

(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
2020年2月13日(13.02.2020)



(10) 国際公開番号

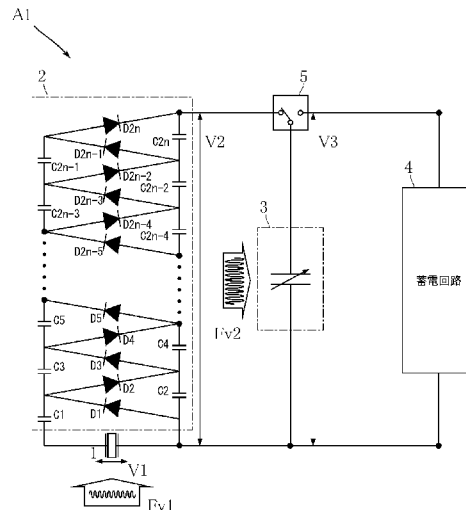
WO 2020/031600 A1

- (51) 国際特許分類:
H02N 2/18 (2006.01) *H01L 41/193* (2006.01)
H01L 41/04 (2006.01) *H02N 11/00* (2006.01)
H01L 41/113 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/027307
- (22) 国際出願日: 2019年7月10日(10.07.2019)
- (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 2018-150278 2018年8月9日(09.08.2018) JP
- (71) 出願人: 日本ゼオン株式会社 (ZEON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008246 東京都千代田区丸の内一丁目6番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(71) 出願人: 千葉 正毅 (CHIBA Seiki) [JP/JP]; 〒1520023 東京都目黒区八雲3-8-18 Tokyo (JP). 和氣 美紀夫 (WAKI Mikio) [JP/JP]; 〒3291334 栃木県さくら市押上880番地3 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 竹下 誠 (TAKESHITA Makoto); 〒1008246 東京都千代田区丸の内一丁目6番2号 日本ゼオン株式会社内 Tokyo (JP). 上島 貢 (UEJIMA Mitsugu); 〒1008246 東京都

(54) Title: DIELECTRIC ELASTOMER POWER GENERATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 誘電エラストマー発電システム

FIG.1



4 Electricity storage circuit

(57) Abstract: This dielectric elastomer power generation system A1 is provided with a dielectric elastomer power generation element 3 having a dielectric elastomer layer 31 and a pair of electrode layers 32 sandwiching the dielectric elastomer layer 31. The dielectric elastomer power generation system A1 is further provided with a piezoelectric element 1 and a multi-stage voltage doubler rectifier circuit 2 for boosting and rectifying the voltage generated by the piezoelectric element 1 and supplying the boosted and rectified voltage to the dielectric elastomer power generation element 3 as an

千代田区丸の内一丁目6番2号 日本ゼオン株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 吉田 稔, 外 (YOSHIDA Minoru et al.);
〒5430014 大阪府大阪市天王寺区玉造元町
2番32-1301 Osaka (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, 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, 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, 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, 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))

initial applied charge. The configuration as described above makes it possible to improve the amount of power generation while reducing system construction cost.

(57) 要約: 誘電エラストマー発電システム A 1 は、誘電エラストマー層 3 1 および当該誘電エラストマー層 3 1 を挟む一対の電極層 3 2 を有する誘電エラストマー発電要素 3 を備える。誘電エラストマー発電システム A 1 はさらに、圧電素子 1 と、圧電素子 1 によって発電された電圧を昇圧し且つ整流するとともに誘電エラストマー発電要素 3 に初期印加電荷として与える多段倍電圧整流回路 2 と、を備える。このような構成により、システム構築コストを低減しつつ発電量を向上させることができる。

明 細 書

発明の名称：誘電エラストマー発電システム

技術分野

[0001] 本発明は、誘電エラストマー発電システムに関する。

背景技術

[0002] 誘電エラストマー層と当該誘電エラストマー層を挟む一对の電極層とを有する誘電エラストマー要素は、駆動用途および発電用途のそれぞれの分野において開発が進められている。特許文献1，2には、誘電エラストマー要素が発電用途に用いられた誘電エラストマー発電システムが開示されている。この誘電エラストマー発電システムにおいては、誘電エラストマー要素を伸長させる外力（力学的エネルギー）を電気的エネルギーに変換することにより発電がなされている。この発電による電力は、たとえばニッケル水素電池およびリチウムイオン電池や電気二重層コンデンサ等の二次電池に蓄電される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5479659号号公報

特許文献2：特許第5509350号号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 誘電エラストマー要素を用いた発電の原理は、誘電エラストマー要素に外力が与えられることによる静電容量の変化を利用して、初期印加電荷による電圧（以下、初期電圧）よりも高い電圧を得るものである。誘電エラストマー発電システムの発電量を向上させるには、より高い初期電圧を誘電エラストマー要素に与えることが好ましい。このような初期電圧を与えるために、たとえば専用の電源回路が必要となり、誘電エラストマー発電システムの煩雑化、高コスト化を招来する。

[0005] 本発明は、上記した事情のもとで考え出されたものであって、システム構築コストを低減しつつ発電量を向上させることが可能な誘電エラストマー発電システムを提供することをその課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明によって提供される誘電エラストマー発電システムは、誘電エラストマー層および当該誘電エラストマー層を挟む一对の電極層を有する誘電エラストマー発電要素を備え、圧電素子と、前記圧電素子によって発電された電圧を昇圧し且つ整流するとともに前記誘電エラストマー発電要素に初期印加電荷として与える多段倍電圧整流回路と、を備える。

[0007] 本発明の好ましい実施の形態においては、前記多段倍電圧整流回路は、コッククロフト・ウォルトン回路を含む。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、システム構築コストを低減しつつ発電量を向上させることができる。

[0009] 本発明のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなろう。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明に係る誘電エラストマー発電システムの一例を示すシステム構成図である。

[図2]図1の誘電エラストマー発電システムの誘電エラストマー発電要素の発電原理を概略的に示す図である。

[図3]図1の誘電エラストマー発電システムの誘電エラストマー発電要素の発電原理を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の好ましい実施の形態につき、図面を参照して具体的に説明する。

[0012] 図1は、本発明に係る誘電エラストマー発電システムの一例を示している

。本実施形態の誘電エラストマー発電システム A 1 は、圧電素子 1、多段倍電圧整流回路 2、誘電エラストマー発電要素 3、蓄電回路 4 およびスイッチ部 5 を備える。誘電エラストマー発電システム A 1 は、振動入力 $F_v 1$ 、 $F_v 2$ を利用して発電を行うシステムである。

[0013] 圧電素子 1 は、いわゆるピエゾ発電素子である。圧電素子 1 は、与えられた振動入力を電力に変換する機能を果たす。圧電素子 1 は、比較的振幅が小さい振動入力によって交流電力を発電可能であるという特性を有する。

[0014] 多段倍電圧整流回路 2 は、入力電圧を多段倍に昇圧し且つ整流することにより、入力電圧の略整数倍の直流の出力電圧を出力する回路である。本実施形態においては、多段倍電圧整流回路 2 は、コッククロフト・ウォルトン回路を含む。コッククロフト・ウォルトン回路は、複数のダイオードと、複数のコンデンサとが多段に組み合わせられることにより、多段倍に昇圧する機能を果たす回路である。図示された例においては、多段倍電圧整流回路 2 のコッククロフト・ウォルトン回路は、 $2n$ 個のダイオード $D 1$ 、 $D 2 \cdots D 2n$ と、 $2n$ 個のコンデンサ $C 1$ 、 $C 2 \cdots C 2n$ と、が n 段に組まれた回路である。このような多段倍電圧整流回路 2 は、入力電圧である交流電圧の最大値（正側のピーク電圧）と最小値（負側のピーク電圧）の差であるピークピーク値電圧の n 倍の直流電圧を出力する。

[0015] 誘電エラストマー発電要素 3 は、図 2 および図 3 に示すように、誘電エラストマー層 3 1 および一対の電極層 3 2 を有する。なお、誘電エラストマー発電要素 3 に加えて、入力された外力を誘電エラストマー発電要素 3 に伝達するための構造部材や、発電動作を実現する上で利用される張力を誘電エラストマー発電要素 3 に発生させるための張力維持機構等（いずれも図示略）を適宜備えていてもよい。

[0016] 誘電エラストマー層 3 1 は、弾性変形が可能であるとともに、絶縁強度が高いことが求められる。このような誘電エラストマー層 3 1 の材質は特に限定されないが、好ましい例として、たとえばシリコンエラストマーやアクリルエラストマーが挙げられる。

- [0017] 一対の電極層 3 2 は、誘電エラストマー層 3 1 を挟んでおり、初期電荷が導入され、出力電圧が生じる部位である。電極層 3 2 は、導電性を有するとともに、誘電エラストマー層 3 1 の弾性変形に追従しうる弾性変形が可能な材質によって形成される。このような材質としては、弾性変形可能な主材に導電性を付与するフィラーが混入された材質が挙げられる。前記フィラーの好ましい例として、たとえばカーボンナノチューブが挙げられる。
- [0018] 誘電エラストマー発電要素 3 は、外部からの外力や拘束を受けていない状態であって、一対の電極層 3 2 に電圧が印加されていない状態においては、自発的な伸長や伸縮を生じていない自然長状態にあり、外力が付与された場合に、誘電エラストマー層 3 1 の弾性変形が許容されている。
- [0019] 蓄電回路 4 は、誘電エラストマー発電要素 3 によって発電された電力が入力されるものであり、誘電エラストマー発電システム A 1 における蓄電手段である。蓄電回路 4 の構成は特に限定されず、誘電エラストマー発電要素 3 から発電される電力を適切に蓄電可能な蓄電容量を備えたものであればよい。蓄電回路 4 を構成する所謂二次電池としては、たとえばニッケル水素電池やリチウムイオン電池が挙げられる。また、蓄電回路 4 は、入力電圧を二次電池に適した電圧に降下させる降圧回路を備えていてもよい。
- [0020] スイッチ部 5 は、誘電エラストマー発電要素 3 と多段倍電圧整流回路 2 および蓄電回路 4 との導通状態を切り替えるものである。スイッチ部 5 の具体的構成は特に限定されず、半導体スイッチ素子を含むものや、機械的な構造によって導通状態を切り替えるスイッチモジュールを含むものであってもよい。さらに、スイッチ部 5 は、以下に述べる誘電エラストマー発電システム A 1 の動作を実現するために、たとえば圧電素子 1 の振動状態や、多段倍電圧整流回路 2 の電圧印加状態、および誘電エラストマー発電要素 3 の伸縮状態のいずれかまたはすべてを検出する検出手段を含んでいてもよい。また、スイッチ部 5 は、上述の検出手段の検出結果等に基づいて、導通状態の切り替えを判断する制御部を含んでいてもよい。
- [0021] 次に、誘電エラストマー発電システム A 1 の動作例について、以下に説明

する。

[0022] 図1に示すように、圧電素子1に振動入力 F_v1 が与えられる。振動入力 F_v1 は、たとえば自然エネルギーによって生じる振動である。圧電素子1は、比較的小さい振幅の振動入力 F_v1 であっても発電可能である。このため、振動入力 F_v1 としては、たとえば誘電エラストマー発電要素3による発電には振幅が小さい振動や、時系列で振幅が変化する振動のうち、誘電エラストマー発電要素3による発電には振幅が小さい期間の振動が用いられる。

[0023] 圧電素子1の発電によって得られた電力は、多段倍電圧整流回路2に入力される。振動入力 F_v1 が与えられることにより圧電素子1で発電された電力は、ピーク電圧が電圧 $V1$ の交流電力である。この交流電力が多段倍電圧整流回路2に入力されると、電圧の正負が入れ替わるたびに、 $2n$ 個のコンデンサ $C1, C2 \dots C2n$ に蓄電される電圧が高くなる。たとえば、振動入力 F_v1 による圧電素子1からの交流電圧が十分に入力されると、多段倍電圧整流回路2からの出力電圧である直流電圧 $V2$ は、電圧 $V1$ の $2n$ 倍となる。

[0024] 次いで、図1に示すように、誘電エラストマー発電要素3には、振動入力 F_v2 が与えられる。同図においては、スイッチ部5の切り替え動作により、多段倍電圧整流回路2と誘電エラストマー発電要素3とが接続されている。振動入力 F_v2 としては、たとえば誘電エラストマー発電要素3による発電が可能な程度の振幅を有する振動や、時系列で振幅が変化する振動のうち、誘電エラストマー発電要素3による発電が可能な程度の振幅を有する期間の振動が用いられる。すなわち、振動入力 F_v1 と振動入力 F_v2 としては、時系列で振幅が変化する1つの振動を利用することができる。

[0025] 図2においては、誘電エラストマー発電要素3に、振動入力 F_v1 によって図中上下方向に向かう外力が負荷されている。このため、誘電エラストマー発電要素3の誘電エラストマー層31が、図中上下方向に伸長されている。これにより、誘電エラストマー層31の面積が増大し、厚さが縮小してい

る。一对の電極層 3 2 は、誘電エラストマー層 3 1 に追従しており、面積が拡大している。この状態において、誘電エラストマー発電要素 3 をコンデンサとしてとらえた場合、その静電容量 $C_d 1$ は、相対的に大となっている。この状態の誘電エラストマー発電要素 3 に、多段倍電圧整流回路 2 からの直流電圧 V_2 を初期電圧として印加する。具体的には、静電容量 $C_d 1$ の誘電エラストマー発電要素 3 に直流電圧 V_2 を印加することにより、電流 I_q が流れ、電荷 Q が投入される。

[0026] 図 3 は、図 2 に示す状態の後に、上記外力が弱められ、あるいはゼロとなることにより、図 2 に示す状態から誘電エラストマー発電要素 3 が縮小した状態を示している。同図においては、スイッチ部 5 の切り替え動作により、蓄電回路 4 と誘電エラストマー発電要素 3 とが接続されている。この状態においては、誘電エラストマー層 3 1 の面積が縮小し、厚さが増大している。一对の電極層 3 2 は、誘電エラストマー層 3 1 に追従しており、面積が縮小している。この状態において、誘電エラストマー発電要素 3 をコンデンサとしてとらえた場合、その静電容量 $C_d 2$ は、上述した静電容量 $C_d 1$ よりも小となっている。しかし、一对の電極層 3 2 に蓄えられた電荷 Q は、一定である。このため、電圧 V_3 と直流電圧 V_2 との比は、静電容量 $C_d 2$ と静電容量 $C_d 1$ との比と、反比例の関係にある。したがって、一对の電極層 3 2 からの出力電力を蓄電回路 4 によって出力電流 I_w として受電する。これにより、誘電エラストマー層 3 1 の収縮時に初期電圧の印加に要する電力を上回る出力電力が得られる。この出力電圧は、蓄電回路 4 に蓄電される。以上の動作を繰り返すことにより、誘電エラストマー発電要素 3 によって発電された電力を、蓄電回路 4 に蓄電する。

[0027] 次に、誘電エラストマー発電システム A 1 の作用について説明する。

[0028] 本実施形態によれば、誘電エラストマー発電要素 3 に初期電圧を印加するための電力は、圧電素子 1 によって発電される。このため、誘電エラストマー発電要素 3 に初期電圧を印加するための専用の電源や回路等を用いる必要がない。また、圧電素子 1 からの交流電圧は、多段倍電圧整流回路によって

昇圧および整流された後に、誘電エラストマー発電要素に初期電圧として印加される。誘電エラストマー発電要素 3 が発電機能を果たす範囲において、印加される初期電圧が高いほど、誘電エラストマー発電要素 3 の発電量を向上させることが可能である。したがって、誘電エラストマー発電システムのシステム構築コストを低減しつつ、発電量を向上させることができる。

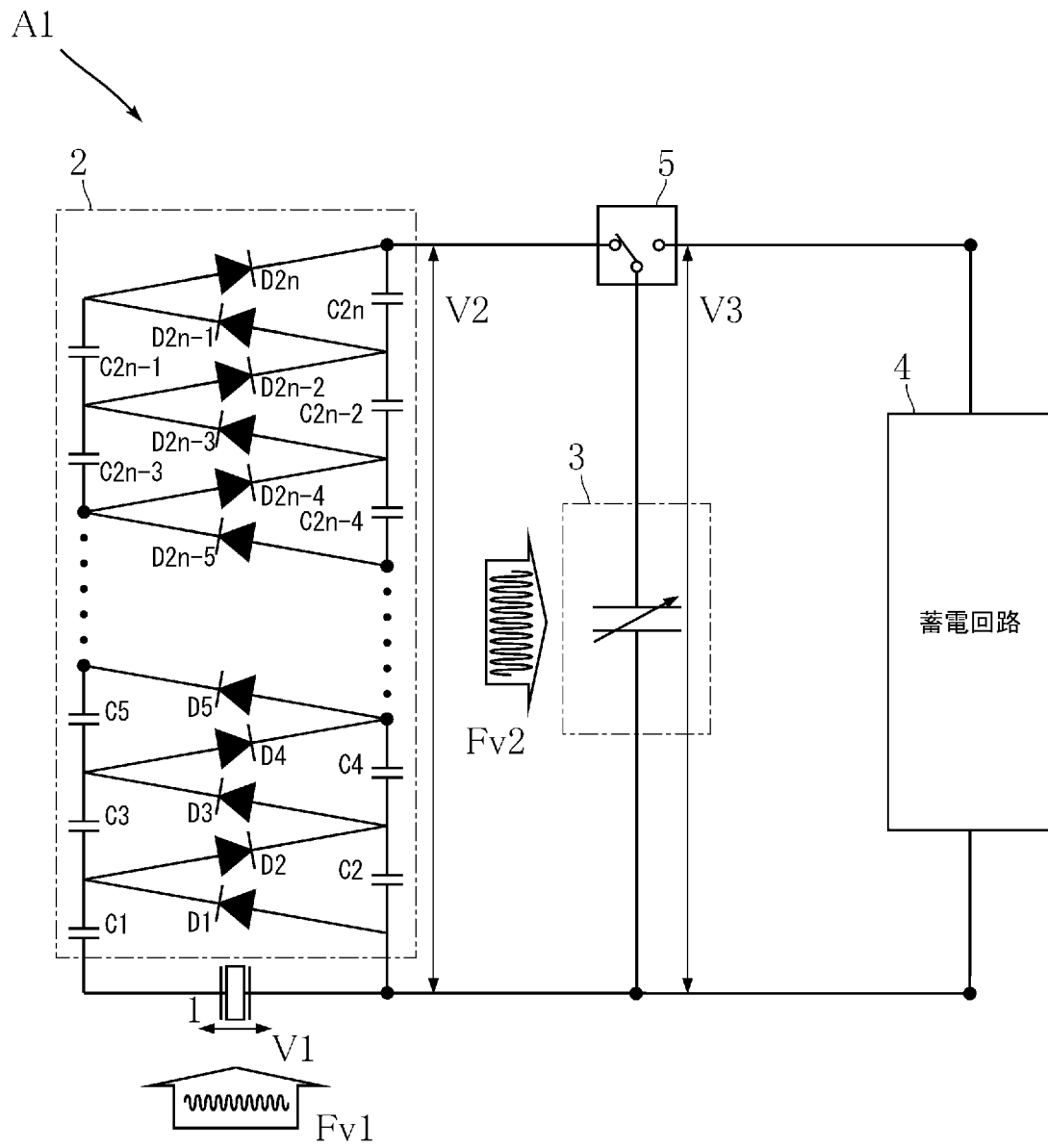
[0029] また、多段倍電圧整流回路 2 が、コッククロフト・ウォルトン回路を含むため、多段倍電圧整流回路 2 を複数のダイオードおよび複数のコンデンサによって構成することが可能である。また、各段における電圧は、入力電圧である交流電圧のピークピーク値電圧の等倍であるため、ダイオードやコンデンサとして、極端に耐圧が高いものを用いる必要がない。また、昇圧および整流を、1 つの多段倍電圧整流回路 2 によって実現可能であり、誘電エラストマー発電システム A 1 の部品点数を削減することができる。したがって、多段倍電圧整流回路 2 をより低コストで構成可能である。また、平均故障間隔を向上できることから、より信頼性の高い誘電エラストマー発電システム A 1 を構築可能である。

[0030] 本発明に係る誘電エラストマー発電システムは、上述した実施形態に限定されるものではない。本発明に係る誘電エラストマー発電システムの各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。

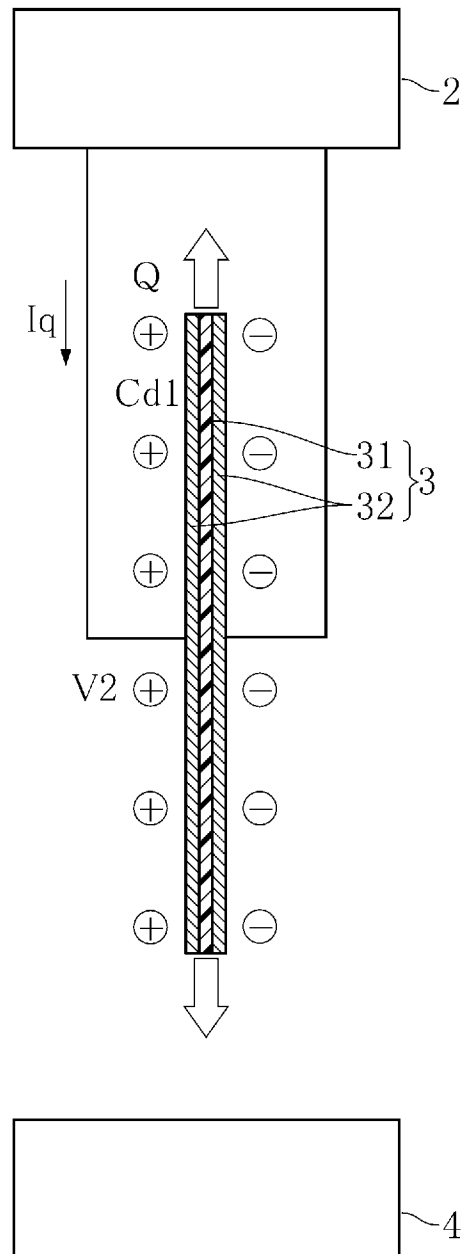
請求の範囲

- [請求項1] 誘電エラストマー層および当該誘電エラストマー層を挟む一対の電極層を有する誘電エラストマー発電要素を備え、
 圧電素子と、
 前記圧電素子によって発電された電圧を昇圧し且つ整流するとともに前記誘電エラストマー発電要素に初期印加電荷として与える多段倍電圧整流回路と、を備える、誘電エラストマー発電システム。
- [請求項2] 前記多段倍電圧整流回路は、コッククロフト・ウォルトン回路を含む、請求項1に記載の誘電エラストマー発電システム。

[図1]
FIG.1



[図2]
FIG.2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/027307

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02N2/18 (2006.01) i, H01L41/04 (2006.01) i, H01L41/113 (2006.01) i, H01L41/193 (2006.01) i, H02N11/00 (2006.01) 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)

Int. Cl. H02N2/18, H01L41/04, H01L41/113, H01L41/193, H02N11/00

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2018-19490 A (CHIBA, Seiki) 01 February 2018, paragraphs [0015]-[0020], fig. 1 (Family: none)	1-2
Y	JP 2014-128161 A (TAIHEIYO CEMENT CORP.) 07 July 2014, paragraph [0008] (Family: none)	1-2
Y	JP 2015-211601 A (HIOKI E.E. CORP.) 24 November 2015, paragraph [0002] (Family: none)	1-2

☐ 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
31.07.2019

Date of mailing of the international search report
13.08.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02N2/18(2006.01)i, H01L41/04(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i, H01L41/193(2006.01)i, H02N11/00(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. H02N2/18, H01L41/04, H01L41/113, H01L41/193, H02N11/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 2018-19490 A（千葉 正毅）2018.02.01, 段落0015-0020, 図1（ファミリーなし）	1-2
Y	JP 2014-128161 A（太平洋セメント株式会社）2014.07.07, 段落0008（ファミリーなし）	1-2
Y	JP 2015-211601 A（日置電機株式会社）2015.11.24, 段落0002（ファミリーなし）	1-2

□ 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。

* 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

31.07.2019

国際調査報告の発送日

13.08.2019

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）

三島木 英宏

3V

3018

電話番号 03-3581-1101 内線 3357