(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3647903号

(P3647903)

(45)発行日　平成17年5月18日(2005.5.18)　(24)登録日　平成17年2月18日(2005.2.18)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G01L 25/00	G01L	25/00	A
G01R 29/22	G01R	29/22	Z

請求項の数 8　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願平6-202826
(22)出願日　平成6年8月4日(1994.8.4)
(65)公開番号　特開平7-98260
(43)公開日　平成7年4月11日(1995.4.11)
審査請求日　平成13年7月27日(2001.7.27)
(31)優先権主張番号　102597
(32)優先日　平成5年8月5日(1993.8.5)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　398038580
ヒューレット・パッカード・カンパニー
HEWLETT-PACKARD COMPANY
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト　ハノーバー・ストリート　３０００
(74)代理人　100099623
弁理士　奥山　尚一
(74)代理人　100096769
弁理士　有原　幸一
(74)代理人　100107319
弁理士　松島　鉄男
(74)代理人　100098039
弁理士　遠藤　恭

最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧電変換器の試験装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

物理システムの力変換器を試験するための試験装置であって、

ａ．制御されるべき部材と、

ｂ．前記部材に結合されて前記部材を制御する制御システムと、

ｃ．前記物理システム内の圧電変換器であって、前記物理システムにおいて変形を受ける圧電素子を有し、前記制御システムに結合されて、前記圧電素子の電気出力を前記制御システムに供給して前記部材を制御する圧電変換器と、

ｄ．前記圧電素子を変形させる前記物理システム内の手段と、

ｅ．前記圧電素子に結合された試験信号回路であって、瞬時付勢して前記圧電素子を変形させ、前記圧電素子を機械的に鳴動させて前記圧電素子の作動状態を表わす鳴動電気信号を発生する試験信号回路と、

ｆ．前記鳴動電気信号に応答して、前記圧電素子の機能性を決定する試験応答回路と、

ｇ．前記圧電素子と前記試験応答回路との間に結合された第１のスイッチ部材と、

ｈ．前記圧電素子と前記制御システムとの間に結合された第２のスイッチ部材と、

ｉ．前記試験信号回路を前記第１のスイッチ部材および前記第２のスイッチ部材に結合するスイッチ制御回路であって、前記試験信号回路による前記圧電素子の試験に応答して、前記第１のスイッチ部材で前記圧電素子を前記試験応答回路に接続すると共に、前記第２のスイッチ部材で前記圧電素子を前記制御システムから切離すスイッチ制御回路と、

を備えることを特徴とする試験装置。

【請求項２】
ａ．前記圧電素子を瞬時付勢する前記試験信号回路は、前記圧電素子に結合される電気パルスを発生する電気パルス回路を備えていることを特徴とする請求項１に記載の試験装置。
【請求項３】
ａ．入力回路と出力回路を有し、前記出力回路が前記制御システムと前記試験応答回路に結合された増幅器と、
ｂ．前記圧電素子を前記増幅器の前記入力回路に結合するスイッチ部材であって、前記試験信号回路によって制御されて、前記試験信号回路による前記圧電素子の前記瞬時付勢の期間、前記増幅器を前記圧電素子から切離すスイッチ部材と、
を備えることを特徴とする請求項１に記載の試験装置。
【請求項４】
物理システムの力変換器を試験するための試験装置であって、
ａ．制御されるべき部材と、
ｂ．前記部材に結合されて前記部材を制御する制御システムと、
ｃ．前記物理システム内の圧電変換器であって、前記物理システムにおいて変形を受ける圧電素子を有し、前記制御システムに結合されて、前記圧電素子の電気出力を前記制御システムに供給して前記部材を制御する圧電変換器と、
ｄ．前記圧電素子を変形させる前記物理システム内の手段と、
ｅ．前記圧電素子に結合された試験信号回路であって、瞬時付勢して前記圧電素子を変形させ、前記圧電素子を機械的に鳴動させて前記圧電素子の作動状態を表わす鳴動電気信号を発生する試験信号回路と、
ｆ．前記鳴動電気信号に応答して、前記圧電素子の機能性を決定する試験応答回路と、
ｇ．出力回路および入力回路を有する増幅器と、
ｈ．前記出力回路と前記試験応答回路との間に結合された常開の第１のスイッチ部材と、
ｉ．前記出力回路と前記制御システムとの間に結合された常閉の第２のスイッチ部材と、
ｊ．前記圧電素子と前記入力回路との間に結合された常閉の第３のスイッチ部材と、
ｋ．前記試験信号回路を、前記第１のスイッチ部材、第２のスイッチ部材および第３のスイッチ部材に結合するスイッチ制御回路であって、実質上前記鳴動信号の期間、前記第１のスイッチ部材を閉じると共に前記第２のスイッチ部材を開き、前記試験信号回路による前記圧電素子の前記瞬時付勢の期間、前記第３のスイッチ部材を開くスイッチ制御回路と、
を備えることを特徴とする試験装置。
【請求項５】
ａ．前記試験信号回路が試験信号パルス発生し、
ｂ．前記試験装置が、前記試験信号パルスに応答して前記圧電素子に結合される電気パルスを発生する電気パルス回路をさらに備え、
ｃ．前記スイッチ制御回路が、前記第１のスイッチ部材および前記第２のスイッチ部材に結合され、かつ、前記試験信号パルスに応答して実質上前記鳴動電気信号の継続期間に等しい期間を有するスイッチ制御タイミング信号を発生するタイマ回路分岐を備え、
ｄ．前記スイッチ制御回路が、前記試験信号を前記第３のスイッチ部材に結合させて、実質上前記タイミング信号の継続期間に等しい期間中に前記第３のスイッチ部材を開き、前記増幅器を前記電気パルスから分離する第２の分岐を備える、
ことを特徴とする請求項４に記載の試験装置。
【請求項６】
ａ．前記試験応答回路が、前記鳴動電気信号と比較するための基準電気信号を発生する基準電気信号源を備える、ことを特徴とする請求項１に記載の試験装置。
【請求項７】

ａ．前記試験応答回路が、前記鳴動電気信号を受けるピーク検出器と、前記ピーク検出器と、前記基準電気信号の電気出力を前記基準電気信号と差別的に比較する比較器とを備えていることを特徴とする請求項６に記載の試験装置。

【請求項８】

ａ．前記基準電気信号が、実質上前記鳴動電気信号の正常ピーク値に等しい値を有することを特徴とする請求項７に記載の試験装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は一般に力応答センサまたは力変換器、およびその物理システムでの応用に関する。更に詳細には、本発明は、圧電変換器の力検知素子の機能性を個別品目として、ベンチテストにおけるように、または圧電変換器が設置されている物理システムにおいて、その場で試験する試験装置に関する。

【０００２】

【技術背景】

圧電変換器は或る種のシステム活動を開始するための物理システムにおけるセンサとして多様な用途に使用されている。或る用途では圧電素子を機械的に歪めたりまたは変形させたりするのに機械的力を採用している。圧電素子は歪を、加えられた力の関数である電気信号に変換する。他の用途では圧力変換器に結合されている電気信号が圧電素子に加えられている電気信号の大きさの或る関数である圧電素子の機械的変形を生ずる。

【０００３】

圧電変換器は、多数の用途の中のわずかだけを挙げれば、たとえば、圧力検知システム、歪ゲージ、マイクロホン、および盗難警報器において機械的力センサとして、およびブザー、スピーカ、超音波ヘッド、プリントヘッド、等々において電気アクチュエータとして、採用されている。圧電効果は、それに存在する機械的応力を電気に変換するか、またはそれに結合されている電気信号を圧電素子それ自身の機械的歪に変換する一定材料の現象であると知られている。

【０００４】

圧電効果の別の用途は加速度の検知に関するものである。この用途でも、力は加速度の関数として圧電素子に結合される。加速度計は、加速度を受けると質量が圧電素子を圧迫する、すなわち、歪めて変形させるように、質量を圧電素子に結合することにより作られている。結果として得られる、圧電素子を横切って現れる電圧または電荷を慎重に増幅して加速度比例電圧として使用することができる。加速度の検知に圧電材料を使用することは周知であり良く理解されている。

【０００５】

多数の用途で圧電素子を試験して、物理システムに設置する前にそれが機能するか確認すること、および物理システムに設置してから時々素子を試験することができることも望ましい。このような物理システムの例を圧電変換器の代表的用途を表わす図１１、図１２、および図１３に示す。

【０００６】

図１１は、図式形態で、ロールスタンドＲＳ１、ＲＳ２、および巻取りリールＴＲで表わされた圧延機の二つの最終段を含む鋼板圧延機を断片的に示している。ロールスタンドおよび巻取りリールはそれぞれのモータＭ１、Ｍ２、およびＭ３により駆動される。ロールスタンドを出る鋼板はロールスタンドに入る部分より速く移動するので、ロールスタンドの連続段は適切なシート張力を維持してシート坐屈またはシート破断を回避するよう精密に速度調整されなければならない。このため、時に張力計制御システムと言われるものでは、シートの、引張りの結果加わる可変力F_aに応答するために、変換器７が使用されている。図１１でわかるとおり、変換器７の出力はそれぞれのモータの巻線Ｗをそれぞれ制御するそれぞれの制御システム部に結合されている。図示してないが、モータが所要速度の近くで動作するようにモータを同時に速度調整する対策が取られている。細かい速度制

御はストリップ張力の関数として圧電変換器により行われる。変換器のこの用途では、圧電素子はシートの張力により直接歪められ、すなわち変形されて、それに結合される力F_aを生ずる。

【０００７】

本発明の更に他の背景として、図１２はディスク駆動装置の加速度計における圧電素子の応用を示している。図１２に示すディスク駆動装置はディスク３および磁気ヘッド５ｄのような変換器を取り付けた回転アクチュエータ５を備えた回転アクチュエータ形式のディスク駆動装置である。巻線Ｗを備えているアクチュエータモータＭ４がアクチュエータアーム５に動力を供給して磁気ヘッド５ｄをディスク３の表面を横切って異なる半径方向位置に動かす。このような磁気ヘッドの位置決めを行うための巻線Ｗの励磁の制御は、データの要求、またはデータをディスクのトラックまたはトラックセクタに書き込むことの要求をトランスレート（翻訳）することによりホストコンピュータ１６からの要求に応答する制御システム１０の制御下にある。人気のある「パームトップ型」および「ラップトップ型」パーソナルコンピュータのような、パーソナルコンピュータにおけるディスク駆動装置の可搬用途は、動作中パーソナルコンピュータをぶつけたり落としたりすれば、データの検索またはデータの書込み中であるかも知れないトラックから磁気ヘッドを変位させる衝撃力を生ずる可能性がある。回転アクチュエータ形式の駆動装置では、変換器はこのような衝撃結合から生ずる角加速度に応答する回転加速度計７の形をしている。回転加速度計７の出力は制御システムに結合されて或る意味でおよび回転アクチュエータ５のピボットの周りに作用する衝撃によるトルクの成分に対抗して理想的に釣合わせる程度に巻線Ｗを励磁する。

【０００８】

圧電加速度計、この場合には直線加速度計であるが、の更に他の用途は自動車におけるエアバッグ展開システムの用途に見出される。このような用途を図１３に示してある。ここでは、加速度計７は入力として制御システム１０に結合され、エアバッグ膨張器１２の弁１２ｂを制御する出力を有するエアバッグ展開システムの一部を形成している。エアバッグ膨張器は弁１２ｂによりエアバッグ１２ｃに結合されている空気源１２ａを備えている。これらの装置では、加速度計の応答のしきい値は普通約５０ｇｓに設定されている。したがって、加速度計のしきい値を超える崩壊状況では、加速度計７は弁１２ｂを動作させる刺激である信号を発生し、エアバッグを急速に膨らませる。

【０００９】

このようなすべての用途において、システムに設置する前にその機能性の観点から、およびシステムに設置して使用してからのその機能性、または意図する使用に関して、その意図する目的に対して機能していることを知ることが望ましい。このことはバックを膨らませずに加速度計を試験するのが望ましい予防策である車両エアバッグシステムにおいて特に重要である。

【００１０】

【発明の目的】

本発明の目的は、上記のような問題を解決するために提案されたものであって、圧電変換器の力検知素子の機能性を個別品目として、圧電センサの機能性を機械的励振器を使用しないで電気的に試験する試験装置を提供することにある。

【００１１】

【発明の概要】

典型的には、たとえば、加速度を検知するのに使用されるもののような圧電センサは非常に高い機械的Ｑを備えており、圧電センサに結合されている電気的刺激が除去されてから後の一定期間わずかな減衰振動を伴って鳴動（リンギング）する。圧電素子はそれを横切って電圧を加えることにより変形することができるから、その圧電応答は、それを横切って電圧パルスを加え、電圧パルスを除去したとき素子を機械的に鳴動させることにより、チェックすることができる。この鳴動は、今度は、検知することができ且つ素子の機能を特徴づけるのに使用することができる鳴動電気信号を素子を横切って発生する。電圧パル

スにより生ずる機械的振動すなわち鳴動の大きさおよび機械的鳴動により生ずる電圧の大きさは共に結合係数Ｋの関数であり、この係数は所定の形式の圧電材料に対して一定である。この機械的鳴動による電気的応答は圧電素子の機能性を特徴づけ、圧電素子がその意図する目的について機能するか否かに関する指標として使用され得る。

【００１２】

したがって、本発明の主要局面によれば、圧電素子に結合され、それに瞬時電気信号を加えて素子を歪ませる試験回路を具体化する、圧電素子を試験するための装置が提供される。電気信号の終了により圧電素子は機械的に鳴動し、鳴動電気信号を発生する。応答回路が、やはり圧電素子に結合されているが、鳴動電気信号に応答する。応答回路は圧電素子の機能性を示す応答を発生する。

【００１３】

本発明の他の側面によれば、それが一機能部分である物理システムの圧電変換器をその場で試験するために試験装置が提供される。圧電変換器は、物理システムに結合されてその電気出力をシステムの幾つかの活動を制御する目的で物理システムの制御機能として加える圧電素子を備えている。圧電素子をその場で試験する対策が取られている。この目的で試験信号回路が圧電素子に結合されて圧電素子を瞬時付勢し、それにより圧電素子を機械的に圧迫してその素子を機械的に鳴動させ、圧電素子の機能状態を特徴づける鳴動電気信号を発生する。物理システム内の応答回路が、やはり圧電素子に結合されているが、鳴動電気信号に応答して、圧電素子の機能性を特徴づける電気信号を発生する。このような試験では、何時でもおよび必要に応じて、物理システムを圧電素子から分離する対策が取られている。

【００１４】

【実施例】

次に図１を参照すると、電圧モード構成で圧電変換器７を試験する回路が示されている。この回路は、基準電圧V_{ref}によりバイアスされている正入力端子および抵抗器Ｒ２を通して接地されているか、または代りに大地とは異なる第２の基準電圧V_{ref}に結合されている負入力端子を有する差動形式の増幅器７ｂを備えている。抵抗器Ｒ１により負帰還が行われている。応答回路７ｃが増幅器７ｂの出力に結合されている。圧電変換器７は圧電素子７ａを備えており、素子の上部電極は入力として差動増幅器７ｂの正入力端子に接続されている。圧電素子の他の電極は接地されている。試験信号回路８はスイッチＳ１を備えており、これはここでは押しボタン動作するものとして図示されている。スイッチＳ１にはスイッチ端子Ｓ１ａおよびスイッチ端子Ｓ１ｂがあり、スイッチ端子Ｓ１ａは、接触したとき正電圧Ｖを増幅器７ｂの正入力回路に接続する。スイッチ端子Ｓ１ｂは接触したとき、大地として図示されているV_{ref}を結合して入力回路を放電する。好適に圧電素子がなお撓んでいる間に入力回路は放電される。このためスイッチＳ１は好適に、図３および図４の電子スイッチのような、断時導通（ａ　ｍａｋｅ　ａｔ　ｂｒｅａｋ）または断直前導通（ａ　ｍａｋｅ　ｊｕｓｔｂｅｆｏｒｅ　ｂｒｅａｋ）のスイッチである。端子Ｓ１が接続されている状態でこの回路構成は電圧モード試験構成を呈する。

【００１５】

通常、圧電素子７ａは増幅器の正入力端子に、その電極を横切る電圧V_{ref}を持っている。これはスイッチＳ１が端子Ｓ１ｂで閉じている状態である。この後者の回路構成で、圧電素子７ａの一方の電極は接地され、一方他の側は図示のように増幅器入力の動作点にバイアスされている。変換器で鳴動を開始するには、端子Ｓ１ａを瞬時接触させて、直前にはそれを横切ってV_{ref}を備えていた圧電素子を横切ってＶ＋を加える。圧電素子を横切る電圧のこの突然の変化により素子が圧迫されて歪および変形を生ずる。端子Ｓ１が係合すると、Ｖ＋が除去され、入力回路が放電されるが圧電素子はなお圧迫されている。電圧Ｖ＋が除去されると、圧電素子のわずかに減衰した機械的鳴動が始まる。この機械的鳴動により入力回路に電気的鳴動電気信号が現われ、これは増幅器７ｂにより増幅され、増幅器の出力に、特性的に図示されているように、減衰振動特性を有する信号を発生する。この信号は、結合係数および圧電素子の感度に比例するピーク値を持っている。増幅器

の帯域幅が圧電素子の減衰時定数の逆数よりはるかに高ければ、鳴動電気信号は、圧電素子の機械的鳴動から、増幅器の出力で、増幅器がセンサ圧電素子を励起するのに使用される瞬時電圧インパルスから回復してからの一定期間、見られることになる。

【００１６】

この電圧は応答回路７ｃに結合されている。この応答回路では、後の点で説明するように、鳴動電圧の大きさを既知感度で且つ同じ特性のセンサのそれと比較することにより加速度計の感度を特徴づけるよう鳴動電気信号を校正することができる。

【００１７】

この試験回路は、スイッチを追加して接点Ｓ１ａが係合している間増幅器の入力を圧電インパルスから分離することにより精巧にすることができる。したがって増幅器７ｂは試験圧電Ｖ＋を受けなくなり、Ｖ＋圧電の除去の時刻からの増幅器回復期間は短いが、分離スイッチを使用することによりＶ＋電圧が除去される時刻に圧電素子の鳴動電気信号に応答する損失はすべて除去される。これには増幅器が応答回路に現れるＶ＋電圧への応答の可能性が無くなるという長所もある。

【００１８】

図２からわかるとおり圧電変換器７は、圧電素子を横切る電圧を増幅する代わりに、素子からの電荷を蓄積する充電モードと言われているものに結合して動作するようにもできる。図２の回路では、電荷結合増幅器７ｂ１の入力端子は基準電圧Ｖｒｅｆに結合されている。変換器７の電圧素子７ａはこの増幅器の負入力端子に結合されている。この負入力端子にはコンデンサＣを含む帰還ループも設けられている。試験信号回路８にあるスイッチアレイＳ１は常閉圧電素子接地スイッチＳ１ｂおよび、閉じると試験電圧Ｖ＋を圧電素子７ａに結合させる常開試験信号スイッチＳ１ａを備えている。スイッチ素子Ｓ１ａおよびＳ１ｂ（ここでは別々のスイッチとして図示してある）は機械的に集団動作し、且つ図示したように、スイッチＳ１ａを閉じたりスイッチＳ１ｂを開いたりする押しボタンスイッチで動作する。したがって、図１の場合のように、押しボタンを瞬時動作するだけで生ずる試験パルスＴＰで表される試験電圧Ｖ＋は圧電素子７ａを横切って結合される。試験パルスＴＰが終了するや否や開始される鳴動信号は増幅器７ｂ１により増幅されて応答回路７ｃに結合される。圧電素子の充電モード動作は普通であり、良く理解されている。圧電素子の信号側は常に仮想大地であるから、説明したように、インパルス電圧ＴＰを圧電素子の他の側に加えることができる。スイッチＳ１が動作すると圧電素子を横切って通常そこに存在するものとは異なる電圧（電圧Ｖ＋）がかかる。これによりセンサが機械的に励起されるので、スイッチＳ１ａおよびＳ１ｂがその正常位置に戻ると鳴動電気信号を電荷結合増幅器７ｂ１の出力で検知することができる。

【００１９】

図１および図２の回路には機械的スイッチングを図解してあるが、このような機械的スイッチンクは回路を簡単にするために利用されているので、スイッチングの詳細についてではなく構成概念に注意を集中することができることが認められよう。試験中、鳴動電気信号の活動以外の信号活動への応答を防ぐのに回路の部分、すなわち、増幅器７ｂ１を分離する際に分離スイッチングが有用であるという事実をも参考にする。

【００２０】

図３は図１の回路の細部を、車両エアバック展開システムに適用して圧電素子の機能性についてエアバッグの展開を開始せずにその場試験を行うことについて、詳記している。図３では、試験回路それ自体は図１の増幅器７ｂを備えているＩＣチップで実現される。試験信号回路８は図示のように試験信号パルスＴＳを発生する試験信号回路８ａを備えている。直列接続トランジスタ対Ｔ１、Ｔ２は正電圧源Ｖｄｄと大地との間に接続されている。試験パルスＴＳはトランジスタＴ２のベース回路に直接結合されており、反転試験信号はトランジスタＴ１のベース回路に結合されている。トランジスタはそれに結合される信号の低い方の電圧状態で導通する。したがって、通常はトランジスタＴ２は導通で、トランジスタＴ１は非導通であり、トランジスタのこの導電構成は変換器７の圧電素子７ａを大地に結合させる。

【００２１】
鳴動電気信号は圧電素子７ａの破壊衝撃応答から生ずるものとは特性的に異なっているが、車両のエアバッグ展開システムの加速度計として構成するとき、図３では、エアバッグ１２Ｃが偶然に展開するのを未然に防止するために、制御システム１０とエアバッグ膨張器とから成るエアバッグ展開システムを試験装置から分離する。この目的で、個別スイッチング要素Ｓ２ａおよびＳ２ｂから成るスイッチング回路Ｓ２が設けられている。これらスイッチング要素はブロック形態でのみ図示されており、設計の便宜により機械的スイッチを表してもよいし、トランジスタスイッチで表してもよいし、またはダイオード回路、或いは他のスイッチで表してもよい。このような回路はすべて周知であるから、特別な図解は行わない。スイッチング要素Ｓ２ａおよびＳ２ｂはタイマ回路Ｔにより制御される。タイマ回路Ｔはタイミングを開始する試験信号ＴＳにより動作する。タイマＴはスイッチ信号ＳＳを発生するが、この信号はスイッチ要素Ｓ２ｂに直接結合され、反転増幅器１により反転され、スイッチ要素Ｓ２ａに結合される。その低電圧状態で、スイッチ信号ＳＳはスイッチ要素Ｓ２ｂを使用可能とし、高電圧状態でスイッチ要素ｓ２ｂを使用不能とする。したがって、反転増幅器１によりスイッチ信号ＳＳが反転すればスイッチ信号ＳＳが存在する期間スイッチ要素Ｓ２ａが使用可能になる。この手段により、圧電素子７ａの試験中、試験応答回路７ｃは増幅器７ｂの出力に結合され、エアバッグ展開システムは増幅器７ｂの出力から切り離され、これによりエアバッグ展開システムを試験機能から分離する。

【００２２】
試験応答回路７ｃはピーク検出器回路７ｃ１を備えており、この検出器回路の出力は比較器回路７ｃ２の負入力端子に結合されている。電圧V_{em}は、正電圧であるが、比較器７ｃ２の正入力端子に結合されている。電圧V_{em}は、経験的に測定することができ、ここではピーク検出器の入力に結合されている減衰振動信号として描いてある鳴動電気信号により特徴づられるような、圧電素子７ａの形式の圧電素子の機能性または良好度を特徴づける電圧を表す。この電圧、V_{em}、はここでは公称ピーク電圧というが、たとえば、車両エアバッグ展開システムの加速度計のような、特定の用途に対する受入れ可能な機能的性質を備えていることがわかっている、試験される形式の、圧電素子の機能性を特徴づける。

【００２３】
使用に際しては、トランジスタＴ２が導通している状態で、増幅器７ｂの正入力端子にある電圧V_{ref}が、加速度計７の圧電素子７ａを横切って現れる。このようにして加速度計回路が「武装」（準備状態）される。この状況において、タイマＴの出力が、スイッチＳ２ｂを使用可能としスイッチＳ２ａを使用不能とするその二つの電圧状態の低い方にある。回路のこの状態で、加速度計７に加速度計７の設計加速度のしきい値を超える加速力が加えられると、増幅器７ｂおよびスイッチＳ２ｂを経て制御システム１０に結合されて弁１２ｂをトリガする、圧電素子７ａの電気出力を生じ、弁１２ｂがトリガされる時点で空気源１２ａがエアバッグ１２ｃに結合されてエアバッグを急速に展開するか膨らませるかする。

【００２４】
加速度計７の圧電素子７ａを試験することが決まると、試験信号源が試験信号ＴＳを発生するために動作する。試験信号ＴＳはトランジスタＴ２を一時的に遮断し、トランジスタＴ１をオンにする。同時に、スイッチング信号ＳＳを発してスイッチ要素Ｓ２ｂを使用不能とし、スイッチ要素Ｓ２ａを使用可能にする。これにより差動増幅器７ｂの正入力に圧電素子７ａを横切って電圧V_{dd}★が結合される。試験信号ＴＳの存在時にトランジスタ回路８ｂにより発生された試験パルスＴＰの終了と共に、圧電素子７ａの鳴動電気信号は増幅器７ｂおよびスイッチ要素Ｓ２ａを経て試験応答回路７ｃのピーク検出器に入力として結合され、そこでピーク検出器の出力が比較器回路７Ｃ２で公称電圧と比較される。スイッチ信号ＳＳの周期を通じて、この周期または期間は好適には鳴動電気信号の寿命サイクルより大きいが、エアバッグ展開システムは試験信号回路から分離されている。スイッ

チ信号ＳＳの終了と共に、回路は「武装」状態に戻る。

【００２５】

先に記したとおり、増幅器７ｂを圧電素子７ａへの試験電圧の印加にさらすことから切離したいことがある。試験信号ＴＳはこのような分離を行う仕方をも提供する。図４でわかるように、スイッチ回路Ｓ２の一部を形成するスイッチ要素Ｓ２ｃは増幅器７ｂの正入力回路に結合されている。他のスイッチ要素と同様に、そのスイッチ要素Ｓ２ｃもその二つの電圧状態の高い方にある試験信号ＴＳにより使用不能にされる。したがって、トランジスタスイッチ８ｂを経て試験信号ＴＳにより発せられ且つ制御される試験パルスＴＰの存在中、スイッチ要素Ｓ２ｃは使用不能であり、圧電素子７ａから増幅器７ｂの入力までの回路は開いている。この状況では、試験パルスＴＰは増幅器７ｂから分離されており、これによっても試験パルスＴＰが試験応答回路７ｃに現れないようになっている。図３での場合のように、タイマＴのスイッチ信号ＳＳは鳴動電気信号の寿命サイクルにわたっており、このスイッチ信号ＳＳの期間の終わりに、車両のエアバッグ展開システムが再び「武装」される。

【００２６】

車両エアバッグ展開システムでは、車両の運転者はエアバッグ展開システムの機能性を知っていることが望ましい。次に続く図５および図６はこの状況を示し、ブロック図を採用して図解を簡単にすると共に、車両の各用途で、運転者がシステムの圧電素子の迅速試験を開始してその機能性を確定する手段を図解している。

【００２７】

図５で、スイッチＳは試験信号回路８を制御して信号信号の発生を開始するのに設けられている。スイッチＳを車両のイグニッションスイッチとすることができ、またはイグニッションスイッチがオン位置にあろうとなかろうと、正電圧を試験回路ＴＳに結合してそこから試験パルスＴＰが従う試験信号ＴＳを発生させるのに使用することができる車両内の別のスイッチとしてもよい。試験応答回路は、計器パネル領域、または他の位置に見やすく表示されるランプまたは他の手段に接続されて圧電素子の試験が満足であったかまたは満足できなかったかを指示する比較器回路７ｃ２の出力を備えることができる。試験をイグニッションスイッチにより開始しようとする場合には、イグニッションスイッチを「オン」位置にして、ただしエンジンのクランク始動位置にはしないで、試験がエンジンのクランク回転により混乱することのないようにして行われる。その他の場合には、スイッチＳは、操舵コラムまたは計器パネルに便宜上設置されて、イグニッションスイッチを「オン」位置にしてまたはしないで、試験パルスを試験信号回路８ａに加える別のスイッチを表すことができる。

【００２８】

図６は試験パルスＴＰを発生する２つの手段を示す。試験電圧源８が、たとえば、図３または図４に示すパルス形式の試験信号ＴＳを発生すれば、スイッチＳ１およびＳ２の一動作モードが必要である。他方、試験電圧源８が固定正電圧源であれば、スイッチＳ１およびＳ２の異なる動作モードが必要である。

【００２９】

たとえば図３の形式の試験ＴＳのパルス形式を仮定すれば、スイッチＳ１およびＳ２を試験制御回路８ｂにより共に動作させることができる。したがって、わかるとおり、スイッチを、点線で示したように、共に集団動作させることができる。電圧を試験制御回路８ｂに加えるようスイッチＳが動作すると、スイッチＳ１およびＳ２は同時に動作する。スイッチＳ１は圧電素子への試験信号回路８ａのＴａ結合を閉じ、スイッチＳ２は増幅器をスイッチ端子Ｓ２ａに接続して電気鳴動信号を試験応答回路７ｃに結合すると共にエアバッグ展開システムを切離す。試験制御回路８ａは、それから試験パルスＴＰが作られる試験信号ＴＳ発生を開始する試験電圧回路に結合される出力を生ずる。このようにして試験サイクルが開始される。

【００３０】

もし、他方、試験電圧回路が、たとえば、固定正電圧源であれば、スイッチＳ１およびＳ

２は共に動作することができず、この場合には、スイッチＳ２に対して一点鎖線で示した代りの接続が必要である。したがって、スイッチＳが動作すると、試験制御回路はスイッチＳ１を動作させてこれを閉位置まで動かし、同時に、代りの接続がスイッチＳ２を動作させて増幅器７ｂの出力を端子７２ａに結合させ、電気鳴動信号を試験応答回路７ｃに結合させる。しかし、試験パルスＴＰを発生するにはスイッチＳ１を開く必要がある。試験制御回路はスイッチＳ１を動作させて開位置まで動かすが、このスイッチＳ２への代りの接続を介するこの状況では、スイッチＳ２は端子Ｓ２ａに接続させたままである。したがって鳴動電気信号の期間を通じてスイッチＳ２は閉じたままであり、図３で説明したように、所定期間の終りに、スイッチＳ２はスイッチ要素Ｓ２ｂとの接続を完了し、車両エアバッグシステムを圧電素子７ａに再接続する。

【００３１】

図７は、たとえば、図１２に示した形式のディスク駆動装置のサーボ制御システムのような制御システムの加速度計を試験するためのこの圧電試験装置の用途を示す。サーボ制御システムは破線の枠内に囲まれ、図１２に示した制御システム１０でそれを識別するための参照数字１０が付けられている。図１２のものに関連するこの図の他の部分には対応する番号が付けられている。磁気ヘッドからのサーボ制御ループは読出／書込増幅器９、フィルタ付き読出し増幅器１１、およびサーボシステム１３に結合されている補償回路１８から構成されている。サーボシステム１３は補償器が結合されている電力増幅器１４を備えている。電力増幅器１４は、モータＭ４を制御するが、ここではモータＭ４と磁気ヘッド５ｄとの間に結合された点線として図示されているアクチュエータ５に電力を供給する。制御システム１０は全体として、ディスクの表面のトラックに入っているデータを読み取り、書込む手段を備えている。この機能を行うにあたってのトラック捜索およびトラック追従は、ホストコンピュータ１６からの情報要求に応答して、トラックおよびこのような情報を見つけるトラック区画を選択するディスクコントローラ１５の制御のもとに行われる。選択されたトラックおよびトラック区画に関する読取りおよび書込みは、ディスクコントローラに双方向に結合され、データ書込みの目的で読出／書込増幅器に結合された出力回路を備え、且つディスクの選択されたトラックおよびトラック区画から読出されるデータを受ける読出し増幅器１１からの出力により供給される入力回路を備えているデータ処理装置１７を介して行われる。双方向通信はディスクコントローラ１５とホストコンピュータ１６との間に設けられて情報を転送する。

【００３２】

加速度計７は可変利得増幅器７ｂ２を経て、補償回路１８とサーボシステムの電力増幅との間に結合されている加算接合点３３に、結合されている。可変利得増幅器７ｂ２はフィルタ付き読出し増幅器１１の出力により制御される。このようにして、加速度計の利得調節は磁気ヘッド５ｂがディスク上のサーボコードを追跡するとき磁気ヘッド５ｂからの位置誤差信号により制御される。これによりサーボループ内の加速度計が校正され、校正された加速度計信号はサーボ帰還ループ内の加算接合点３３を経てフィードフォワード信号として結合される。上に説明したように、加速度計７は圧電形式の加速度計であり、図４に示したような圧電素子を備えている。図解を簡単にするため、加速度計７と増幅器７ｂ２との間のスイッチ要素Ｓ２ｃだけを図７に示してある。たとえば、図４に示すような形式の試験信号８は加速度計７に結合される試験信号ＴＰを発生する。試験信号源８はまた、やはり図４に示すように、スイッチＳ２ｃに結合される信号を発生し、試験パルスＴＰの期間中加速度計と増幅器７ｂ２への入力との間の接続を中断する。増幅器７ｂ２とサーボループとの間の分離スイッチはここには図示してないが、このような分離は、必要なら図３または図４に示すように行うことができることが認められよう。試験サイクルを開始するのにスイッチＳが設けられている。このようなスイッチはディスク駆動装置を動作させようとするとき瞬時的に作動させることができ、ディスク駆動装置が設置されているパーソナルコンピュータで電力スイッチの一部とすることができる。システムが整列し、静定するまで試験を遅らせることができる。

【００３３】

図１２に示すもののような、ディスク駆動装置であって回転アクチュエータ形式のディスク駆動装置の回転加速度を探知するのに適用し得る形式の圧電加速度計を図８、図９、および図１０に示す。図８に見られるように、加速度計はシート材から構成されている。圧電シート素子は基底部の各端に上向きＺ軸センサ部７ａ２を有する基底部と、基底の側面に、基底と一体になっている上方に曲がったＹ軸センサ部７ａ１とから構成されている。ベリリウムシート電極７ｅ１は、基底の下にタブを備え、図９および図１０で最も良くわかるが、Ｙ軸センサ部に接合されている。圧電素子の基底の下に曲がった接触パッドを備えている他のベリリウム電極７ｅ２は、図９で最も良くわかるように、Ｚ軸センサ部に接合されている。したがって、電極の四つのタブが圧電素子の基底の下側に設けられている。圧電素子は、図８に示すように、リベット７ｆによりディスク駆動装置の印刷回路板ＰＣ１に固定されている。銅パッドが印刷回路板上に圧電素子の電極のタブと一致して設けられている。超音波接合が電極のタブを銅パッドに接合している。バッファ増幅器のような回路チップ７ｆに印刷回路板の接合パッドに結合された回路が設けられている。この増幅器回路は圧電信号をバッファし、増幅する。増幅器７ｆには印刷回路板ＰＣ１の穴２０にはんだ付けされる電気接続が設けられている。ディスク駆動装置に設置されると、圧電素子の基底は好適に回転アクチュエータのスピンドル軸に垂直である。

【００３４】

本発明の特定の実施例をここに説明してきたが、ここに述べた教示の精神および範囲から逸脱することなく、上記の試験装置を具体化する他の実施例を採用し得ることが認められる。

【００３５】

すなわち、以上に述べたように本発明は、

〔１〕物理システム（鋼圧延機駆動装置、ディスク駆動装置、自動車等）の力変換器（７）を試験する圧電変換器の試験装置において、

ａ．制御されるべき部材（Ｍ１～Ｍ４、１２）と、

ｂ．前記部材に結合されて前記部材を制御する制御システム（１０）と、

ｃ．前記物理システム内の圧電変換器（７）であって、前記物理システムにおいて変形を受け、前記制御システム（１０）に結合されて圧電素子（７ａ）の電気出力を前記制御システム（１０）に挿入し、前記部材（Ｍ１～Ｍ４、１２）を制御する圧電素子（７ａ）を備えている圧電変換器（７）と、

ｄ．前記圧電素子を変形させる前記物理システム内の手段（図１１のストリップ、図１２および図１３の質量）と、

ｅ．前記圧電素子（７ａ）に結合されて瞬時付勢し、それにより前記圧電素子（７ａ）を変形させ、前記圧電素子を機械的に鳴動させて、前記圧電素子の機能状態を特徴づける鳴動電気信号を発生する試験信号回路（８）と、

ｆ．前記鳴動電気信号に応答して前記圧電素子の機能性を決定する試験応答回路（７ｃ）と、から構成されることを特徴とするものであるが、〔２〕～〔９〕のような態様も本発明野技術的範囲に包含される。

【００３６】

〔２〕

ａ．前記圧電素子を瞬時付勢する前記試験信号回路（８）は前記圧電素子（７ａ）に結合されている電気パルスＴＰを発生するための電気パルス回路（図３の８ａ、８ｂ）を備えている〔１〕に記載の圧電変換器の試験装置。

【００３７】

〔３〕

ａ．前記試験信号回路（８ａ）により制御されて、前記圧電素子（７ａ）の試験中前記制御システムを前記圧電素子から切離すスイッチ部材（図３のＳ２ｂ）を備えている〔１〕に記載の圧電変換器の試験装置。

【００３８】

〔４〕

ａ．前記圧電素子（７ａ）と前記試験信号回路（７ｃ）との間に結合されている第１のスイッチ部材（Ｓ２ａ）と、
ｂ．前記圧電素子（７ａ）と前記制御システム（１０）との間に結合されている第２のスイッチ部材（Ｓ２ｂ）と、
ｃ．前記試験信号回路（８）を前記第１のスイッチ部材（Ｓ２ａ）におよび前記第２のスイッチ部材（Ｓ２ｂ）に結合させ、前記試験信号回路による前記圧電素子の試験に応答して前記第１のスイッチ部材（Ｓ２ａ）で前記圧電素子を前記試験信号回路（７ｃ）に接続し、前記第２のスイッチ部材（Ｓ２ｂ）で前記圧電素子を前記制御システム（１０）から切離すスイッチ制御回路（Ｔ、Ｉ）と、を備えている〔１〕に記載の圧電変換器の試験装置。

【００３９】

〔５〕

ａ．入力回路および出力回路を有し、前記出力回路は前記制御システム（１０）および前記試験信号回路（７ｃ）に結合されている増幅器（７ｂ）と、
ｂ．前記圧電素子（７ａ）を前記増幅器（７ｂ）の前記入力回路に結合させると共に前記試験信号回路（８ａ）により制御されて前記増幅器（７ｂ）を、前記試験信号回路（８ａ）による前記圧電素子（７ａ）の前記瞬時付勢の期間、前記圧電素子から切離すスイッチ部材（図４のＳ２ｃ）と、を備えている〔１〕に記載の圧電変換器の試験装置。

【００４０】

〔６〕

ａ．出力回路および入力回路を有する増幅器（７ｂ）と、
ｂ．前記出力回路と前記試験応答回路（７ｃ）との間に結合されている常開の第１のスイッチ部材（Ｓ２ａ）と、
ｃ．前記出力回路と前記制御システム（１０）との間に結合されている常閉の第２のスイッチ部材（Ｓ２ｂ）と、
ｄ．前記圧電素子（７ａ）と前記入力回路との間に結合されている常閉の第３のスイッチ部材（Ｓ２ｃ）と、
ｅ．前記試験信号（ＴＳ）回路を前記第１のスイッチ部材（Ｓ２ａ）に、前記第２のスイッチ部材（Ｓ２ｂ）に、および前記第３のスイッチ部材（Ｓ２ｃ）に結合して、実質上前記鳴動信号の期間、前記第１のスイッチ部材（Ｓ２ａ）を閉じると共に前記第２のスイッチ部材（Ｓ２ｂ）を開き、前記試験信号回路（８ａ）のよる前記圧電素子（７ａ）の前記瞬時付勢の期間、前記第３のスイッチ部材（Ｓ２ｃ）を開くスイッチ制御回路（Ｔ、Ｉ、および８ａからＳ２ｃまでの回路）と、を備えている〔１〕に記載の圧電変換器の試験装置。

【００４１】

〔７〕

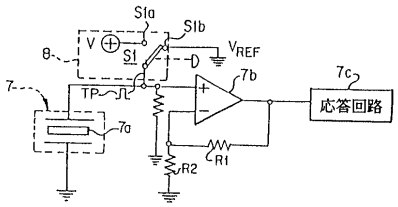
ａ．前記試験信号回路（８ａ）は試験信号パルス（ＴＳ）を発生し、
ｂ．前記圧電変換器の試験装置は更に前記試験信号パルス（ＴＳ）に応答して前記圧電素子（７ａ）に結合される電気パルス（ＴＰ）を発生する電気パルス回路（８ｂ）を備えており、
ｃ．前記スイッチ制御回路（Ｔ、Ｉ、および８ａからＳ２ｃまでの回路）は前記第１のスイッチ部材（Ｓ２ａ）におよび前記第２のスイッチ部材（Ｓ２ｂ）に結合されて前記試験信号パルス（ＴＳ）に応答して実質上前記鳴動電気信号の期間である持続時間を有するスイッチ制御タイミング信号（ＳＳ）を発生するタイマ回路分枝（Ｔ）を備えており、
ｄ．前記スイッチ制御回路（Ｔ、Ｉ、および８ａからＳ２ｃまでの回路）は前記試験信号（ＴＳ）を前記第３のスイッチ部材（Ｓ２ｃ）に結合させて、実質上前記タイミング信号（ＴＳ）の期間前記第３のスイッチ部材（Ｓ２ｃ）を開き、前記増幅器（７ｂ）を前記電気パルス（ＴＰ）から分離する第２の分枝（８ａからＳ２ｃまでの回路）を備えている、〔６〕に記載の圧電変換器の試験装置。

【００４２】

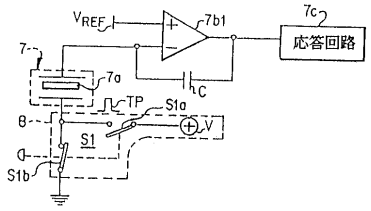
〔８〕
ａ．前記試験応答回路（７ｃ）は前記鳴動電気信号と比較するための基準電気信号を発生する基準電気信号源（Ｖｅｍ）を備えている、〔１〕に記載の圧電変換器の試験装置。
【００４３】
〔９〕
ａ．前記試験応答回路（７ｃ）は前記鳴動電気信号を受けるピーク検出器（７ｃ１）および前記ピーク検出器（７ｃ１）の電気出力を前記基準電気信号（Ｖｅｍ）と差別的に比較する比較器（７ｃ２）を備えている、〔８〕に記載の圧電変換器の試験装置。
【００４４】
〔１０〕
ａ．前記基準信号（Ｖｅｍ）の値は実質上前記鳴動電気信号の正常ピーク値である、〔９〕に記載の圧電変換器の試験装置。
【００４５】
【発明の効果】
本発明の圧電変換器の試験装置によれば、圧電変換器の力検知素子の機能性を個別品目として、圧電センサの機能性を機械的励振器を使用しないで、該圧電変換器を電気的に試験することができる。すなわち、本発明は、圧電素子に結合され、それに瞬時電気信号を加えて素子を歪ませる試験回路を具体化したので、圧電素子を一機能部分として持つ物理システムの圧電変換器をその場で試験することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の、圧電素子を試験するための実施例を示す回路図である。
【図２】本発明の、圧電素子を試験するための構成の別の実施例を示す回路図である。
【図３】本発明において、車両エアバッグ展開システムの圧電素子を試験する用途での図１の回路の態様を示す図である。
【図４】図３に示す回路の変形を示す図である。
【図５】圧電素子の試験信号を発生する別の手段を示す車両エアバッグ展開システムの更に高レベルのブロック図表現である。
【図６】本発明における、圧電素子の試験信号を発生する別の手段を示す車両エアバッグ展開システムの更に高レベルのブロック図表現である。
【図７】本発明における、ディスク駆動装置のアクチュエータを制御するための制御システムの加速度計を試験する際の適用を示す図である。
【図８】図７の駆動装置制御システムに使用される形式の圧電加速度計の斜視図である。
【図９】図７の駆動装置制御システムに使用される形式の圧電加速度計の平面図である。
【図１０】図７の駆動装置制御システムに使用される形式の圧電加速度計の側面図である。
【図１１】ある物理システム内の力変換器または加速度変換器の従来技術の使用法を示す図であり、ロールスタンド、および巻取りリールで表わされた圧延機の二つの最終段を含む鋼板圧延機を断片的に示す図である。
【図１２】他の物理システム内の力変換器または加速度変換器の従来技術の使用法を示す図であり、ディスク駆動装置の加速度計における圧電素子の応用を示す図である。
【図１３】更に他の物理システム内の力変換器または加速度変換器の従来技術の使用法を示す図であり、自動車におけるエアバッグ展開システムへの圧電素子の応用を示す図である。
【符号の説明】
３　ディスク
５ｄ　磁気ヘッド
７　圧電変換器（加速度計）
７ａ　圧電素子
７ｂ　増幅器
７ｃ　応答回路

７ｃ１　　ピーク検出回路
８　　試験信号回路
８ａ，８ｂ　電気パルス回路
１２　　被制御部材
Ｍ１～Ｍ４　被制御部材
Ｓ１ａ，Ｓ１ｂ，Ｓ２ａ，Ｓ２ｂ　スイッチ端子
ＳＳ　　スイッチング信号
Ｔ　　タイマ回路
Ｔ１，Ｔ２　トランジスタ
ＴＳ　　試験信号
ＴＰ　　試験パルス
Ｖｅｍ　　基準電気信号源

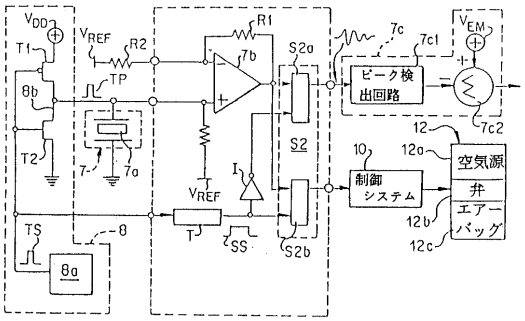
【図１】



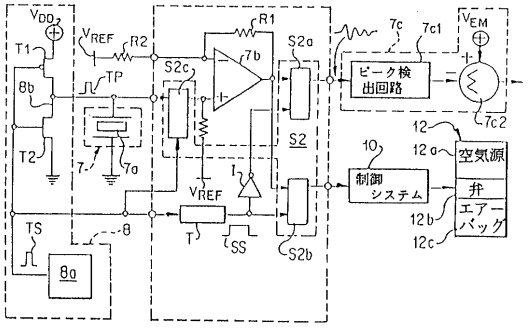
【図２】



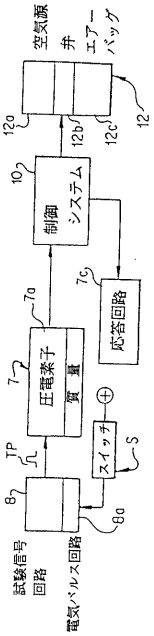
【図３】



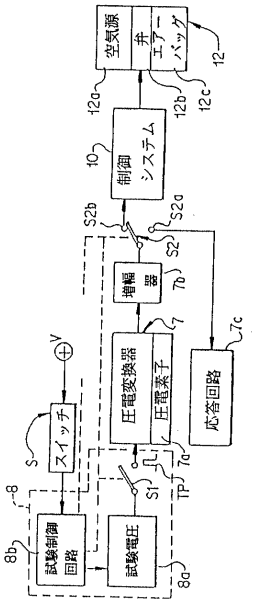
【図４】



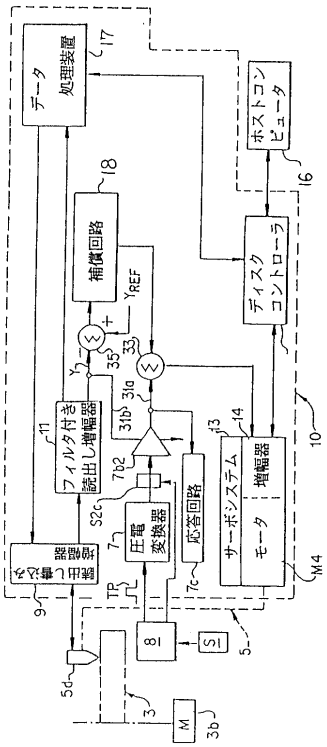
【図５】



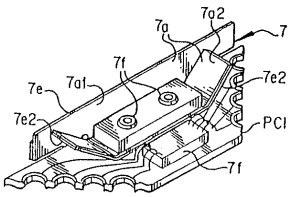
【図６】



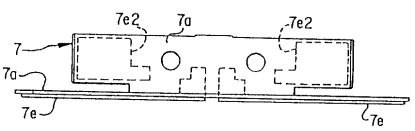
【図７】



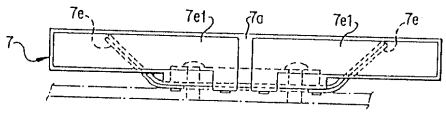
【図８】



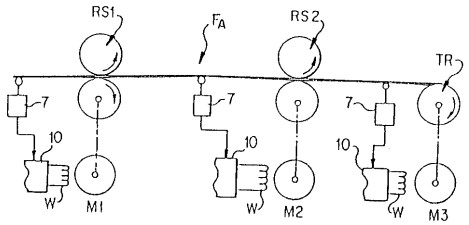
【図９】



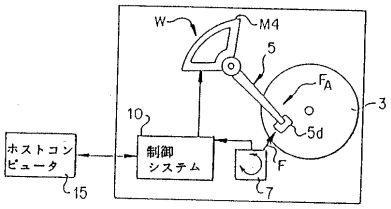
【図１０】



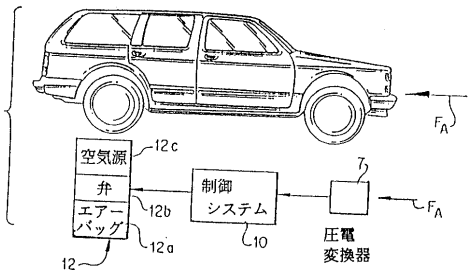
【図１１】


RS1
F_A
RS2
TR
7
10
W
M1
M2
M3

【図１２】


W
M4
5
F_A
3
10
5d
ホストコンピュータ
制御システム
F
15
7

【図１３】


空気源
12c
弁
12b
エアーバッグ
12a
12
制御システム
10
7
圧電変換器
F_A

フロントページの続き

(72)発明者　ディー　ミッチェル　ハンクス
アメリカ合衆国アイダホ州ボイズ　フォーク・ドライブ　７１０９
(72)発明者　ラリー　エス　メッツ
アメリカ合衆国コロラド州フォート・コリンズ　リンデンウッド・ドライブ　１２００

審査官　松浦　久夫

(56)参考文献　実開平０４－０６３０６９（ＪＰ，Ｕ）
特開平０４－０９０９４３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01L 1/16
G01L 25/00
G01P 15/09
G01P 21/00