

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4813005号
(P4813005)

(45) 発行日 平成23年11月9日 (2011. 11. 9)

(24) 登録日 平成23年9月2日 (2011. 9. 2)

(51) Int. Cl.

H O 1 L 41/113 (2006.01)

F I

H O 1 L 41/08

B

請求項の数 14 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2002-512992 (P2002-512992)
 (86) (22) 出願日 平成13年7月13日 (2001. 7. 13)
 (65) 公表番号 特表2004-513593 (P2004-513593A)
 (43) 公表日 平成16年4月30日 (2004. 4. 30)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2001/022025
 (87) 国際公開番号 W02002/007178
 (87) 国際公開日 平成14年1月24日 (2002. 1. 24)
 審査請求日 平成20年7月14日 (2008. 7. 14)
 (31) 優先権主張番号 09/615, 234
 (32) 優先日 平成12年7月13日 (2000. 7. 13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 502296431
 クラーク デイビス ボイド
 アメリカ合衆国 24141 バージニア
 州 ラッドフォード ブランドン ロード
 7458
 (73) 特許権者 503021397
 ブラッドベリー アール. フェース
 アメリカ合衆国 23508 バージニア
 州 ノルフォーク ウェスト 35 スト
 リート 427 フェース インターナシ
 ョナル コーポレイション
 (74) 代理人 100077481
 弁理士 谷 義一
 (74) 代理人 100088915
 弁理士 阿部 和夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源内蔵式スイッチング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対抗する第 1 および第 2 の電極化主要面を有し、前記第 1 の対向する主要面が実質的に凸状であり、前記第 2 の対向する主要面が実質的に凹状である第 1 の電気活性部材と、前記第 1 の電気活性部材の前記第 2 の主要面に接合され、前記電気活性部材に圧縮力を加えるプレ - ストレス層と、を備える撓み力変換器であって、前記撓み力変換器に力が加えられたときに第 1 の位置から第 2 の位置まで変形するように適合され、前記第 2 の位置まで前記変形がされるや否や、前記第 1 の電極化主要面と前記第 2 の電極化主要面との間に第 1 の電圧ポテンシャルを発生するように適合されている撓み力変換器 (flexensional transducer) と、

前記第 1 の電気活性部材の前記第 1 の電極化主要面に電氣的に接続された第 1 の導体と、

前記第 1 の電気活性部材の前記第 2 の電極化主要面に電氣的に接続された第 2 の導体と、

前記第 1 および第 2 の導体に電氣的に接続され、前記第 1 の電圧ポテンシャルに応じて第 1 の信号を発生するように適合された信号送信手段であって、無線周波発生器下位回路 (radio frequency generator sub circuit) を有する、信号送信手段と、

入力側及び出力側を有する電圧レギュレータであって、前記電圧レギュレータの入力側は前記第 1 の導体および第 2 の導体に電氣的に接続され、前記電圧レギュレータの出力側は前記信号送信手段に接続された、電圧レギュレータと、

10

20

前記撓み力変換器に並列に接続されたアノードおよびカソードを有するダイオードであって、前記ダイオードのカソードは、前記第 1 の導体および前記電圧レギュレータの入力側に電氣的に接続されており、前記ダイオードのアノードは、前記第 2 の導体および前記電圧レギュレータの入力側に電氣的に接続されており、前記ダイオードが前記第 1 の電気活性部材の第 1 および第 2 の電極化主要面に並列に接続されている、ダイオードと、

第 1 の位置と第 2 の位置とを有するスイッチであって、前記信号送信手段と通信し、前記第 1 の信号に応答して前記第 1 の位置から前記第 2 の位置まで変化するように適合され、前記第 1 の信号に応答して前記第 2 の位置から前記第 1 の位置まで変化するように適合されたスイッチと

を備えることを特徴とする電源内蔵式スイッチング装置。

10

【請求項 2】

前記撓み力変換器に力を印加するための圧力印加手段であって、前記撓み力変換器を前記第 1 の位置から前記第 2 の位置まで変形させるのに十分な力を加え、それにより前記第 1 の電圧ポテンシャルを発生するように適合された圧力印加手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチング装置。

【請求項 3】

前記無線周波発生器下位回路は、

入力側と出力側とを有する発振器アレイであって、前記発振器アレイの前記入力側が前記電圧レギュレータの前記出力側に接続されている発振器アレイと、

前記発振器アレイの前記出力側に接続されたベースと、接地されたエミッタとを有する BJT と、

20

第 1 および第 2 の接合部を有する共振下位回路であって、前記共振下位回路の前記第 1 の接合部が前記電圧レギュレータに接続され、前記共振下位回路の前記第 2 の接合部が前記 BJT のコレクタに接続されている共振下位回路と

を備えることを特徴とする請求項 2 に記載のスイッチング装置。

【請求項 4】

前記無線周波発生器下位回路は、前記電圧レギュレータの前記出力側と前記共振下位回路の前記第 1 の接合部との間に直列に接続された無線周波チョークをさらに備えることを特徴とする請求項 3 に記載のスイッチング装置。

【請求項 5】

30

前記共振下位回路は、

第 1 および第 2 のプレートとを有する第 1 のキャパシタと、

第 1 および第 2 の端部を有する第 5 の導体からなる誘導ループであって、前記第 1 のキャパシタの前記第 1 のプレートが前記第 5 の導体の前記第 1 の端部に接続され、それにより、前記共振下位回路の前記第 1 の接合部を形成し、前記第 1 のキャパシタの前記第 2 のプレートが前記第 5 の導体の前記第 2 の端部に接続され、それにより、前記共振下位回路の前記第 2 の接合部を形成する誘導ループと

を備えることを特徴とする請求項 4 に記載のスイッチング装置。

【請求項 6】

前記発振器アレイは、

40

入力側と出力側とを有する第 1 のインバータであって、前記第 1 のインバータの前記出力側が前記 BJT の前記ベースに電氣的に接続された第 1 のインバータと、

前記第 1 のインバータの前記出力側に電氣的に接続された第 1 の抵抗器と、

前記第 1 の抵抗器と前記第 1 のインバータの前記入力側との間に直列に接続された第 2 のキャパシタと

を備えることを特徴とする請求項 5 に記載のスイッチング装置。

【請求項 7】

前記発振器アレイは、

入力側と出力側とを有する第 2 のインバータであって、前記第 2 のインバータの前記出力側が前記第 1 のインバータの入力側に電氣的に接続された第 2 のインバータと、

50

前記第 2 のキャパシタおよび前記第 2 のインバータに並列に電氣的に接続された第 2 の抵抗器と

をさらに備えることを特徴とする請求項 6 に記載のスイッチング装置。

【請求項 8】

前記無線周波チョークは、インダクタを備えることを特徴とする請求項 7 に記載のスイッチング装置。

【請求項 9】

前記ダイオードと並列に、前記第 1 および第 2 の導体に接続された第 3 のキャパシタをさらに備えることを特徴とする、請求項 8 に記載のスイッチング装置。

【請求項 10】

前記共振下位回路は、それぞれ前記第 5 の導体に接続された第 1 および第 2 の端部を有する第 6 の導体を備える同調ジャンパ線であって、前記第 1 および第 2 の端部で枢支し、それにより前記第 5 の導体に対して回転するように適合された同調ジャンパ線をさらに備えることを特徴とする請求項 9 に記載のスイッチング装置。

【請求項 11】

前記撓み力変換器は、対抗する第 1 および第 2 の電極化主要面を有し、前記第 1 の対向主要面が実質的に凸状であり、前記第 2 の対向主要面が実質的に凹状である第 2 の電気活性部材であって、前記第 2 の電気活性部材の前記第 2 の主要面が前記第 1 の電気活性部材の前記第 1 の主要面に接合されている第 2 の電気活性部材、をさらに備えることを特徴とする請求項 10 に記載のスイッチング装置。

【請求項 12】

前記第 1 および第 2 の電気活性部材のそれぞれは、圧電材料を備えることを特徴とする請求項 11 に記載のスイッチング装置。

【請求項 13】

前記信号送信手段は、

前記無線周波発生器下位回路が発生する信号を傍受するための受信機と、

前記受信機が傍受した前記信号に応答して電気信号を発生する電気信号発生手段であって、前記受信機に電氣的に接続された電気信号発生手段と

をさらに備え、

前記電気信号発生手段が発生した前記電気信号に応答して前記第 1 の位置から前記第 2 の位置まで変化するように前記スイッチが適合され、および前記電気信号発生手段が発生した前記電気信号に応答して前記第 2 の位置から前記第 1 の位置まで変化するように前記スイッチが適合されていることを特徴とする請求項 13 に記載のスイッチング装置。

【請求項 14】

前記電気信号発生手段は、第 1 の無線周波信号と、前記無線周波発生器下位回路が発生した前記信号とを区別するマイクロ・プロセッサを備えることを特徴とする請求項 13 に記載のスイッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の背景)

1. 発明の分野

本発明は一般に、ライト、電気器具などに通電するためのスイッチング装置に関する。より具体的には、本発明は、プレ・ストレス型圧電素子 (pre-stressed piezoelectric element) を使用してラッチ継電器 (latching relay) 用の活動化信号を発生する、電源内蔵式ラッチ継電器装置 (self-powered latching relay) に関する。この圧電素子と関連信号発生回路は、ラッチ継電器に直接ハードワイヤ接続するか、またはラッチ継電器を作動する受信機に RF 信号を送信するための送信機に結合することができる。

【0002】

2. 従来技術の説明

ライト、電気器具などに通電するためのスイッチおよびラッチ継電器は従来技術で周知の

10

20

30

40

50

ものである。典型的なライト用スイッチとしては、たとえば、単極スイッチと三路スイッチを含む。単極スイッチは、受電ライン（電源）用と、ライトへ流出するライ用のホット・リードである2つの端子を有する。三路スイッチは、異なる2カ所から1つのライトを制御することができる。各三路スイッチは、共通端子と、2つのトラベラ端子という3つの端子を有する。典型的な1対の三路スイッチではそれぞれが2本のケーブルを有する2つのボックスを使用し、第1のボックスは電源からの入り線と、第2のボックスへの出線を有し、第2のボックスは第1のボックスからの入り線と、ライトへの出線とを有する。

【0003】

このようなスイッチング方式のそれぞれでは、ドリルで穴を開け、スイッチとコンセント用のジャンクション・ボックスを取り付けるとともに、ケーブルを敷設することが必要である。ドリルで穴を開け、スイッチとジャンクション・ボックスを取り付けることは、困難かつ時間のかかることである場合もある。また、電気ケーブルを引くには、固定具からとりかかり、骨組内の穴を通して回路内の各固定具（fixture）までケーブルを引き回し、サービス・パネルに戻るまでの全ての道筋を延長することが必要である。理論上は単純であるが、ケーブルを巧く扱うことは困難かつ時間のかかることである場合もある。ケーブルは、引き回している間によじれたり、もつれたり、引っかかることが多く、敷設部に沿ったどこかでまっすぐにする必要がある。

【0004】

遠隔作動のスイッチ／継電器も当技術分野では既知のものである。既知の遠隔作動コントローラとしては、卓上型コントローラ、ワイヤレス・リモコン、タイマ、動き検知器、音声起動コントローラ、コンピュータと関連ソフトウェアを含む。たとえば、遠隔作動手段としては、壁付きコンセントに差し込まれるモジュールを含むことができ、そのモジュールにはある装置用の電源コードを差し込むことができる。その場合、この装置は、コントローラによってオン／オフを切り換えることができる。他の遠隔作動手段としてはねじ込みランプ・モジュールを含み、その場合、このモジュールがライト・ソケットにねじ込まれ、次に電球がモジュールにねじ込まれる。ライトは、コントローラによってオン／オフを切り換えることができ、暗くしたり明るくしたりすることができる。

【0005】

上記のモジュール用の典型的なりモット・コントローラの一例は、無線周波（RF）ベースのトランシーバである。このようなコントローラにより、ベースはコンセントに差し込まれ、ハンドヘルドのワイヤレスRFリモコンとともに複数のモジュール群を制御することができる。RF中継器を使用すると、互換性のあるワイヤレス・リモコン、スイッチ、セキュリティ・システム・センサの有効範囲を中継器あたり最高150フィート（45.72m）だけ増加することができる。このベースはすべてのワイヤレスRFリモコンに必要であり、複数のランプまたは電気器具の制御を可能にするものである。また、ハンドヘルド・ワイヤレス・リモコンにはバッテリーも必要である。

【0006】

ハンドヘルドRFリモコンを使用するのではなく、遠隔ウォール・スイッチを使用することもできる。このようなウォール・スイッチは、最高3/4インチ（1.905cm）の厚さであり、接着剤で所望の位置に貼り付けられる。ベース・ユニット（110Vのレセプタクルに差し込まれたもの）とともに、遠隔ウォール・スイッチは互換性のあるモジュールまたはスイッチ（受信機）を制御することができる。ワイヤレス・スイッチはベース・ユニットにRF信号を送信し、次にベース・ユニットは家庭内の既存の110V配線に沿って互換性のあるスイッチまたはモジュールに信号を送信する。各スイッチは、アドレス可能信号（addressable signal）によって設定することができる。ワイヤレス・スイッチもバッテリーを必要とする。

【0007】

このような遠隔制御装置は、たとえば、TV、VCR、ステレオ・システムなどのオーディオ／ビデオ装置、ならびにライトや、RFから赤外線（IR）ベースを使用する他の装置も制御することができる。このRFリモコンは、メーカー独自のRFコマンドをIRに変

10

20

30

40

50

換する変換器にそのようなＲＦコマンドを送信することにより、オーディオ／ビデオ装置を制御することができる。次にＩＲコマンドはオーディオ／ビデオ機器に送信される。このコンソールは、赤外線リモコンからの赤外線信号に応答し、次に互換性のある受信機に同等のコマンドを送信する。

【０００８】

従来のウォール・スイッチに関する１つの問題は、スイッチ・ボックスからライトまでと、スイッチ・ボックスからサービス・パネル内の電源までの両方について、広範な配線を敷設しなければならないことである。

【０００９】

従来のウォール・スイッチに関する他の問題は、複数のスイッチによって制御されるライト用の追加の配線を敷設しなければならないことである。

10

【００１０】

従来のウォール・スイッチに関する他の問題は、スイッチへの入力とスイッチからの出力として高電圧線が存在することである。

【００１１】

従来のウォール・スイッチに関する他の問題は、スイッチまでのワイヤ、スイッチからのワイヤ、スイッチ間のワイヤの初期設置に関するコストである。

【００１２】

従来のウォール・スイッチに関する他の問題は、既存のスイッチの改造、移転、または配線変更に関するコストと不便さである。

20

【００１３】

従来のＲＦスイッチに関する１つの問題は、依然として高圧ＡＣ電源またはバッテリーなどの外部電源を必要とすることである。

【００１４】

従来のＲＦスイッチに関する他の問題は、バッテリーの交換に関するコストと不便さである。

【００１５】

従来のＲＦスイッチに関する他の問題は、個々のモジュールおよびベース・ユニットへの大電力を必要とすることである。

【００１６】

30

従来のＡＣ電源型ＲＦスイッチに関する他の問題は、ウォール・スイッチを改造、配線変更または移転するときの難しさである。

【００１７】

したがって、従来技術の前述の問題を克服するスイッチングおよび／またはラッチ継電器装置を提供することが望ましいものと思われる。

【００１８】

（発明の概要）

本発明は、電気活性アクチュエータを使用する電源内蔵式（self-powered）スイッチングまたはラッチ継電器装置を提供する。このアクチュエータ内の圧電素子は、軸方向変位として大量に変形することができ、機械的衝撃（mechanical impulse）によって変形すると、電界を発生する。電気活性アクチュエータは、ラッチ／継電器メカニズム（latching/relay mechanism）を作動する瞬時（momentary）信号を発生するための電気機械式発生器として使用する。それにより、このラッチまたは継電器メカニズムは、ライトや電気器具などの電気装置のオン／オフを切り換える。

40

【００１９】

電気活性アクチュエータ素子用の機械式作動手段は、十分な大きさと持続時間の電気パルスが発生するためには、十分な力／加速度で電気活性アクチュエータ素子に圧力を加えなければならない。ライト用スイッチと同様のスイッチは、たとえば、トグル、スナップ・アクション、またはローラ・メカニズムによって圧力を加えることができる。より大型の電気活性アクチュエータ素子または複数の電気活性アクチュエータ素子を使用して、バル

50

スを発生させることもできる。

【 0 0 2 0 】

一実施形態では、電気活性アクチュエータが手動または機械式作動手段によって押下され、電気活性アクチュエータによって発生された電気信号が継電器スイッチに直接印加される。本発明の他の実施形態では、電気活性アクチュエータによって発生された電気パルスを改造 (modification) するための回路が設置されている。さらに他の実施形態では、電気活性アクチュエータの信号が R F 送信機に電力を供給し、その R F 送信機が R F 受信機に R F 信号を送信し、次にその R F 受信機が継電器を作動させる。さらに他の実施形態では、電気活性アクチュエータの信号が送信機に電力を供給し、その送信機が R F 受信機にパルス R F 信号を送信し、次にその R F 受信機が継電器を作動させる。(ガレージ・ドア開閉器の場合のように) デジタル化 R F 信号によってコーディングされた継電器のみを活動化するようにそのデジタル化 R F 信号をコーディングすることができる。

10

【 0 0 2 1 】

したがって、本発明の第 1 の目的は、電気活性素子または圧電素子を使用して装置を活動化する、スイッチング装置または継電器装置を提供することにある。

【 0 0 2 2 】

本発明の他の目的は、追加の配線を必要とせずにスイッチを設置できる、上記の特徴を有する装置を提供することにある。

【 0 0 2 3 】

本発明の他の目的は、建造物に穴を開けずにスイッチを設置できる、上記の特徴を有する装置を提供することにある。

20

【 0 0 2 4 】

本発明の他の目的は、スイッチが 1 2 0 または 2 2 0 V A C などの外部電気入力またはバッテリーを必要としない、上記の特徴を有する装置を提供することにある。

【 0 0 2 5 】

本発明の他の目的は、ラッチ継電器を活動化するために十分な大きさの電気信号を発生する電気活性装置を取り入れた、上記の特徴を有する装置を提供することにある。

【 0 0 2 6 】

本発明の他の目的は、無線周波送信機を活動化してラッチ継電器を活動化するために十分な大きさの電気信号を発生する電気活性装置を取り入れた、上記の特徴を有する装置を提供することにある。

30

【 0 0 2 7 】

本発明の他の目的および利点については、添付図面および以下に示すその説明を検討することにより明らかになるだろう。

【 0 0 2 8 】

(好ましい実施形態の説明)

圧電 (piezoelectric) および電歪 (electrostrictive) 材料 (本明細書では一般に「電気活性 (electroactive)」装置と呼ぶ) は、圧力 (stress) または変形 (strain) を受けたときに、有極電界 (polarized electric field) を発生する。圧電または電歪材料が発生する電界は、機械的応力またはひずみ (mechanical stress and strain) を引き起こす作用力の関数である。反対に、電気活性装置は、電界が加えられると、寸法変化 (dimensional change) を受ける。電気活性装置の寸法変化 (すなわち、膨張または収縮) は、加えた電界の関数である。電気活性装置は一般に、このような電界を受けたときに変形するその性向により、ドライバまたは「アクチュエータ」として使用される。また、このような電気活性装置またはアクチュエータは、加えた力によって引き起こされる変形に応じて電界を発生する可変容量を備えている。

40

【 0 0 2 9 】

既存の電気活性装置は、通常、ある変位を達成するために材料の寸法の変化を利用する、直接および間接モード・アクチュエータを含むが、本発明では、むしろ電気機械式発生器 (electromechanical generators) として、使用される。直接モード・アクチュエータと

50

しては通常、その主要表面上に形成された 1 対の電極間に挟まれた 1 つの圧電または電歪セラミック・プレート（または複数プレートのスタック）を含む。この装置は一般に、セラミック・プレート中に所望のひずみ（strain）を発生するのに十分な大きさの圧電および/または電歪係数を有する。しかし、直接モード・アクチュエータには、最大でも、せいぜい 10 分の数パーセント程度の非常に小さい変位（ひずみ）を達成することができるだけという不利を免れない。反対に、直接モード発生器アクチュエータは、ラッチ継電器を活動化するために十分な大きさのパルス瞬時電気信号を圧電的に発生するには、大量の力を加える必要がある。

【0030】

従来技術では、外部構造物を介してひずみ増幅を達成することにより直接モード・アクチュエータで達成可能なものより大きい変位およびひずみを示す間接モード・アクチュエータが知られている。間接モード・アクチュエータの一例は撓み力変換器（flexensional transducer）である。撓み力変換器は、圧電セラミック素子と、金属シェル、加圧プラスチック、ファイバ・ガラス、または同様の構造物から構成される複合構造物である。一般に、従来の撓み力装置のアクチュエータの動きは、横方向（transverse direction）の装置の増幅された収縮に機械的に結合する圧電材料の膨張の結果として生じる。動作時には、この動きは、直接モード・アクチュエータによって発生可能なひずみおよび変位よりも数桁分大きいひずみおよび変位を生じさせることが可能である。

【0031】

間接モード・アクチュエータの達成可能なひずみの大きさは、それらを「ユニモルフ（unimorph）」または「バイモルフ（bimorph）」撓み力アクチュエータとして構築することにより、増加させることができる。典型的なユニモルフは、撓み性の金属フォイル（flexible metal foil）に外面的に接合された単一圧電素子から構成される凹状構造物であり、その結果、通電されたときに軸方向の座屈（axial buckling）または反り（deflection）を生じさせる。一般的なユニモルフは 10 % もの高いひずみを生じさせることができる。従来のバイモルフ装置は、2 つの圧電素子間に挟まれた中間の撓み性の金属フォイルを含む。セラミック素子の主要表面のそれぞれに電極が接合され、内側の 2 つの電極に金属フォイルが接合されている。印加電圧を受けたときに一方のセラミック素子は収縮し、もう一方は膨張するので、バイモルフは同等のユニモルフより大きい変位を生じさせる。バイモルフは最高 20 % のひずみを生じさせることができる。

【0032】

従来技術で既知の電気活性アクチュエータの所与の応用例の場合、電気活性材料の軸方向変形を増加させ、したがって、電気活性材料の達成可能なひずみを増加させるために、非対称応力バイアス電気活性装置（asymmetrically stress biased electroactive devices）が提案されている。このような装置（たとえば（米国特許第 5 4 7 1 7 2 1 号に開示されているような）「レインボー」アクチュエータおよびその他の撓み力アクチュエータを含む）では、非対称圧力バイアスによって、通常は 2 つの主要表面を有する湾曲構造物が生成され、その一方の主要表面は凹状であり、もう一方の主要表面は凸状である。

【0033】

図 1 を参照すると、変位、ひずみ、および負荷容量が改善された「THUNDER」と呼ばれるユニモルフ・アクチュエータは、最近開発されたものであり、米国特許第 5 6 3 2 8 4 1 号（特表平 1 1 - 5 0 3 2 7 2 号公報）に開示されている。THUNDER（Thin layer composite UNimorph ferroelectric Driver and sensor（薄層複合ユニモルフ強誘電体ドライバおよびセンサ）の頭辞語である）は、プレ・ストレス層が薄い圧電セラミック・ウェハに高温状態で接合されているユニモルフ・アクチュエータであり、複合構造物の冷却中に、プレ・ストレス層とセラミック層との熱収縮率の差により、セラミック・ウェハに非対称の応力バイアス（stress biases）がかけられる。

【0034】

THUNDER アクチュエータ 1 2 は複合構造物のアクチュエータであり、その構造は図

10

20

30

40

50

1に示されている。各THUNDERアクチュエータ12は、好ましくはその2つの対向面で電気めっきされた65および65aを備える、PZTの圧電セラミック層67を備える電気活性部材で構築されている。プレ-ストレス層64は、好ましくは鋼、ステンレス鋼、ベリリウム合金、またはその他の金属基板で構成され、第1の接着剤層66によりセラミック層67の一方の側の電気めっき表面65に接着されている。最も単純な実施形態では、接着剤層66がプレ-ストレス層として機能する。第1の接着剤層66は、好ましくは、NASAのLangley Research Centerが開発し、米国特許第5639850号に開示されているLaRC(商標)-SI材料である。第2の接着剤層66aも好ましくはLaRC-SI材料を含み、セラミック層67の反対側に接着されている。THUNDERアクチュエータ12の製造中に、セラミック層67と接着剤層66とプレ-ストレス層64は、接着材料の融点より高い温度まで同時に加熱される。実際には、THUNDERアクチュエータを構成する様々な層(すなわち、セラミック層67、接着剤層66および66a、プレ-ストレス層64)は通常、オートクレーブ(autoclave; 耐圧がま)または対流式オーブンの内部に複合構造体として置かれ、その構造体のすべての層が接着材料66の融点より高いがセラミック層67のキュリー温度より低い温度に達するまで、対流によりゆっくり加熱される。セラミック層67の圧電特性を崩壊させるのを回避するために、セラミック層67の温度をセラミック層のキュリー温度より下に維持することが望ましい。この多層構造体は通常、低速で対流式に加熱されるので、すべての層がほぼ同じ温度になる傾向がある。いずれにしても、接着剤層66は通常、2つの他の層の間(すなわち、セラミック層67とプレ-ストレス層64との間)に位置するので、このプロセスの加熱ステップ中に、セラミック層67とプレ-ストレス層64は普通、同じ温度に非常に近くなり少なくとも接着剤層66および66aと同じ程度の高温になる。その後、THUNDERアクチュエータ12を冷却させる。

【0035】

このプロセスの冷却ステップ中に(すなわち、接着剤層66および66aが再凝固した後に)、セラミック層67は、接着剤層66および66aとプレ-ストレス層64の材料の方がセラミック層67の材料より熱収縮係数が高いので、接着剤層66および66aによって圧縮加圧された状態になる。また、セラミック層67の一方の側の積層材(複数可)(たとえば、第2の接着剤層66a)の熱収縮に対して、セラミック層67のもう一方の側の積層材(たとえば、第1のプレ-ストレス層64と第1の接着剤層66)の熱収縮の方が大きいので、セラミック層は、図1および図2に示すように通常状態における凸面12aと通常状態における凹面12cとを有する弓形に変形する。たとえば、セラミック層67の応力を増加するため、またはアクチュエータ12を強化するために、セラミック層67の一方の側あるいは両側に、1つあるいは複数の追加プレ-ストレス層(複数可)を同様に接着させてもよい。さらに、他から隔てられたプレ-ストレス層64を構成するサブストレートは除去することができ、接着剤層66によってセラミック層67にプレ-ストレスを加えることができる。別法として、アクチュエータ12を冷却するときにセラミック層67により大きい圧縮応力を生じさせるために、セラミック層67がより低い温度である間にプレ-ストレス層(複数可)64と接着剤層(複数可)66のみを加熱してセラミック層67に接合することもできる。

【0036】

次に図2を参照すると、代替アクチュエータ12Dは、互いに接合されたPZTの複数の薄層67および67aを含む複合圧電セラミック層を備えることができる。各層67および67aは、好ましくは約1ミル(25.4 μ m)ほどの厚さの圧電材料の薄層を含む。各薄層67および67aは、それぞれの主要面上に電気めっきされた65、65a、および65b、65cを備えている。次に、LaRC-SIなどの接着剤を使用する接着剤層66aにより、個々の層67および67aを互いに接合する。別法として、しかも最も好ましくは、圧電材料の薄いシートをまとめて同時焼成する(cofiring)ことにより、薄層67および67aを互いに接合することができる。わずか2層の圧電材料、というよりもむしろ少なくとも4枚の圧電材料は、まとめて接合/同時焼成することができる。次に

10

20

30

40

50

、接着剤層（複数可）66および66bにより複合圧電セラミック層をプレ・ストレス層（複数可）64に接合し、上記のように加熱し冷却して、変更（modified）THUNDERアクチュエータ12Dを作ることができる。変更アクチュエータ12Dに圧電材料の複数の薄層67および67aを設けることにより、その複合セラミック層は、より厚い単一セラミック層67のみを有するTHUNDERアクチュエータ12が発生する高電圧および弱電流に比べ、より低い電圧とより大きい電流を発生する。

【0037】

アクチュエータ12の凸面12aをコーティングするために撓み性絶縁体（flexible insulator）を使用することができる。この絶縁コーティングは、他の導体、液体、または人間との不慮の接触による圧電素子の偶発的な放電を防止するのに役に立つ。また、このコーティングにより、セラミック素子は、衝撃によるひび割れまたは損傷に対して耐久性と抵抗力が高くなる。LARC-SIは誘電体であるので、アクチュエータ12の凸面12a上の接着剤層67aは絶縁層として機能することができる。別法として、この絶縁層を、プラスチック、TEFLON、その他の耐久コーティングで構成することもできる。

【0038】

電気エネルギーは、1対の電線14によってアクチュエータ素子12から取り出すかまたはアクチュエータ素子12に導入することができる。各電線14は、一方の端部がアクチュエータ素子12の両側に取り付けられている。電線14は、（たとえば、グルー（glue）または、はんだ（solder）20により）セラミック層67の電気めっき面65および65aに直接接続するか、または別法としてプレ・ストレス層（複数可）64に接続することができる。前述の通り、プレ・ストレス層64は、好ましくは、誘電体であるLARC-SIによってセラミック層67に接着される。電線14をプレ・ストレス層（複数可）64に接続する場合、プレ・ストレス層64の一面を粗くすることが望ましく、その結果、プレ・ストレス層64はそれぞれの接着剤層66および66aに部分的に貫通し、セラミック層67のそれぞれの電気めっき面65および65aと電氣的に接触する。各電線14の反対側端部は、好ましくは、電気パルス改造（electric pulse modification）回路10に接続される。

【0039】

プレ・ストレス撓み力変換器12は、その耐久性と、比較的大きい垂直変位、そしてそれに付随して、このような変換器が発生することができる比較的高い電圧に対して十分であること、が望ましい。しかし、本発明は、本明細書に記載した性質および特性、すなわち、装置の変形に応じて電圧を発生する能力を有する電気活性素子を使って実施することができる。たとえば、本発明は、磁歪または強誘電体装置を使用して実施することができる。また、この変換器は、通常状態で弓状（normally arcuate）である必要はないが、通常状態で平坦（normally flat）な変換器を含むこともでき、スタックされた圧電素子をさらに含むこともできる。

【0040】

動作時には、図4に示すように、矢印16によって示される力がアクチュエータ12の凸面12aに加えられると、その力によって圧電素子12が変形する。この力は、圧電アクチュエータに直接手動の圧力を加えるかまたは他の機械的手段によるなど、任意の適切な手段により、圧電アクチュエータ12に加えることができる。好ましくは、この力は、アクチュエータ12に加え、そこから除去するための機械的衝撃を発生可能な機械式スイッチ（たとえば、プランジャ、ストライカ、トグルまたはローラ・スイッチ）によって加えられる。この機械的衝撃（またはその除去）は、アクチュエータ12の凸面12aを素早く変形させ、電気機械式ラッチ継電器を活動化するために十分な電気信号を発生する距離（約10mm）にわたって加速させるのに十分な力を有するものでなければならない。

【0041】

図3、図4、および図5を参照すると、機械的な力を加えるための適当な手段の図は、スイッチ・プレートと、プランジャ・アセンブリ13とを含む。圧電アクチュエータの2つの端部は、それぞれスイッチ・プレート18の凹部44内の位置に、それぞれが枢動しう

るように保持されている。スイッチ・プレート 18 は、そこに含まれるアクチュエータ 12 と同じ形状であり、好ましくは長方形である。代替実施形態では、円形スイッチ・プレートの円形凹部内に円形アクチュエータを取り付けることができる。スイッチ・プレート 18 内の凹部（複数も可）44 は、アクチュエータ 12 を、それが機械的な力を加えない状態すなわち変形されていない状態で、所定の位置に保持する。また、凹部 44 は、それが完全変形状態、すなわち平坦状態におけるアクチュエータ 12 の端部またはエッジを、完全に受け入れるのに十分な深さになっている。プランジャ・アセンブリは、ヒンジ形急速解除（quick-release）メカニズム 24 を駆動しうるように接続された押しボタン 22 を含む。急速解除メカニズム 24 の反対側端部は、アクチュエータ 12 の両側にクランプ固定された 1 対のプレート 27 および 28 に接続されたシャフト 26 に接触している。解除嵌め歯（release cog）25 は、急速解除メカニズム 24 の経路に沿って位置する。

10

【0042】

図 4 および図 5 を参照すると、動作時には、押しボタン 22 が矢印 16 の方向に押下されると、急速解除メカニズム 24 がシャフト 26 とプレート 27 および 28 を押し下げ、アクチュエータ 12 を変形させる。急速解除メカニズム 24 が解除嵌め歯 25 に達すると、急速解除メカニズム 24 はそのヒンジ上で旋回し、シャフト 26、プレート 27 および 28、アクチュエータ 12 から下方方向圧力を解除する。プレ・ストレス層 64 の基板の復元力のために、アクチュエータ 12 は、図 5 に示すように矢印 30 の方向に素早くその変形されていない状態に戻る。アクチュエータに力を加えるかまたはそこから力を解除することができる他の手段としては、ドア・ノブをひねること（twisting）、わき柱内のアクチュエータに圧力をかけているドアを開けること（opening）、地面、床、またはマット内のアクチュエータを踏むこと、あるいは着席すること（sitting）を含む。

20

【0043】

前述のように、加えた力は圧電アクチュエータに変形を引き起こす。この圧電効果のおかげで、圧電素子 12 の変形はアクチュエータ 12 の面 12a と 12c の間に瞬時電圧を発生させ、それは電気エネルギーのパルスを生じさせる。さらに、圧電アクチュエータ 12 から力が除去されると、アクチュエータはその元の弓形状を取り戻す。これは、セラミック 67 が接合されているサブストレートまたはプレ・ストレス層 64 がセラミック 67 に圧縮力を及ぼし、その結果、その変形されていない中立状態への戻りをアクチュエータ 12 に引き起こす弾性係数を、アクチュエータ 12 が有するからである。アクチュエータ 12 の復元行程では、セラミック 67 がその変形されていない状態に戻り、それにより、反対極性の他の電気パルスを発生する。下方向（印加）行程または上方向（復元）行程は、所望の電気パルスを発生するのに十分な大きさの力を所定の距離にわたって引き起こすものでなければならない。この復元行程の持続時間と、したがって引き起こされたパルスの持続時間は、好ましくは、アクチュエータ 12 に加えた力の量に応じて 50 - 100 ミリ秒の範囲になる。

30

【0044】

本発明の好ましい実施形態では、力を除去したとき、すなわち、アクチュエータ 12 がその形状を復元したときに発生する電気パルスが、使用されるパルスである。これは、たとえば、手によって加えられた下方向の力は一貫しない可能性があるのに対し、アクチュエータの復元力はより予測可能で一貫した力であるからである。さらに、第 2 のパルスは第 1 のパルスとは反対の極性を有するので、第 1 および第 2 のパルスを急速に加えると、取り付けられた継電器（relay）を単純に開閉させることができる。電氣的フィルタ構成要素（ダイオードまたはゼロ電圧スイッチング回路など）を、第 2 のパルスのみを使用するために、第 1 のパルスからその継電器を隔離することに使用することができる。

40

【0045】

図 6 および図 7 を参照すると、電気エネルギーのパルスは、アクチュエータ 12 の各面 12a および 12c に接続された電線 14 を介してアクチュエータからスイッチまたは継電器 90 に送信される。この電気エネルギーのパルスは、スイッチ／継電器 90 をある位置から他の位置に切り換えるのに十分な大きさのものである。別法として、しかも好ましく

50

は、電気信号の特性、すなわち、電流、電圧、周波数、および／またはパルスを改造 (modification) するために、まずパルス改造 (pulse modification) 回路 10 を通って電気パルスが送信される。

【 0 0 4 6 】

次に、図 7 を参照すると、電気パルス改造回路 10 は本質的に、ダイオード・キャパシタ・アレイと、電圧レギュレータ (voltage regulator) U 1 とを備える。ダイオード D 1 のアノードとカソードは各電線 14 にそれぞれ接続されている。より具体的には、アノードは第 1 の電線 14 を介してアクチュエータ 12 の凸面 12 a に接続され、カソードはもう一方の電線を介してアクチュエータ 12 の凹面 12 c に接続されている。この接続により、アクチュエータ 12 の復元行程で発生した電圧パルスのみを、ダイオード D 1 を超えて (past) 送信することができる。

10

【 0 0 4 7 】

また、パルス改造回路 10 は、ダイオード D 1 の下流で入力電気パルスを制御する電圧レギュレータ U 1 も備える。電圧レギュレータ U 1 の出力信号は、好ましくは 3 . 3 ボルト DC である。ダイオード D 1 と電圧レギュレータ U 1 との間に 1 つまたは複数のキャパシタ C 1、C 2、C 3 を設けることができる。キャパシタ C 1、C 2、C 3 はダイオード D 1 と並列に接続される。キャパシタ C 1、C 2、C 3 は、より均一な電圧入力を電圧レギュレータ U 1 に提供するためのフィルタとして機能する。また、キャパシタ C 1、C 2、C 3 は、過大なピーク電圧が回路の下流構成要素 (電圧レギュレータ U 1 など) に影響を及ぼすのを防止する。電圧レギュレータの出力は、アクチュエータ 12 に加えられた仕事量 (load) に依存する約 50 - 100 ミリ秒の持続時間を備えた均一電圧のパルスである。パルス改造 (modification) 回路 10 の出力電圧信号を、継電器スイッチ 90 の位置にある位置から他の位置に変更するために、他の電線を介して継電器スイッチ 90 に送信することもできる。

20

【 0 0 4 8 】

もう一度、図 6 および図 7 を参照すると、より好ましくは、電圧レギュレータ U 1 の出力は、パルス・トーンを発生するインバータ・アレイ U 2 を備えるトーン発振器またはエンコーダ 40 に電力を供給するために使用される。このパルス・トーンは、同調ループ・アンテナ 60 を使用して RF 信号を放射する RF 発生器セクション 50 を変調する。ループ・アンテナによって放射された信号は RF 受信機 70 とデコーダ 80 によって傍受され、このデコーダ 80 は継電器 90 を活動化するための継電器パルスを発生する。

30

【 0 0 4 9 】

電圧レギュレータ U 1 の出力はインバータ・アレイ U 2 に接続され、このインバータ・アレイ U 2 は電気パルス用のエンコーダ 40 として機能する。より具体的には、出力電圧パルス (公称 3 . 3 ボルト) 用の出力導体は、6 インバータ・アレイ U 2 の入力ピンに接続される。好ましくは、インバータ・アレイ U 2 内の 6 つのインバータのうちの 3 つ、U 2 A、U 2 B、U 2 C は直列に接続され、残りのインバータ (図示しない) は使用しない (接地される)。最後のインバータ U 2 C は、抵抗器 R 2 とキャパシタ C 5 からなる直列結合と並列に接続され、これらがインバータ・アレイ U 2 の発振周波数を決定する。直列接続のインバータのうちの最初の 2 つである U 2 A と U 2 B は、抵抗器 R 1 とキャパシタ C 5 からなる直列結合と並列に接続されている。動作時には、キャパシタ C 5 は第 1 の抵抗器 R 2 を介して充電される。キャパシタ C 5 が完全充電された後、電圧は抵抗器 R 1 をたどり、それがインバータ U 2 A、U 2 B、U 2 C のそれぞれをトリガして連続して切り換える。このインバータ U 2 A、U 2 B、U 2 C の周期的なトグル (cyclic toggling) により、R 2 - C 5 結合の RC 定数によって決まる方形波出力が生成される。インバータ U 2 A、U 2 B、U 2 C を直列に接続すると、この直列中の最後のインバータ U 2 C 用の高速スイッチング信号と、その結果、明瞭で急激な出力信号が生成される。したがって、インバータ・アレイ U 2 の出力は、0 と正電圧、好ましくは + 3 . 3 V DC の間で振動する一連の方形波になり、この一連の方形波の持続時間は電圧レギュレータ U 1 の出力電圧パルスの持続時間によって決定される。適切な R - C 時定数を選択することにより、パルス

40

50

の持続時間から所望のパルス幅と、それゆえに方形波のサイクル数とを決定することができる。本発明の好ましい実施形態では、 R_2 は約1.2メガ・オームの値を有し、キャパシタ C_5 は220ピコ・ファラッドの値を有する。別法として、インバータ・アレイ U_2 の発振周波数を調整するために、キャパシタ C_5 は同調可能である。これらの値は、1/2ミリ秒のパルス幅を有した長さが1ミリ秒の方形波を生じさせ、それらは約100の方形波サイクルに相当する。

【0050】

電圧レギュレータ U_1 のDC出力とインバータ・アレイ U_2 の方形波出力は、RF発生器50に接続される。RF発生器50は、バイポーラ・トランジスタ(BJT)Q1とRFチョークの両方を介して電圧レギュレータ U_1 に接続されるタンク回路から構成される。より具体的には、このタンク回路は、それぞれの端部で互いに(並列に)接続されたインダクタ L_2 とキャパシタ C_8 とを含む共振回路から構成される。キャパシタ C_8 またはインダクタ L_2 のいずれか一方または両方は、タンク回路の周波数を調整するために同調可能なものにすることができる。インダクタ L_1 はRFチョークとして機能し、インダクタ L_1 の一方の端部は電圧レギュレータ U_1 の出力に接続され、インダクタ L_1 の反対側端部は L_2 - C_8 タンク回路の第1の接合部に接続されている。好ましくは、RFチョーク・インダクタ L_1 は、直径が約0.125インチ(3.175mm)で約30回巻いたインダクタであり、タンク回路のインダクタ L_2 のループに接続されている。 L_2 - C_8 タンク回路の第2かつ反対側の接合部は、BJT Q1のコレクタに接続されている。また、BJT Q1のベースは、抵抗器 R_3 を介してインバータ・アレイ U_2 の出力側に接続されている。キャパシタ C_7 は、BJT Q1のベースと、タンク回路の第1の接合部に接続されている。もう1つのキャパシタ C_9 は、BJT Q1のコレクタ・エミッタ間と並列に接続されている。このキャパシタ C_9 によりタンク回路のフィードバック特性が改善される。BJTのエミッタは抵抗器 R_4 を介して接地接続されている。また、BJTのエミッタは、抵抗器 R_4 と並列のキャパシタ C_{10} も介して接地接続されている。抵抗器 R_4 と並列のキャパシタ C_{10} により、高周波数のときにエミッタからのより安定した伝導経路が得られる。

【0051】

次に図8および図9を参照すると、RF発生器50は同調ループ・アンテナ60とともに機能する。好ましい実施形態では、タンク回路のインダクタ L_2 がループ・アンテナ60の役を果たす。より好ましくは、インダクタ/ループ・アンテナ L_2 は銅線からなる単一長方形ループを含み、追加のより小さいループまたはジャンパ線61が長方形ループ L_2 に接続されている。長方形ループ L_2 に対してより小さいループ61の形状および角度を調整すると、インダクタ L_2 の見かけの直径が増減され、したがって、RF発生器50のRF伝送周波数が同調する。代替実施形態では、タンク回路の第2の接合部に別個の同調アンテナを接続することもできる。

【0052】

この回路内の追加のフィルタ構成要素としては、インバータ・アレイ U_2 の入力に接続された接地キャパシタ C_4 と、インバータ・アレイ U_2 の出力に接続された接地キャパシタ C_6 とを含む。

【0053】

動作時には、電圧レギュレータ U_1 からの正電圧出力がインバータ・アレイ U_2 とRFチョーク・インダクタ L_1 に接続される。この電圧はインバータ・アレイ U_2 を駆動して方形波出力を発生させるものであり、その方形波出力は抵抗器 R_3 を介してBJT Q1のベースに接続される。方形波電圧がゼロである場合、BJTのベースが電源切断状態のままになり、電流はインダクタ L_1 を流れない。方形波電圧が正である場合、BJT Q1のベースは抵抗器 R_3 を介して通電される。BJT Q1のベースが通電状態である場合、電流はベースを横切ってコレクタからエミッタに流れることができ、電流はインダクタ L_1 を横切って流れることもできる。方形波がゼロ電圧に戻ると、BJT Q1のベースはもう一度、電源切断状態になる。

【 0 0 5 4 】

チョーク・インダクタ L 1 を横切って電流が流れると、タンク回路のキャパシタ C 8 が充電される。タンク回路のキャパシタ C 8 が充電されると、タンク回路は、回路の LC 定数によって決まる周波数で共振し始める。たとえば、タンク回路が 7 ピコ・ファラドのキャパシタを有し、インダクタ L 2 が 0 . 7 インチ × 0 . 3 インチ (1 7 . 7 8 mm × 7 . 6 2 mm) の単一長方形ループを有する場合、タンク回路の共振周波数は 3 1 0 MHz になる。チョーク・インダクタ L 1 の磁界の変化が、タンク回路からの上流電流に対抗する電界を発生させるので、チョーク・インダクタ L 1 は、回路の上流構成要素 (インバータ・アレイ U 2) 内への RF 漏れを防止する。RF 信号を発生するには、RF 範囲内の周波数で、電荷 (charges) が行き来する (oscillate) ことをしなければならない。したがって、タンク回路のインダクタ / 同調ループ・アンテナ L 2 内で行き来する電荷は、好ましくは 3 1 0 MHz の RF 信号を生じさせる。インバータの方形波出力によって BJT Q 1 のオン / オフを切り換える (turn) ので、ループ・アンテナ 6 0 から発生した信号は、1 0 0 ミリ秒の持続時間と、3 1 0 MHz のパルスを 1 0 0 個発生させる 0 . 5 ミリ秒のパルス幅とを有するパルス RF 信号を備える。

10

【 0 0 5 5 】

RF 発生器 5 0 とアンテナ 6 0 は、RF 受信機 7 0 と結合して機能する。より具体的には、RF 送信機 6 0 に近接している (1 5 0 フィート (4 5 . 7 2 m) 以内) RF 受信機 7 0 は、RF 発生器 5 0 から送信されたパルス RF 信号を受信することができる。RF 受信機は、パルス RF 信号 (トーン) を傍受するための受信アンテナ 7 0 を備える。このトーンは、受信アンテナ 7 にパルス電気信号を発生させ、デコーダ 8 0 として機能するマイクロ・プロセッサ・チップに入力される。デコーダ 8 0 は、受信するようにプログラムされた RF 信号以外の、たとえば RF 発生器 5 0 が発生した RF 信号以外のすべての信号をフィルタで除去する。外部電源が、マイクロ・プロセッサ・チップ / デコーダ 8 0 には接続されている。RF 発生器 5 0 からの傍受されたトーンにตอบสนองして、デコーダ・チップはパルス電気信号を発生する。デコーダ 8 0 に接続された外部電源は、チップが展開したパルス電圧出力信号を増大させる。この増大された (たとえば、1 2 0 V A C) 電圧パルスは、従来の継電器内のスイッチの位置を変化させるためにその継電器 9 0 に印加される。次に、継電器スイッチ位置の変化を使用して、バイポーラ・スイッチを備えた電気装置のオン / オフを切り換えるか、または複数位置スイッチの複数の位置間で切り換える (toggle) 。撓み力変換器素子 1 2 の押下と復元の各サイクルごとに継電器 9 0 が 1 回だけ起動することを保証するために、ゼロ電圧スイッチング素子を追加することもできる。

20

30

【 0 0 5 6 】

複数の異なる RF スwitchング装置が、複数の継電器を制御するの個別のトーンを発生するのに使用可能であり、それらは、そのトーンを受信するように同調される。代替実施形態では、(ガレージ・ドア開閉器の場合のように) デジタル化 RF 信号をコーディングし、プログラム可能にして、そのデジタル化 RF 信号でコーディングされた継電器のみを活動化するように、することもできる。

【 0 0 5 7 】

本発明は、家庭内の各スイッチまで 1 2 0 V A C (ヨーロッパでは 2 2 0 V A C) のラインを敷設する必要性を排除するので安全である。むしろ、高電圧の架空 AC ラインは、電気器具またはライトまでを敷設するのみであり、これら電気器具またはライトは、電源内蔵式 Switching 装置および継電器スイッチを介して作動させられる。また、本発明は、穴を開け、各スイッチまで / 各スイッチを通して、壁の内部に電線を敷設することに関連付けられる初期および改修時の建築コストも節約する。その壁を破壊して再建する必要がないので、本発明は保存に耐える歴史的構造物において特に有用である。また、本発明は、コンクリート・スラブを使用する構造物などのコンクリート建築および / またはスタッコ (stucco ; 漆喰) 建築でも有用であり、このような構造物の壁および床の表面に配線を設ける必要性を排除するものである。

40

【 0 0 5 8 】

50

上記の説明には多くの詳細が含まれているが、これらは本発明の範囲に対する制限と解釈すべきものではなく、むしろその好ましい一実施形態の例示として解釈すべきものである。たとえば、以下に示すように、他にも多くの変形態様が可能である。

【0059】

圧電装置に加え、電気活性素子は磁歪または強誘電体装置を含むことができる。

【0060】

アクチュエータは、弓形ではなく、通常状態で平坦 (normally be flat) であるが、変形可能なものにすることができる。

【0061】

複数の高変形圧電アクチュエータを、互いの上に配置し、スタックし、または接合することができる。

10

【0062】

複数の圧電アクチュエータを、相互に隣接して配置し、1つのアレイを形成することができる。

【0063】

より大きい衝撃 (impulse) を発生するために、より大きいかまたは異なる形状の T H U N D E R 素子を使用することもできる。

【0064】

圧電素子は、撓み力アクチュエータまたは直接モード圧電アクチュエータにすることができる。

20

【0065】

ある素子と隣の素子またはスイッチ・プレートのフレーム部材との摩擦および摩耗を低減するために、アクチュエータと凹部またはスイッチ・プレートとの間に支持材料を配置することができる。

【0066】

アクチュエータに圧力を加えるための手段として、手動の圧力、ローラ、プレッシャ・プレート、トグル、ヒンジ、ノブ、スライダ、ねじりメカニズム、リリース・ラッチ、ばね荷重式装置 (spring loaded devices)、フット・ペダル、ゲーム用コンソール、トラフィック・アクティベーション (traffic activation)、座席起動装置 (seat activated devices) の簡単な応用を含む、他の手段を使用することもできる。

30

【0067】

したがって、本発明の範囲は、例示した実施形態によって決定されるのではなく、特許請求の範囲およびそれと法律上同等のものによって決定されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明で使用する撓み力圧電アクチュエータの構造の詳細を示す正面図である。

【図2】 本発明の変形態様で使用する代替多層撓み力圧電アクチュエータの構造の詳細を示す正面図である。

【図3】 アクチュエータへの機械的な力の印加とその解除をするための装置の正面図である。

40

【図4】 力を印加したときのアクチュエータの変形を示す図3の装置の正面図である。

【図5】 急速解除 (quick-release) 装置の引外しによって、印加された力を除去したときのアクチュエータの復元を示す図3の装置の正面図である。

【図6】 撓み力圧電アクチュエータを取り入れた、本発明のスイッチング装置を示す概略図である。

【図7】 図6のパルス改造 (modification)、トーン発振器、RF発生器の各下位 (sub) 回路部分を示す詳細概略図である。

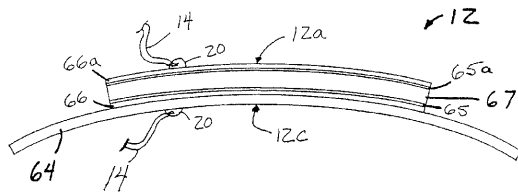
【図8】 インダクタの断面 (cross-section) を最大限にする位置にあるジャンパ線を示す、図7の同調ループ・アンテナの平面図である。

【図9】 インダクタの断面を最小限にする位置にあるジャンパ線を示す、図7の同調ル

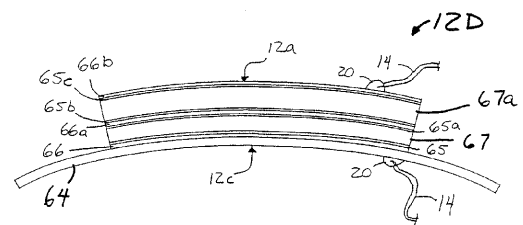
50

ープ・アンテナの平面図である。

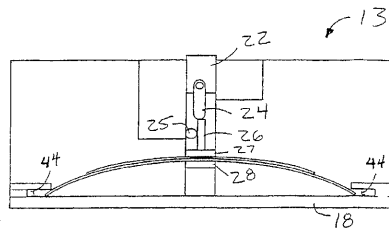
【図 1】



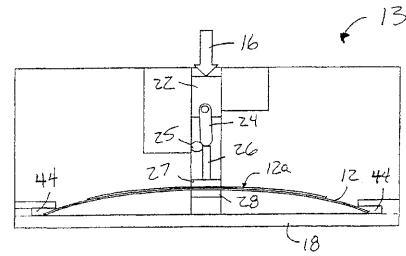
【図 2】



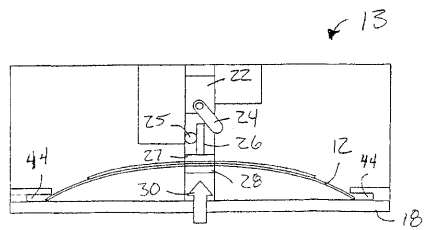
【図 3】



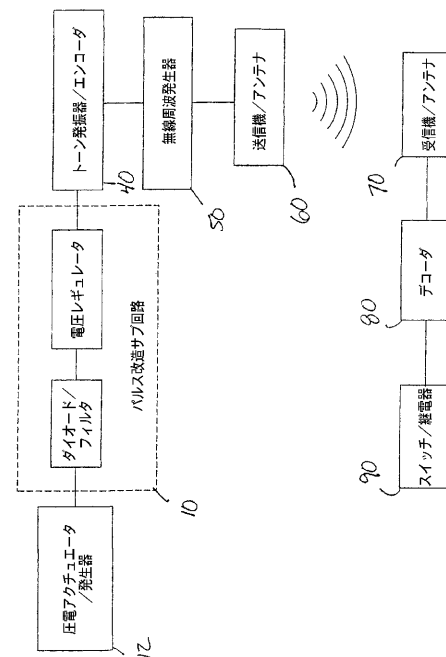
【図 4】



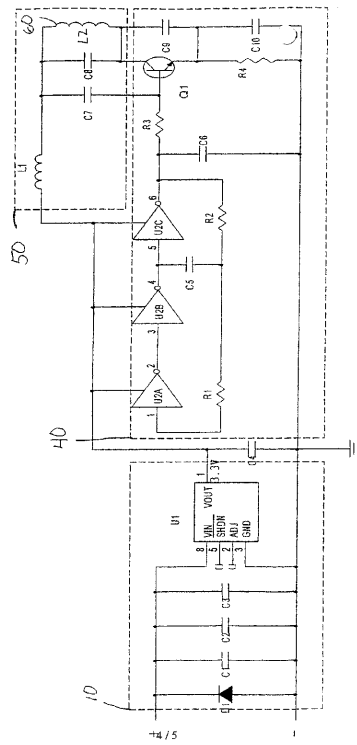
【図 5】



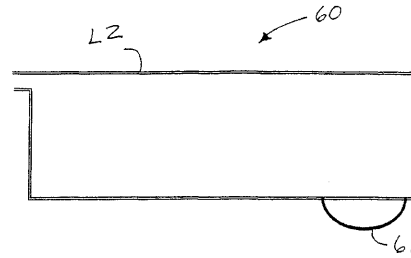
【図 6】



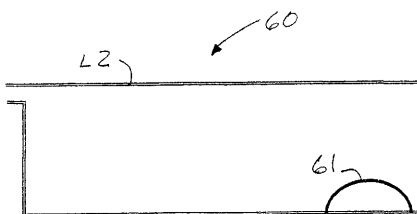
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 クラーク デイビス ボイド

アメリカ合衆国 24141 バージニア州 ラッドフォード ブランドン ロード 7458

(72)発明者 ブラッドベリー アール・フェース

アメリカ合衆国 23508 バージニア州 ノルフォーク ウェスト 35 ストリート 42

7 フェース インターナショナル コーポレーション

審査官 杉田 恵一

(56)参考文献 特開昭58-84523(JP,A)

特開昭62-237633(JP,A)

特開平3-184220(JP,A)

特開平5-304324(JP,A)

特開平8-214472(JP,A)

特開平9-233862(JP,A)

特開平10-225146(JP,A)

特開平11-250757(JP,A)

特表平8-509576(JP,A)

特表平11-503272(JP,A)

特表2003-517255(JP,A)

実開昭53-22072(JP,U)

実開昭55-6961(JP,U)

独国特許出願公開第19755620(DE,A1)

西独国実用新案公開第29712270(DE,U)

米国特許第4612472(US,A)

米国特許第4626698(US,A)

米国特許第5764111(US,A)

米国特許第5844516(US,A)

米国特許第5849125(US,A)

米国特許第5861702(US,A)

国際公開第00/025525(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01H 57/00

H01L 41/113