キャパシタンス 7 の動作を確認することができると思料した。

[0024] 実験装置による実験では、持続放電抑制用のキャパシタンス C 1 の値を、0 nF, 11 nF, 33 nF, 50 nF, 100 nF, 及び 470 nF の 6 通りで放電試験を行った。キャパシタンス C 1 の静電容量が 0 nF ということは、キャパシタンス 7 が配設されていない状態である。また、全ての試験ケースで線間電圧 V_{st} は、100 V であり、線間電流 I_{st} は、1.5 A で統一して試験を行った。それぞれの試験ケースにおける一次アーク PA の発生回数 (Arc-no), PA から NSA, TSA への進展する確率、持続放電に持続時間の平均値と標準偏差の結果を、表 1 に示す。

[0025] [表1]

キャパシタンス 静電容量 nF	PA 発生回数	NSA %	TSA %	SAの持続時間 μs
0	PSAが発生			
11	PSAが発生			
33	60	85	15	100.6 ± 424.2
50	49	85.7	14.3	54.5 ± 267.6
100	35	100	0	2.6 ± 0.07
470	46	80.4	19.6	7.0 ± 3.3

[0026] 本実験装置でのキャパシタンス C 1 の静電容量について、表 1 よりキャパシタンス C 1 の静電容量を増加させていくと、0 nF と 11 nF では、PSA が発生したのに対し、33 nF 以上では PSA は発生せず、PSA を抑制することができたことが分かった。また、キャパシタンス C 1 の静電容量を、100 nF まで増加させると、TSA の発生確率が 0% となり、TSA を抑制できることが分かった。キャパシタンス C 1 の静電容量が 33 nF から 100 nF までの間では、キャパシタンス C 1 の静電容量の増加に伴い持続放電時間が短くなっていることが分かった。しかしながら、キャパシタンス

C1の静電容量の100nFと470nFとを比較すると、470nFの方が持続放電時間、及びTSAの発生確率が増加していることが分かった。

[0027] この太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置では、以上のことより、キャパシタンス7の静電容量は、太陽電池における電気回路システムや太陽電池の発電容量によって最適値を決定できることが分かった。即ち、本実験装置における実施例の条件では、例えば、キャパシタンス7の静電容量は、少なくとも33nFから470nFの範囲であり、その範囲内では100nFが最適値となった。しかしながら、キャパシタンス7の静電容量は、太陽電池アレイの直列回路2の構成、及び発電電圧、電流によっても異なってくるものであり、一般的には、太陽電池アレイ3の使用状態では、キャパシタンス7の静電容量は、33nFから10 μ Fまでの範囲が実用的に用いられ得ることが確認できた。

[0028] 図7には、キャパシタンスC1の静電容量が100nFの放電波形の一例を示している。図7は、電流値が1倍の電流プローブを使用して測定しており、5A以上の電流値を測定することができなかった。Hot-inからHot-outを引いた電流値がアーク電流I_{st}である。また、電流値は、1.5Aに設定しているため、Hot-inの電流値が1.5A以上流れている時はキャパシタンスC1が放電している時であり、1.5A以下流れている時はキャパシタンスC1が充電している時である。図6より、放電が開始した直後、V_{st}が低下し、それに伴いキャパシタンスC1が放電を開始していることが分かる。キャパシタンスC1の放電が完了すると、キャパシタンスC1が充電を開始し、アークに流れる電流I_{st}は、全てキャパシタンスC1の充電に用いられるため、アークに流れる電流値が0になっていることが分かる。このような放電開始時のキャパシタンスC1の突入電流や、キャパシタンスC1の充電によるアーク電流の減少によってアークが不安定になり、持続放電が消滅したものと考えられる。

[0029] しかしながら、キャパシタンスC1の静電容量を増加していくと、キャパシタンスC1の突入電流のエネルギーも増加していき、そのエネルギーによ

って短絡時により濃いアークプラズマを生成するため、キャパシタンスC1が100nFと470nFとのケースを比較すると、100nFのケースよりも470nFのケースの方がTSAの発生確率が増加し、放電持続時間が増加したものと考えられる。

[0030] 図8には、キャパシタンスC1の静電容量が0nFの放電波形の一例を示している。図8は、キャパシタンスC1の静電容量が0nFであって、正極側ライン5と負極側ライン6との間にキャパシタンスC1が設けられていない状態の回路と同等であり、持続放電が発生するものであり、PSAの波形となる。C1=0nFの場合だと、アーク電流、アーク電圧のキャパシタンスC1による振動は少なく、安定したアークプラズマであることから分かる。

[0031] 上記のとおり、この太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置は、正極側ライン5と負極側ライン6との間に持続放電抑止用のキャパシタンス7を接続することによって、持続放電の持続時間を短縮することができ、PSA及びTSAを抑制することができた。キャパシタンス7の静電容量C1を増加させ過ぎると、キャパシタンス7の突入電流によって、より濃いアークプラズマを生成してしまい放電持続時間が長くなってしまう場合があることが確認できた。

産業上の利用可能性

[0032] この発明による太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置は、宇宙空間で飛行する宇宙機、即ち、人工衛星に搭載した太陽電池アレイに適用できる。

符号の説明

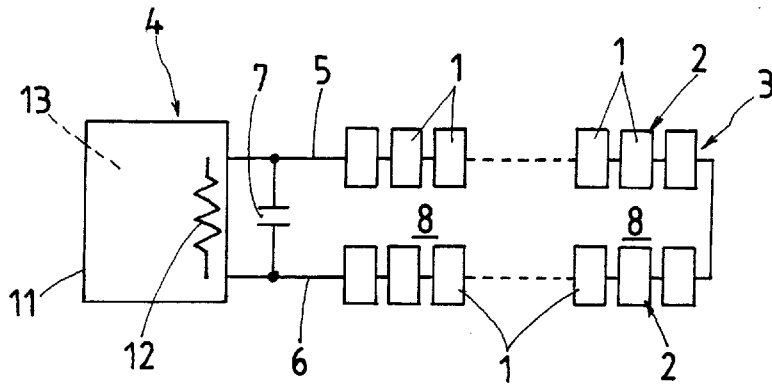
- [0033]
- 1 太陽電池セル
 - 2 直列回路
 - 3 太陽電池アレイ
 - 4 人工衛星
 - 5 正極側ライン
 - 6 負極側ライン

- 7 持続放電抑制用のキャパシタンス
- 8 ギャップ
- 1 1 人工衛星本体
- 1 2 負荷
- S A 持続放電

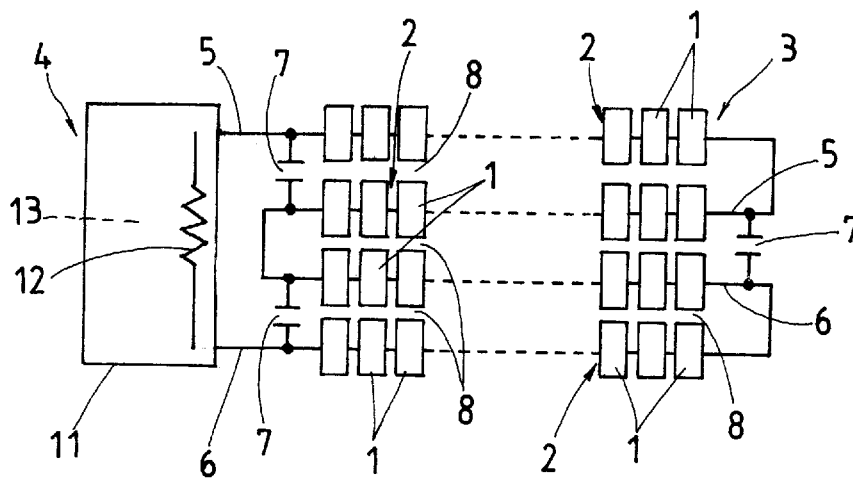
請求の範囲

- [請求項1] 複数の太陽電池セルが直列に接続された複数の直列回路を、人工衛星内負荷の正極性端子及び負極性端子にそれぞれ正極側ライン及び負極側ラインを介して接続されて電源装置を構成する太陽電池アレイにおいて、
- 前記直列回路の前記正極側ラインと前記負極側ラインとの間、又は予め決められた所定の前記直列回路間に、持続放電で発生する電圧振動で充電される持続放電抑制用キャパシタンスが接続されていることを特徴とする太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置。
- [請求項2] 複数の前記持続放電抑制装置を、前記正極性端子及び前記負極性端子に並列に接続したことを特徴とする請求項1に記載の太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置。
- [請求項3] 前記持続放電の発生時に前記キャパシタンスを充電させて前記持続放電に供給される電流を無くし、前記持続放電の継続時間を短縮し、前記持続放電を消滅させることを特徴とする請求項1又は2に記載の太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置。
- [請求項4] 前記キャパシタンスの静電容量は、前記太陽電池アレイにおける電気回路システムや前記太陽電池アレイの発電容量によって最適値を決定できることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置。
- [請求項5] 前記キャパシタンスの静電容量は、少なくとも33nFから10 μ Fまでの範囲であることを特徴とする請求項4に記載の太陽電池アレイ上での持続放電抑制装置。

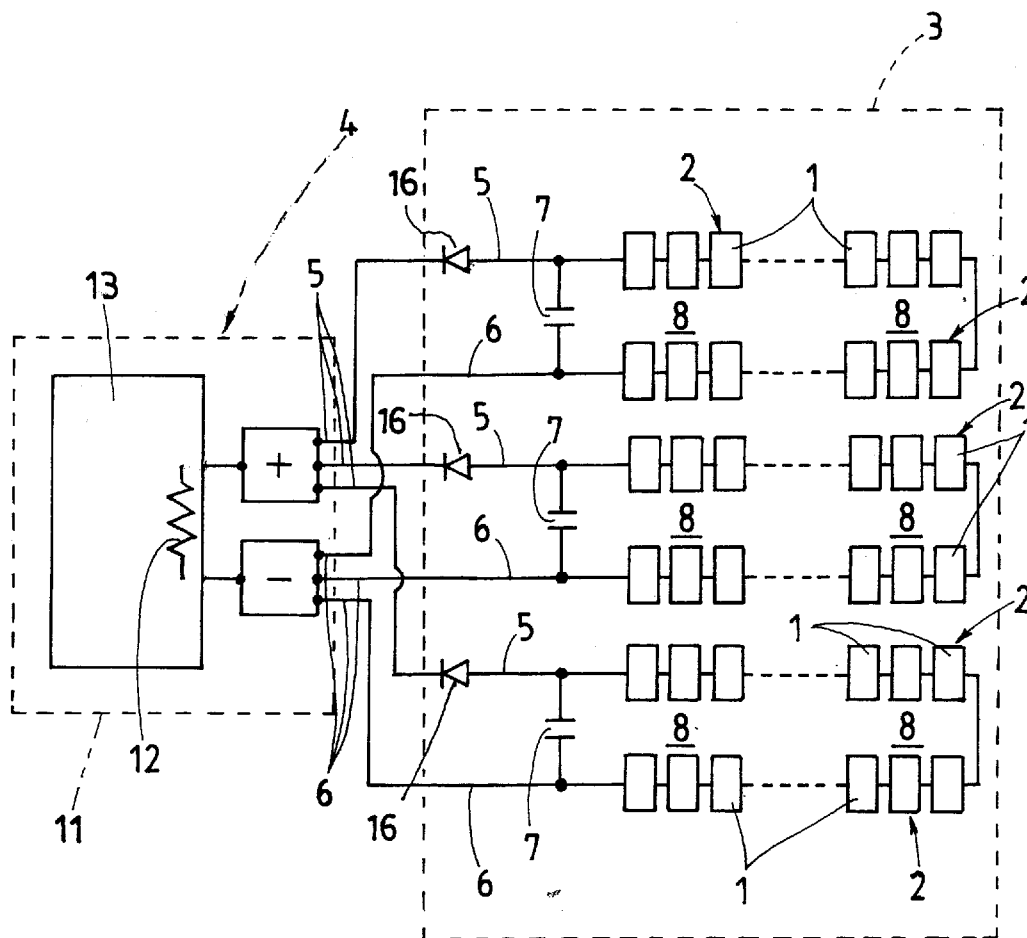
[図1]



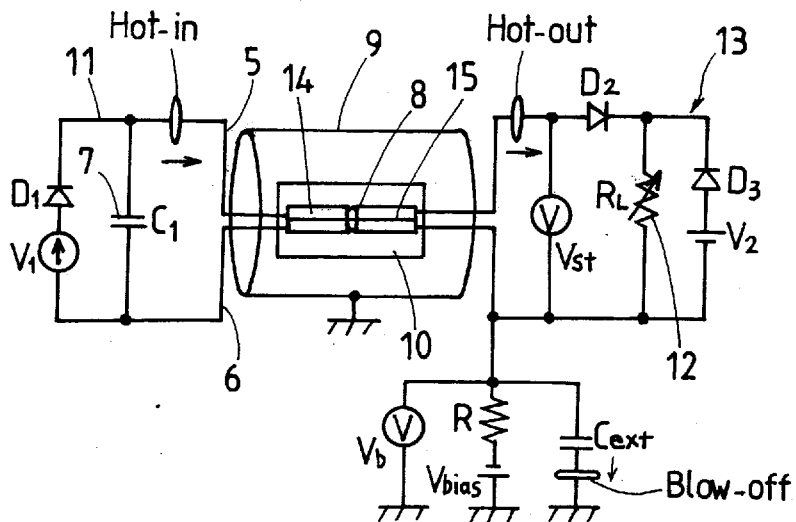
[図2]



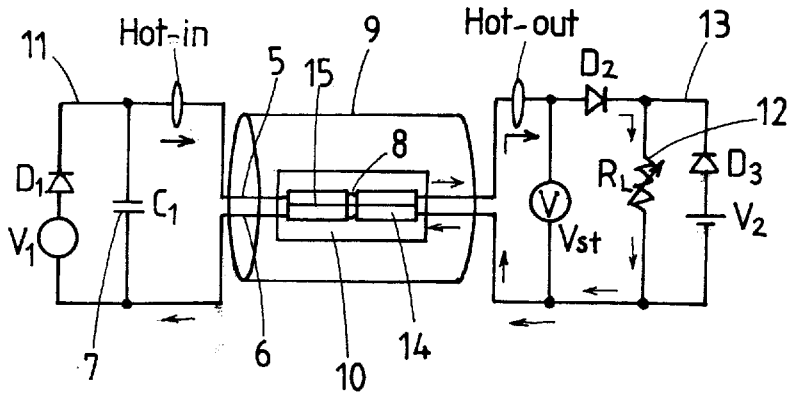
[圖3]



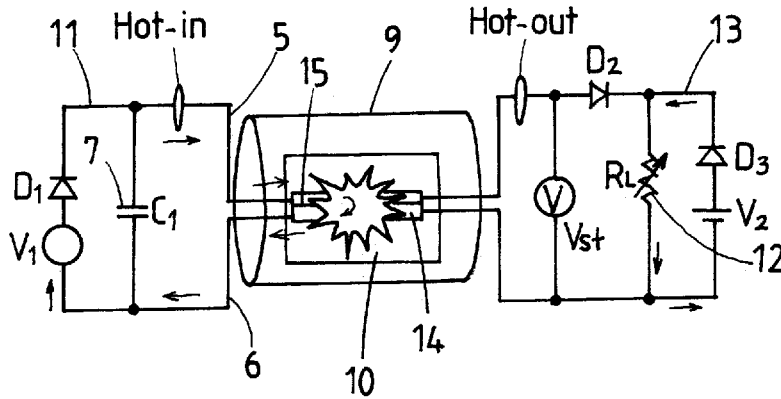
[圖4]



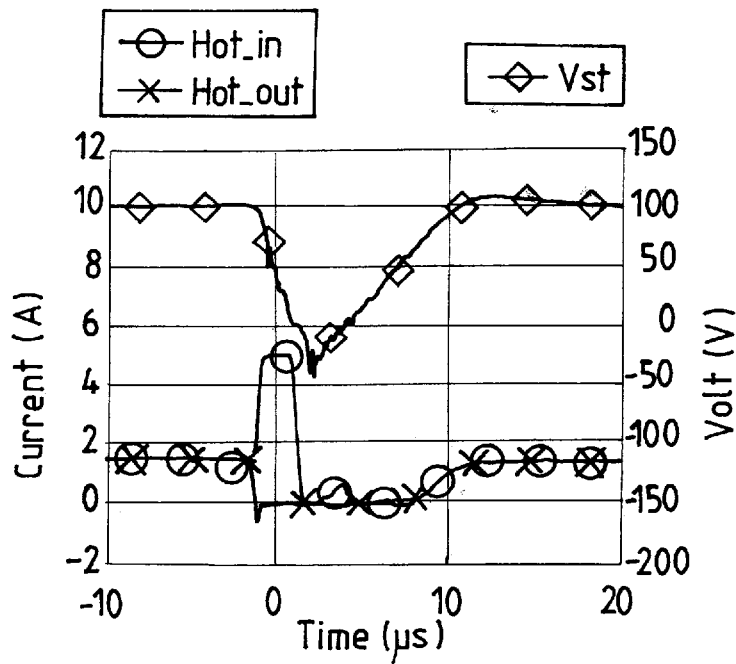
[图5]



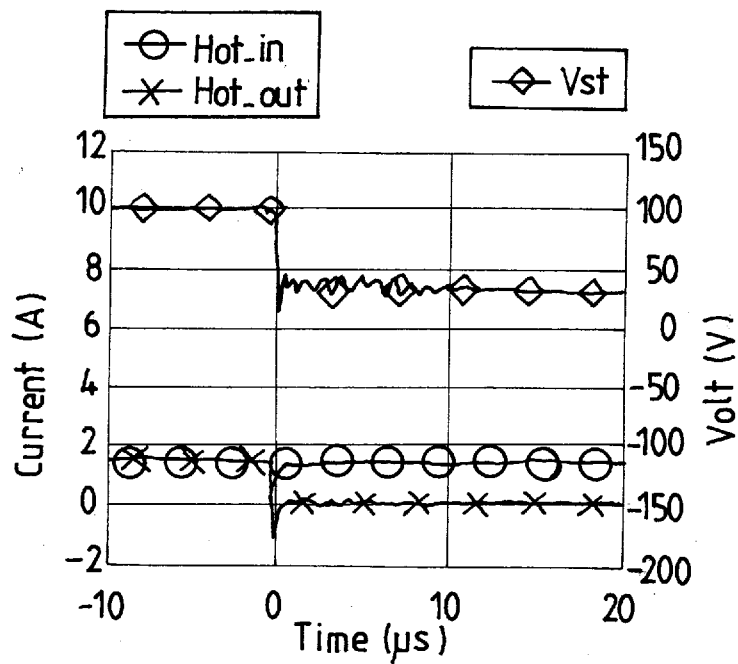
[图6]



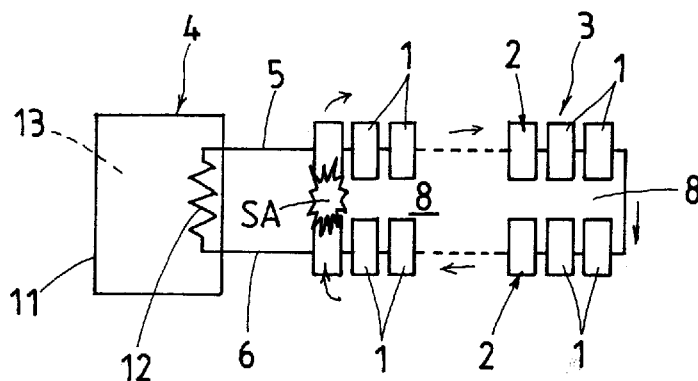
[图7]



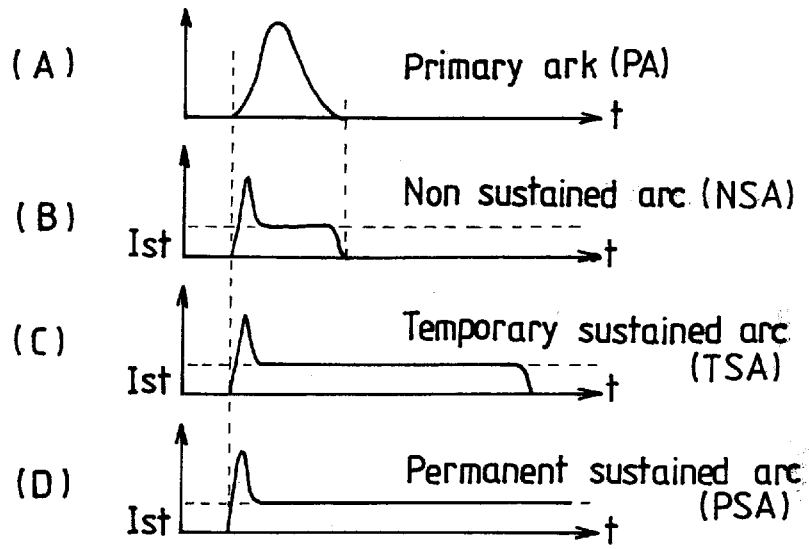
[圖8]



[圖9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006016

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B64G1/44(2006.01) i, H01L31/04(2006.01) i</i>												
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) <i>B64G1/44, H01L31/04</i>												
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td><i>Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1922-1996</i></td> <td><i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i></td> <td><i>1996-2009</i></td> </tr> <tr> <td><i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1971-2009</i></td> <td><i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1994-2009</i></td> </tr> </table>			<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2009</i>	<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2009</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2009</i>		
<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2009</i>									
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2009</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2009</i>									
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.										
Y	JP 05-122866 A (NEC Corp.), 18 May 1993 (18.05.1993), entire text; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-5										
Y	JP 2006-173539 A (Tokyo Coil Engineering Co., Ltd.), 29 June 2006 (29.06.2006), fig. 1 to 4, 6 (Family: none)	1-5										
A	JP 05-030656 A (NEC Corp.), 05 February 1993 (05.02.1993), entire text; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5										
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.												
* Special categories of cited documents: <table border="0"> <tr> <td>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>“&” document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			“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	
“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 15 December, 2009 (15.12.09)		Date of mailing of the international search report 28 December, 2009 (28.12.09)										
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer										
Facsimile No.		Telephone No.										

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B64G1/44(2006.01)i, H01L31/04(2006.01)i		
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)) Int.Cl. B64G1/44, H01L31/04		
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2009年 日本国実用新案登録公報 1996-2009年 日本国登録実用新案公報 1994-2009年		
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)		
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
Y	JP 05-122866 A (日本電気株式会社) 1993.05.18, 全文, 第1-6 図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2006-173539 A (東京コイルエンジニアリング株式会社) 2006.06.29, 第1-4、6図等参照 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 05-030656 A (日本電気株式会社) 1993.02.05, 全文, 第1-2 図 (ファミリーなし)	1-5
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「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 「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 「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) 「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日の後に公表された文献 「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「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 「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 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 15.12.2009	国際調査報告の発送日 28.12.2009	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 杉山 悟史 電話番号 03-3581-1101 内線 3341	3D 3322