

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3822244号
(P3822244)

(45) 発行日 平成18年9月13日(2006.9.13)

(24) 登録日 平成18年6月30日(2006.6.30)

(51) Int. Cl.

F I

A63C 5/075 (2006.01)

A63C 5/075

A63B 49/08 (2006.01)

A63B 49/08

Z

A63B 53/14 (2006.01)

A63B 53/14

Z

A63C 5/00 (2006.01)

A63C 5/00

C

請求項の数 31 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平9-513699

(86) (22) 出願日 平成8年9月27日(1996.9.27)

(65) 公表番号 特表2001-523979(P2001-523979A)

(43) 公表日 平成13年11月27日(2001.11.27)

(86) 国際出願番号 PCT/US1996/015557

(87) 国際公開番号 W01997/011756

(87) 国際公開日 平成9年4月3日(1997.4.3)

審査請求日 平成15年9月24日(2003.9.24)

(31) 優先権主張番号 08/536,067

(32) 優先日 平成7年9月29日(1995.9.29)

(33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者

アクティブ コントロール エクスパーツ

インコーポレイテッド

アメリカ合衆国 02142 マサチュー

セッツ, ケンブリッジ, ファースト スト

リート 215

(74) 代理人

弁理士 倉内 基弘

(74) 代理人

弁理士 風間 弘志

(72) 発明者

ラザラス, ケネス ビー.

アメリカ合衆国 02215 マサチュー

セッツ, ボストン, コモンウェルス アベ

ニュー 382, アpartment 11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 適応性のスポーツ用具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザーが着用あるいは保持し、接触及び振動を受けるスポーツ用具であって、
 延長部分を有し、スポーツ用具と一体の胴部にして、使用時に接触による刺激を受けて変形し、部分的な歪み領域を含む前記胴部に、スポーツ用具の使用に際して変化するところの、歪みエネルギーの分布を生じさせる接触面を含む胴部と、
 電氣的エネルギー及び機械的な歪みエネルギーを変換するための圧電式の歪み素子を含む電子作動アセンブリにして、前記胴部の歪み領域から歪みエネルギーを受けるために、歪みカップリングにより前記胴部の歪み領域に一体化され、前記圧電式の歪み素子の表面上の歪みを前記歪み領域に、また該歪み領域からの歪みを前記圧電式の歪み素子の表面上に直接カップリングする電子作動アセンブリと、
 前記接触による刺激に対する胴部の振動的な応答を制振させるように前記圧電式の歪み素子における歪みを制御する電氣的エネルギーを、前記電子作動アセンブリを介して送るよう構成され、前記歪み領域から前記圧電式の歪み素子内にカップリングされた歪みにより前記圧電式の歪み素子内に発生した電荷を消散させるための分路を含む回路と、
 を含むスポーツ用具。

【請求項2】

スポーツ用具と一体の胴部が基部を有し、圧電式の歪み素子が、該基部に近接して胴部にカップリングされ且つ基部から離間して伸延される請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項3】

10

20

スキー板、モノボード、スノーボードの内の1つである請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項4】

使用時に受ける刺激が、胸部に、歪みエネルギーの分布を生じさせるところの構造モードを励起させ、電子作動アセンブリ及び回路が、励起された構造モードをシフトあるいは制振してスポーツ用具の取り扱い性を改善する請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項5】

歪み領域が高歪み領域を含み、電子作動アセンブリが、シート状の圧電材にして、実質的に剪断を生じないカップリングにより該シートの面を横断して前記高歪みの領域の、スポーツ用具と一体の胸部にカップリングされるシート状の圧電材を含む請求の範囲1のスポーツ用具。

10

【請求項6】

電子作動アセンブリが剛性材料により形成され、スポーツ用具と一体の胸部に組み込まれた場合に該胸部に構造的な剛性を提供する一方で、該胸部に有効な制振を追加する請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項7】

接触面が、プレーに際して物体を打撃するための打撃面を含み、刺激に対する胸部の振動的な応答が、スポーツ用具の取り扱いあるいは前記打撃に対するスポーツ用具の応答を含む請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項8】

接触面が、媒体上を滑る滑走面であり、圧電式の歪み素子が、前記滑走面と実質的に平行に位置決めされる請求の範囲1のスポーツ用具。

20

【請求項9】

刺激に対する胸部の振動的な応答が、スポーツ用具の移動速度を増長する請求の範囲8のスポーツ用具。

【請求項10】

ラケットである請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項11】

クラブである請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項12】

回路が、電子作動アセンブリ内に埋設される請求の範囲1のスポーツ用具。

30

【請求項13】

圧電式の歪み素子が、該圧電式の歪み素子と胸部との間部分の歪みをカップリングするために、実質的に剪断を生じないカップリングにより胸部に取り付けられる請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項14】

圧電式の歪み素子が多層のものである請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項15】

圧電式の歪み素子が圧電素子であり、回路が該圧電素子を駆動する請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項16】

40

電子作動アセンブリが、歪みエネルギーを検出するための電子作動の歪みセンサ素子を含む請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項17】

基部が、該基部をユーザーが保持することにより、あるいはユーザーが該基部と接触する状態で支承することにより、動かないように安定化されるところの胸部における位置である請求の範囲2のスポーツ用具。

【請求項18】

電子作動の歪み素子と共に相互位置付けされ、高歪み領域に近接する歪みエネルギーを検出するためのセンサを含み、回路が、該センサの検出した歪みエネルギーに従い、前記電子作動の歪み素子を駆動するためのドライバを含んでいる請求の範囲1のスポーツ用具。

50

【請求項 19】

スポーツ用具と一体の胸部における歪み領域付近の歪みエネルギーの大きさを検出するために、圧電式の歪み素子と相互に位置付けられたセンサ素子を含み、回路が、該センサ素子の検出した歪みエネルギーの大きさに従い、前記圧電式の歪み素子を駆動するためのドライバを含んでいる請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項 20】

スポーツ用具と一体の胸部における歪みエネルギーの大きさを検出するためのセンサを含み、回路が、該センサの検出したエネルギーの大きさに従い、前記圧電式の歪み素子を駆動するためのドライバを含んでいる請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項 21】

センサがドライバに電荷カップリングされた請求の範囲20のスポーツ用具。

【請求項 22】

スポーツ用具が自転車、スキー板、そり、ラケット、マレットゴルフクラブ、スティック、バットの中から選択される請求の範囲1のスポーツ用具。

【請求項 23】

ユーザーが着用あるいは保持し、接触及び振動を受けるスポーツ用具であって、
延長部分を有し、スポーツ用具と一体の胸部にして、使用時に接触による刺激を受けて変形し、部分的な歪み領域を含む前記胸部に、スポーツ用具の使用に際して変化するところの、歪みエネルギーの分布を生じさせる接触面を含む胸部と、
電氣的エネルギー及び機械的な歪みエネルギーを変換するための圧電式の歪み素子を含む電子作動アセンブリにして、前記胸部の歪み領域から歪みエネルギーを受けるために、歪みカップリングにより前記胸部の歪み領域に一体化され、前記圧電式の歪み素子の表面上の歪みを前記歪み領域に、また該歪み領域からの歪みを前記圧電式の歪み素子の表面上に直接カップリングする電子作動アセンブリと、
前記接触による刺激に対する胸部の振動的な応答を、スポーツ用具の性能を増長させるために有効な量において制振させるように前記圧電式の歪み素子における歪みを制御する電氣的エネルギーを、前記電子作動アセンブリを介して送るよう構成され、電子作動アセンブリを横断して配置されたLEDインジケータにして、機械的な歪みエネルギーを前記電子作動アセンブリにより電氣的エネルギーに変換したことを直接的に示すべく、歪み素子によって発光されるLEDインジケータを含む回路と、
を含むスポーツ用具。

【請求項 24】

スポーツ用具であって、
延長部分を有する胸部にして、使用時に刺激を受けて変形し、歪み領域を含む前記胸部に歪みエネルギーの分布を生じさせる接触面を含む胸部と、
電氣的エネルギー及び機械的な歪みエネルギーを変換するための電子作動歪み素子を含む電子作動アセンブリにして、前記胸部の歪み領域にカップリングされた電子作動アセンブリと、
電氣的エネルギーを前記刺激に対する胸部の応答に有効に変換するべく、前記電子作動アセンブリを介して電氣的エネルギーを送るための回路と、
胸部内の歪みエネルギーを検出するためのセンサと、
を含み、
前記回路が、電力を提供するためにバッテリーを使用し、前記歪み素子を駆動するための、前記バッテリーの電圧よりも高い電圧を達成するための倍率器を含んでいる回路と、
を含むスポーツ用具。

【請求項 25】

スポーツ用具であって、
延長部分を有する胸部にして、使用時に刺激を受けて変形し、歪み領域を含む前記胸部に歪みエネルギーの分布を生じさせる接触面を含む胸部と、
電氣的エネルギー及び機械的な歪みエネルギーを変換するための電子作動歪み素子を含む

10

20

30

40

50

電子作動アセンブリにして、前記胴部の歪み領域にカップリングされた電子作動アセンブリと、

電氣的エネルギーを前記刺激に対する胴部の応答に有効に変換するべく、前記電子作動アセンブリを介して電氣的エネルギーを送るための回路と、

胴部内の歪みエネルギーを検出するためのセンサと、

を含み、

前記回路が、スポーツ用具の最低モードの周波数よりも実質的に低い周波数で前記センサからの信号を積分するスポーツ用具。

【請求項 26】

スキー板であって、上面と、該上面とは反対側の円滑且つ平坦な滑走面とを有する細長の胴部を有し、滑走面がスキー板の前方から後方にかけて伸延し、上面のある部分に取り付け部分を有し、胴部にダンパーが取り付けられ、

該ダンパーが、

少なくとも 1 つの圧電プレートを含むアセンブリにして、歪みが前記細長の胴部と圧電プレートの表面との間で有効にカップリングされるように前記胴部内に一体化されるアセンブリと、

スキー板における歪みを検出するためのセンサーにして、前記センサとアセンブリとの間のノードラインの無い位置で前記アセンブリに接近してスキー板に固定したセンサと、

アセンブリ内の歪みを制御するため及び使用時のスキー板の振動を制振させるために作動する回路と、

を含むスキー板。

【請求項 27】

スキー板が中心に軸を有し、アセンブリが、該軸から遠い、スキー板の歪みエネルギーの少なくとも 1 パーセントを受けるために有効な領域を覆って位置付けられる請求項 26 のスキー板。

【請求項 28】

そのランナーである請求項 26 のスキー板。

【請求項 29】

スキー板であって、

共振モードを有するスキー板の胴部と、

スキー板の歪みが変化するに従い、歪みエネルギーを使用して電荷を発生させるためにスキー板の胴部のある領域を覆うシート状の少なくとも 1 つの圧電材のアセンブリと、

発生した電荷を消散させることにより、前記共振モードの振動を有効に制振するために前記アセンブリを横断して配置した分路と、

を含むスキー板。

【請求項 30】

分路が分路抵抗体である請求項 29 のスキー板。

【請求項 31】

分路が広帯域幅の分路である請求項 29 のスキー板。

【発明の詳細な説明】

(発明の背景)

本発明はスポーツ用具に関し、詳しくは、ラケット、スキーその他のようなスポーツ用具の振動を制振し、制御し、その剛性に影響を与えることに関する。一般的に、非常に多くのスポーツ用具は、長い時間、あるいはその胴部の広い範囲に加えられる非常に強い孤立した衝撃、もしくは、強いがしかし動力学的に変化する力を受ける。かくして、例えば野球のバット、競技用のラケット、スティックやマレットのようなスポーツ用具では、非常に強い衝撃がそれらの作用面の特定のあるいは様々な部分に加わり、プレーヤーの持つ長いハンドル部分に沿って伝搬してゆく。そうしたスポーツ用具では、衝撃によってそれ自身の速度、性能あるいは取り扱い性が影響を受けることは比較的少ないが、衝撃で生じた振動はそれを持つプレーヤーに強い衝撃感を与える。その他のスポーツ用具、例えば、そ

10

20

30

40

50

り、自転車、あるいはスキー等では、非常に強い衝撃のみならず拡散する歪みもまた、長い領域に且つ長時間に渡り加えられ、複雑な機械的応答が発生する。こうした機械的応答は、ランナー、フレームあるいはシャシー構造その他の空気接触面あるいは接地面に振動を励起しあるいは形状変化を引き起こす。これらの振動あるいは変形は、ドライバーあるいはスキーヤーが移動方向に与えようとする制御の程度や、その制御によって得られる移動の速度あるいは効率の両方に直接影響してくる。

例えば、スキーのダウンヒル競技あるいはスラローム競技を例にとると、これらの競技のためのスキー用具に関して考慮すべき機械的事項は、柔軟であるが高剛性の材料で形成され、長手方向に若干湾曲し且つ好ましくは横断方向にも若干湾曲していることであると長年言われて続けてきた。そのような、長く、高剛性の板状部材は、それが金属、木材、サイバー、エポキシ、あるいはそれらを幾つか複合あるいは組み合わせて製造されるとはいえ、非常に強いリングングや構造的振動をどうしても受ける。一般に、スキー板の中央上側にかかるスキーヤーの体重が、地面側に対する全体的に固定された接触領域を提供しそれにより、スキーヤーが姿勢や体重をほんの僅か移動させるだけで、スキーの様々なエッジや滑走面は地形に関して最適のように位置決めされる。これにより、方向や移動速度は、雪面あるいは氷面の降伏量が十分でありしかも移動速度が十分に低い条件下に制御することができるようになる。しかしながら、不整の、凹凸の多いアイスバーン上で生じる高速時のスキー板のバタ付きや振動はそうした位置決め性能を大幅に低下させる。詳しく言うと、機械的な振動は、スキー板の下面に加わる見掛けの摩擦力あるいは正味の抗力を増大させ、あるいはブレード状のエッジが地面側と接触できない程に変形した時には制御性を失わせさえもする。この問題は特に最近のスキー板で生じるものであるが、剛性がもっと高く且つ弾性が木材よりも高い金属や剛性材料で作成したテニスラケットその他にも類似した問題が起こる。

一般に、振動発生を防止するために開発された本件出願人の知る唯一の実用的方策は、例えばスキー板のようなスポーツ用具に、その構造全体に制振を与える非弾性材料を組み込むことであり、あるいはその主胴部の外側に可撓性のブロックを設けることである。スキー板に非弾性材料を組み込む方策は、重量、強度、剛性そして柔軟性との引き替になることから、振動制御のための別の改良された方法及び構造を開発することが非常に望ましい。詳しく言うと、軽量の制振体あるいは、重量を殆どあるいは全く加えずに構造的強度や剛性に貢献する制振体を開発するのが望ましい。有益であろうその他の特徴には、振動帯域幅が広いこと、容積が小さいこと、丈夫であること、適用性があること、が含まれる。スキー板あるいはそり以外のスポーツ用具及び装具の振動的な応答における制限事項は幾分類似的なものであり、それらの制限事項と環境とのプレーヤーに対する相互作用、つまり影響は、“mutatis mutandi (必要な変更を加えること)” により理解され得るものである。スポーツ用具の振動問題のための一般的な解決方法を提供するのが望ましい。従って、スポーツ用具ダンパーに対する大きな需要がある。

進歩した構造機構の分野においては、翼、ある形状のトラス、進歩した複合物あるいは金属材料で作成した薄皮のような薄い構造物を、この構造物中に埋設したシート状の、圧電アクチュエータを作動させて制御する可能性に関する数多くの研究及び実験が行われてきている。しかしながら、そうした研究は一般に、この圧電アクチュエータを簡単な機械構造モデルに取り付けた場合に、また、実験室での特別な駆動及び監視装置に取り付けた場合に達成される効果をモデル化することを目指したものである。

この場合、構造モデルからアクチュエータに分与される歪みエネルギーの割合が比較的大きいことが保証される必要があり、その場合でも、望ましい制御を実現させるためにこれらのアクチュエータを十分に駆動させる強い作動信号が必要となる。更には、最も有効な能動アクチュエータは一般には脆いセラミックシート状の圧電材料であることから、大半の研究では、アクチュエータを特別にアセンブリ化して試験構造体中に接着し、強い衝撃あるいは変形から保護する必要がある。これとは別の、それほど脆くない形態の圧電アクチュエータを、P V D F のようなポリマーシート材料の形で入手することができる。しかしながら、この材料は脆くないあるいは割れにくいものの、発生する機械的作動力は比較

10

20

30

40

50

的小さくなってしまう。かくして、P V D F は表面実装が容易であり歪みセンサーとしては非常に使いやすいが、物理的構造を能動制御するための能力には限界がある。しかも、ポリマーシート材料の形の圧電アクチュエータのためにさえも、使用できる歪みの正味量は取り付け形態に基づく制限があり、この材料に導入される変位量も小さい。

以上述べた考慮事項の全てによれば、スポーツ用具の性能を向上させるために圧電アクチュエータを有効に適用させることはできないと思われる。

にもかかわらず、多くのスポーツ用具は、変位あるいは振動を受ける際の性能上の問題を受けやすいままであり、通常的使用中に歪みを生じる。最近の材料は軽量化され、高剛性、高強度を有するが、これらの特性は振動の問題により悪化し得る。従って、望ましからざる性能状況を減少あるいは補償する、もしくはそうした性能状況が実際の使用中に発生しないようにするための一般構造を提供することが望まれる。

10

(発明の概要)

前述の及びその他の望ましい結果は、本発明に従うところのスポーツ用具ダンパーにして、スポーツ用具の一部の胴部の全てあるいは一部に、この胴部の表面を横断する歪みをカップリングする電子作動アセンブリを取り付け、この電子作動アセンブリを取り付けた領域に生じた歪みに応答して胴部の制振率あるいは剛性を変えるスポーツ用具ダンパーを使用することにより実現される。電子作動アセンブリが電子機械的に作動されると歪みエネルギーが追加あるいは消散されそれにより、発生する振動が効果的に制振されあるいはスポーツ用具の剛性が変化され、このスポーツ用具の動力学的な応答が変化する。スポーツ用具は、基部を有する胴部と、ノード及び歪み範囲を有する１つ以上の主要な構造モードとを有することにより特徴付けられる。電子作動アセンブリは一般に基部に接近して位置決めされ、その機械的作動の効率が増長あるいは最大化されるようにする。電子作動アセンブリは受動部品であり得る。この場合は歪みエネルギーを電気エネルギーに変換し且つまたこの電気エネルギーを分路することによりスポーツ用具内のエネルギーを消散させることができる。電子作動アセンブリを能動部品とする場合は、電子作動アセンブリはシート状の圧電アクチュエータ材料と、交換自在のバッテリーのような別体の電源とを含む。バッテリーは、電子作動アセンブリの機械的作用を選択的に変化させるためのドライバに接続される。好ましい実施例では、シート状の圧電アクチュエータ材料に近接して取り付けられたセンサ部材が、スポーツ用具に発生した歪みの動力学的条件に応答する信号を発生し、この信号が、第１の圧電アクチュエータ材料のための電源により増幅される。センサ部材は、このセンサ部材と、制御用の圧電アクチュエータ材料との間に下位オーダーの機械的モードのノードが生じない十分な近さに位置決めされる。更に別の実施例では、検出した信号に応答して、第１の圧電アクチュエータ材料に異なる動作をさせるための２つ以上の異なる制御法則を適用するロジックあるいは回路が含まれ得る。

20

30

１実施例ではスポーツ用具は、電子作動アセンブリを、スキー板の胴部内の、有効な基部位置であるところのブーツマウントの少し手前の位置に接着あるいは埋設したスキー板である。能動部品としての実施例では、圧電アクチュエータ材料を横断する電荷は、電子作動アセンブリ中にカップリングされる歪みエネルギーを消散させるために分路される。別の実施例では、長手方向に偏倚されるがしかし有効配列されたセンサ素子がスキー板の歪みを検出して信号を出力し、この信号が第１のシート状の圧電アクチュエータ材料を起動させる入力信号あるいは制御信号として使用される。単一の９ボルトバッテリー、が出力信号のための増幅器を作動させる。この配列構成では電子作動アセンブリが能動的な制振機構あるいは剛性制御機構として作動され、スキー板の共振をシフトあるいは制振して接地性を高めると共に、達成可能速度を高めるべく作動するに十分な電力を一日以上に渡り印加する。その他のスポーツ用具では、圧電アクチュエータ材料をラケットあるいは打撃スポーツ用具のハンドルあるいはヘッド部分に取り付け、その取り扱い性、感覚及び性能を高めることもできる。

40

【図面の簡単な説明】

図１は、本発明に従うスキー板の斜視図である。

図１Ａは、図１のスキー板の受動実施例の斜視図である。

50

図 1 B は、図 1 のスキー板の能動実施例の斜視図である。
 図 1 C は、図 1 のスキー板の受動実施例の詳細を示す斜視図である。
 図 1 D は、本発明の別のスキー板の側面図である。
 図 2 A は、図 1 のスキー板の線 I I A - I I A に沿った断面図である。
 図 2 B は、図 1 のスキー板の線 I I B - I I B に沿った断面図である。
 図 2 C は、図 1 のスキー板の線 I I C - I I C に沿った断面図である。
 図 3 は、図 1 B のスキー板を駆動するための回路の概略図である。
 図 4 は、長さの異なる電子作動アセンブリのためのエネルギー比をモデル化したグラフである。
 図 5 は、接着した電子作動アセンブリのための歪み伝達量の損失をモデル化したグラフである。
 図 5 A は、歪みの大きさについての電子作動アセンブリの 1 配置例を示す概略図である。
 図 6 は、受動実施例を使用して達成される制振を示すグラフである。
 図 6 A は、図 6 の受動実施例のための電子作動アセンブリの例示図である。
 図 7 は、形状の異なるスポーツ用具のために適合する圧電アクチュエータ / センサの全体形状をそれぞれ記号 (a) ~ (j) の位置に示す概略図である。
 図 8 は、試作の能動実施例における圧電アクチュエータ / 回路 / センサ素子の配置を示す平面図である。
 図 8 A は、スキー板に取り付けた状態での、図 8 の能動実施例の電子作動アセンブリの平面図である。
 図 8 B は、スキー板に取り付けた状態での、図 8 の能動実施例の電子作動アセンブリの側面図である。
 図 9 は、本発明のゴルフクラブでの実施例における斜視図である。
 図 9 A は、図 9 の実施例の歪み特性を例示するグラフである。
 図 9 B は、図 9 の実施例の詳細を部分的に断面で示した斜視図である。
 図 10 は、本発明のラケットでの実施例における斜視図である。
 図 10 A は、図 10 の実施例の歪み特性を例示するグラフである。
 図 11 は、本発明の投げ槍での実施例における、歪み特性を例示するグラフである。
 図 12 は、本発明のスノーボードでの実施例における、歪み特性を例示するグラフである。

10

20

30

(発明の実施の形態)

図 1 には、本発明のスポーツ用具の実施例としてのスキー板 10 が示される。スキー板 10 は、全体的に細長の胴部 11 と、その長さ方向に沿った中央に位置付けた取り付け部分 12 とを有し、取り付け部分 12 の表面には、例えばダウンヒル競技用のスキー板では、スキーブーツのための 1 つ以上の支持プレートが固着され、踵及びつま先の各部分の安全リリース機構 (図示せず) が前記支持プレートの後方及び前方にそれぞれ締着される。これらの支持プレート及び安全リリース機構は全て従来からのものでありここでは例示されない。しかしながら、これらの特徴部分が、スキーヤーの体重をスキー板の中央部分にクランプし、この中央部分をスキー板構造の固定点 (慣性的な、またしばしば、地面に対する) とするプレート - 機械システムを画定することを認識されたい。従って、前記取り付け部分 12 全体は、機械的には、この取り付け部分 12 から軸線方向の各側に沿って外側方向に伸びる 1 枚のプレートの基部なのである。図 1 に更に例示されるように、本発明のスキー板 10 は、スキー板と一体化されたあるいはスキー板に固定した電子作動アセンブリ 22 と、そして幾つかの実施例ではシート状の電子作動アセンブリと連通するシート状のセンサ素子 25 と、このセンサ素子及び電子作動アセンブリの両方と電氣的に連通する電力制御体 24 とを有する。

40

本件出願人の発明によれば、電子作動アセンブリと、この電子作動アセンブリ内のセンサ素子とは、スキー板の内部かあるいは表面の何れかと歪みカップリングされそれにより、スキー板の胴部と一体化された部品となってこの胴部に剛性を提供し、また、胴部に生じた歪みに応答して変形して胴部に歪みエネルギーを与えあるいは消散させるための状態と

50

なり、かくしてスキー板の振動モード及びその応答を制御する。シート状の電子作動アセンブリ 22 は剛性が比較的高く且つ歪み作動効率が高い圧電材料で形成するのが好ましい。しかしながら、そうした電子作動アセンブリを通してカップリングすることのできる合計エネルギーのみならず、このエネルギーを供給するために得られる電力は、機械的構造の寸法形状や入手可能な空間、あるいは体重負荷その他の要因によって比較的制限される。従って、正確な位置付け及び位置決めのみならず、ディメンショニングや好適な材料の選択は、スキー板及びその他の任意のスポーツ用具のための幾分重要な技術事項である。そうした位置付けや材料選択は、スキー板にスポーツ用具ダンパー（以下、単にダンパーとも称する）を設ける際に考慮すべき特定要因に関する以下の議論から理解されよう。一般的な背景として、シート状の薄い圧電セラミック材料を、例えばポリマー材料からなる剛性構造物中に組み込むことに関する研究が盛んに行われてきている。特に空気力学の分野での研究によれば、圧電セラミック材料の層を薄皮あるいはシェル構造体中に組み込み、このシェル構造体の物理的様相あるいは振動状況を容易に制御し得ることが示された。米国特許第 4, 849, 648 号及び第 374, 011 号にはそうした材料を使用する作業方法が示される。

最近、本件出願人はパッケージ化した電子作動アセンブリの開発に着手し、パッケージ化した電子作動アセンブリを販売した。この電子作動アセンブリでは、1つ以上の脆いシート状の圧電セラミック材料から成る電子作動アセンブリがカードに組み込まれ、このカードが結局、電子作動アセンブリ内で得られる歪みエネルギーの実質的に全てを有効裡に適用するための別の構造体上に組み付けられる。本件出願人の PCT 公表第 WO/20827 号には、シート状部材を使用する剛性の薄いカード構造が記載される。このカード構造では、カードの実質全面積が 1 枚以上のシート状の圧電セラミック材料で占有され、これらのシート状の圧電セラミック材料が、壊れやすいカードのための丈夫な支持構造体を提供するがしかし、平面内エネルギーをその主要面を横断して有効にカップリングすることができるような様式で封入されている。本明細書で説明するシート状の電子作動アセンブリは、前述の米国特許出願に記載されるそれと好ましくは実質的に類似のものでありあるいは同一であり、もしくは、前述の米国特許出願に説明されるようなシート状材料により支持されあるいは埋設されてスキー板とカップリングされ、スキー板と電子作動アセンブリとの間の歪みエネルギーを電子作動アセンブリの広い表面積を横断して、損失を生じることなく且つ非常に有効に伝達するようなものである。

図 1A には、本件出願人の発明に従う基本実施例としてのスポーツ用具 50' が例示される。本実施例では、シート状の単一のセンサ/アクチュエータ素子 56（以下、圧電アクチュエータ或いは単にアクチュエータとも称する）がスキー板の基部 R' を覆い、歪みにより誘起された電氣的出力が分路ループ 58 を横断して接続される。分路ループ 58 は、基部 R' の歪みがセンサ/アクチュエータ素子 56 に電荷を発生させるに従い、この電荷が消散されるようにセンサ/アクチュエータ素子 56 の頂部及び底部の各電極を横断して結合されたレジスタ 59 とフィルタ 59' とを含んでいる。この構造により、基部 R' 内でのフィルタ 59 の帯域幅内で生じる歪みの変化が連続的に消散されそれが、構造体の各モードに有効な制振を生じさせるという機械的效果が得られる。センサ/アクチュエータ素子 56 はスキー板の基部の 5 ~ 10 % の表面を覆い、スキー板の 5 % までの歪みを捕捉することができる。大抵の振動状況は強まるまでには実際は有意の時間を要することから、こうした低レベルでの連続的な機械的補償は、振動の一連の機械的效果を制御し、スキー板の応答を変更させるために有効である。

実際は、圧電アクチュエータの固有のキャパシタンスが、このアクチュエータから発生する信号、あるいはこのアクチュエータを横断して適用される信号を有効にフィルタリングするので、フィルタ素子 59' を別個に設ける必要はない。試作実施例では、3 枚の鉛ジルコニウムチタン（PZT）セラミックシート PZ（以下、単に PZT プレートとも称する）が図 1C に示すように取り付けられ、ラミネートされて可撓性の回路材料とされる。この回路材料内では格子状の導電線 C が PZT プレートの上下の各電極表面の両方にかけ渡される。各 PZT プレートは寸法形状が 1.81 x 1.31 x 0.058 インチであり

10

20

30

40

50

、このP Z Tプレートが、1 . 6 6 × 6 . 6 2、厚さ0 . 0 6 6 インチのカード状のモジュールアセンブリを形成する。上下の導電線Cは、このモジュールアセンブリの前方位置の分路領域Sに伸延し、この分路領域で一对の分路レジスタを介して相互に結合されそれにより、スキー板に発生した歪みによりP Z Tプレートを横断して生じた電荷が消散される。分路レジスタは表面実装したチップレジスタである。チップレジスタには、表面実装した1つ以上のLEDが導電線を横断して接続される。これらのLEDはウェハー、つまりP Z Tプレートが歪みを受け、この歪みのエネルギーが分路される際に発光する。この発光により、回路線が接続状態を維持していることを視覚的に確認することができる。モジュールアセンブリのパッケージ全体はスキー板の構造上の上面層に取り付けられ、スキー板の胴部からの歪みをこのモジュールアセンブリに受動的にカップリングさせ、歪みを連続的に消散させる。別の試作実施例では、直線配置した4枚のP Z Tプレートが使用される。

10

図1 Bには、本発明に従う別の実施例であるスポーツ用具50が例示される。本実施例では、第1の歪み素子52が、歪みを検出し、電荷出力をライン52a上に創出する。前記電荷出力は、基部Rの全てあるいは一部分を覆う領域53内の歪みを表示するものである。また本実施例では、ライン54a上の駆動信号を受けて歪みを領域55上でスポーツ用具中にカップリングするアクチュエータとしての歪み素子54が基部R内に位置決めされる。ライン52aはライン54aに直接接続して良く、あるいは、増幅、相逆転、遅延あるいは集積回路、あるいはマイクロプロセッサのような中間の信号調節回路あるいは信号プロセス処理回路58'を介してライン54aに接続する。図1 Aの実施例におけるように、歪み素子54を駆動することにより達成することのできる歪みエネルギー量は、スキー板の使用中に自然に励起される歪み量のわずかな数%、例えば1 ~ 5 %に過ぎず、この量の歪みがスポーツ用具の応答性を目で見えるほどにあるいは有益に変化させることは期待できない。しかしながら本件出願人は、基部R、領域53そして領域55を適切に選択することにより、幾つかの有効な制御を達成できることを見出した。スポーツ用具のこれらの部分を識別し、決定するための一般的な技法を以下に説明する。

20

図1 Dに更に示されるように、適合することのできる別のスキー板の実施例では、電子作動アセンブリ22が、スキー板の基部の前方及び後方の双方の幾つかの部分に位置付けられる。こうすることにより、そうしない場合には影響を受けるところの歪みエネルギーの大部分を捕捉し、消散させることができるようになる。

30

一般に、スキー板の胴部から捕捉するあるいはこの胴部に適用することのできる歪みの量は、電子作動アセンブリの寸法及び位置のみならず、スキー板へのそれら電子作動アセンブリのカップリングに依存する。図5 Aには、スキー板の長手方向に沿った、基部から先端部分にかけての距離Lの関数としての歪み及び変位の各状況が例示される。電子作動アセンブリに相当するものとして、1 ~ 3層の鉛ジルコニウムチタンセラミックシートP Zを、歪みの大きい部分に層数を多くして配置した構造が示される。本件出願人は、実際上はこのように調整した構造よりはむしろ、電子作動アセンブリがその長さ方向に沿って一定数の鉛ジルコニウムチタンセラミックシートP Zの層を有している場合には、6 ~ 8インチの比較的短い電子作動アセンブリを歪みの大きい部分に位置決めするのが適切であることを見出した。試作実施例では本件出願人は受動(分路された)ダンパーのために1層のアセンブリを用い、能動ダンパー実施例のためには3層のアセンブリを用いた。厚さが一様のそうした電子作動アセンブリは、過酷な物理的条件に耐えるようにするための加熱ラミネーションプレスによる製造がずっと容易となる。

40

図1に示すスキー板での実施例に戻ると、図2 Aから図2 Cには、図1のスキー板の前方部分の断面構造が例示され、2つの要素が示される。第1の要素はランナーその他スキー板自体の構造を含むスキー板の胴部要素である。この要素は全て従来通りのものであり、斯界に既知の機械的特性及び機能を有している。第2の要素は、スキー板を制御するシート状の電子作動アセンブリを形成する、あるいはこの電子作動アセンブリに特別に適合された要素である。第2の要素には絶縁フィルムスペーサ、支持構造体、その他の材料が含まれ、これらの材料は先に言及した特許出願文献に説明されるそれと同一のあるいは類似

50

の、好ましくモジュール化あるいはパッケージ化された電子作動アセンブリを構成する圧電アクチュエータ材料の周囲にラミネートされる。前記第2の要素は相互に機械的に剛性の、しかし強靱な且つラミネートされた柔軟なシートを形成するのに有益である。シートとした後に第2の要素をスキー板の通常の剛化エポキシその他の胴部材料を使用してスキー板の胴部に内に組み込むことで、重量増加あるいは性能低下あるいは強度低下が回避され、一方、スキー板の機械的パラメータを電氣的に制御するための能力が提供される。この特徴は図2Aから図2Cを参照することにより理解される。

図2Aには、スキー板11の前方部分の、その他の取り付け用あるいはカップリング用装置の無い部分での断面図が示されている。スキー板の基本構造には、スキー板の各側に沿って伸延する硬質スチール製のランナアセンブリ31と、やはりスキー板の各側に沿って伸延し上面位置のコーナー要素を提供するアルミニウム製のエッジビード32とが含まれる。エッジビード32は、突出するフィンガあるいはウェブ32Aを有する押し出し成型物の一部であり、フィンガ32Aはエッジビード32をしっかりと係止し且つスキー板の胴部にしかるべく位置決めする。同様に、ランナアセンブリ31は、薄い孔開けシート構造体31Aの一部分として、あるいはスキー板の胴部内にしっかりと係止する突出部分を有する金属形態のものとしてスキー板に装着されあるいは形成される。エッジビード32の外側縁部を、強靱な、非脆性の流動性ポリマー33で充填し、アルミニウム部品及びその他の部品を風化及び分裂から保護する。スキー板の胴部の主要部分は、ケブラーあるいは類似のケブラー繊維材料層と、エポキシのような丈夫な架橋結合性ポリマーその他の、スキー板を形成するために斯界に知られた構造材料を含む丈夫な構造材料35からなる一層以上の積層体で充填される。構造材料35は全体的に、スキー板の周囲部分に巡らせた金属部分の突出するフィンガ32Aを覆い且つこれを固定する。スキー板はその上部に、固有強度が低くしかし対衝撃性の高い、全体的に装飾的に着色したポリマー材料38の層を有する。ポリマー材料38はスキー板を浅く覆い、スキー板の仕上げ上面を形成する。スキー板の底部には低摩擦の雪面及び氷面上で良く滑るポリマーで形成した類似の充填部分39が設けられる。一般に、ランナアセンブリ31と、エッジビード32と、構造材料35とは、衝撃や使用時の横方向のセラピング (s e r a p i n g) 接触衝撃を受けると、多モードでの強い鳴きあるいは共振を発生する。

図2Bには、スキー板の胴部に沿ったもっと中心寄りの位置での断面図が示される。この断面は、スキー板が長手方向に沿って傾斜していることによる若干の寸法変化上の相違の外に、スキー板の胴部内に電子作動アセンブリ22を、その供給側、即ち出力側の電極材料22aと共に有している点も相違する。図示されるように、電子作動アセンブリ22はスキー板の、ポリマー材料38の層の下側で凹所28内に埋設されそれにより、広い接触面積で構造材料35と接触すると共に、本来曲がりのないカップリング状態で構造材料に直接的にカップリングされる。電子作動アセンブリ22に接続した電極材料22aは、スキー板の上面の下方に横設される。これにより電子作動アセンブリは、スキーヤーがスキー板を交差させあるいはそうでない場合にはスキー板の上面を擦った場合に損傷を受けないことが保証される。更には、電子作動アセンブリを構造材料35の層に直接接触させあるいは埋設することにより、この電子作動アセンブリに歪みエネルギーを非常に有効にカップリングさせることができるので、スキー板の高い構造的剛性及び支持と、スキー板の全体的な動力学特性を有効に変更させるための能力とが共に提供される。先に言及したように、ある種のスキー板構造ではポリマー材料38の層はそれほど硬質ではなく、その場合はこのポリマー材料38の層に表面カップリングされた歪みエネルギーはスキー構造に影響を与えることなく消散される。しかしながら、上面もまた硬質のポリマー/エポキシ材料製である場合には、電子作動アセンブリをこの上面に直接固着させることができる。図2Cにはスキー板の基部、即ち中心位置に近い部分での断面図が示される。本断面では、スキー板の上面に取り付けた電源モジュール24のみならず、電子作動アセンブリ22と同様にスキー板の表面下に好ましく位置付けたセンサ素子25を通る断面で示されている。図示されるように、電源モジュール24あるいは制御体は、表面に取り付けたハウジング41と、バッテリー40と、ハウジング内に随意的に設け得る能動回路素子26とを

10

20

30

40

50

含み、一方、センサ素子 25 は、スキー板の上面の下、即ちポリマー材料 38 の層の下方部分に埋設され、この下方部分に生じる歪みを検出する。能動回路素子 26 は、電子作動アセンブリに提供される信号レベルを増幅するための素子と、位相シフト、フィルタリング及びスイッチングのためのプロセス処理用素子、あるいは、制御法則により決定される制御信号法則を適用するロジック識別素子を含み得る。後者、即ちロジック識別素子を含む場合、制御回路の全てあるいは一部分は、電子作動アセンブリ自身の圧電アクチュエータ材料即ちセンサ素子内或いはその上部に、例えば、先に言及した PCT 公表号に説明されるような埋設あるいは表面実装した、増幅、分路あるいはプロセス処理用の素子として分布される。電子作動アセンブリの圧電アクチュエータ材料は、スキー板を制振するかあるいはその動力学的な剛性を変化させるかの何れかあるいはその両方に対して作動するが、

10

そうした作動の特性及び効果を以下に説明する。

電子作動アセンブリの寸法及び配置の選択のみならずその作動モードを有効に選択するために、スキー板は、先ずその幾何寸法、剛性、固有周波数、基礎制振量及び質量分布がモデル化され得る。モデル化することにより、歪みエネルギーの分布を求め、スキー板自体の形状モードを決定することができる。前述のパラメーターから、スキー板制御に要する制振追加量を決定することができる。電子作動アセンブリを高歪み領域に位置付けることで、スキー板に取り付けた圧電アクチュエータ材料にカップリングされる歪みエネルギーの、振動の関心モードのための割合を最大化することができるようになる。一般に、電子作動アセンブリでスキー板の広い面積を覆うことにより、スキー板の歪みエネルギーの大部分をこの電子作動アセンブリにカップリングさせることができるが、本件出願人は、もっと低いオーダーでの振動モードを取り扱う、従って、電子作動アセンブリでスキー板のつま先の前方部分の 50% 未満を覆うだけで実用上は十分であることを見出した。詳しく言うと、振動の関心モード、例えばスキー板構造の最初の 5 もしくは 10 の振動モードでの歪みエネルギー分布から高歪み領域を決定することができる。次いで、ダンパーを配置するための領域を、その他の配置及び寸法上の拘束を受けない条件下に歪みエネルギーに基づいて選択する。ダンパー内の歪みエネルギーの正味の割合は以下の式から算出することができる。

20

$$\%SEd = (EI_d / EI_s) \times \%SEs \text{ (ダンパー部分での)} \times \dots (1)$$

式 (1) で求めた値に、制振のために構成された電子作動アセンブリの制振係数 d を乗じればスキー板のための制振係数 s が得られる。

30

$$s = d \times \%SEd \dots (2)$$

その他の損失分は、(a) スキー板及びダンパーの相対インピーダンス (EI_d / EI_s) と、(b) ダンパーを取り付けるために使用する接着剤層の厚さ及び強度との関数である。本件出願人は、FEA モデルを使用してインピーダンス損失を算出した。これらの損失は、ダンパーを付け加えた場合に歪みエネルギーが再分布されることによるものである。代表的な損失チャート適用例は図 3 に示される。接着剤層損失は、電子作動アセンブリとスキー板の胴部との間の接着剤層内に剪断エネルギーとして吸収されるエネルギーによるものであり、有意の剪断を伴い接着剤を貫いて移動する歪みに関連する微分方程式を解くことにより見出される。接着剤層損失は、歪み損失の二乗値に等しく且つ図 4 に示すような幾何学的パラメータに依存する。接着剤層損失はダンパーの設計形状をして、単に最も厚い電子作動アセンブリを最大歪み領域上に配置するよりはむしろ、もっと広い部分を覆って電子作動アセンブリを分布させる必要性を生じせしめる結果をもたらす。この結果は図 5 に示される。

40

ダンパーの制振係数はその歪みエネルギーの消散に依存する。図 1A に示す受動構成のダンパーでは、歪みエネルギーは電子作動アセンブリに取り付けた分路回路を使用して消散される。代表的には、スポーツ用具の正確な振動周波数は知られておらず、もしくはそれを使用する人間及び使用条件が様々であることにより容易には観察することができない。そこで本件出願人は狭帯域幅の、調整された質量ダンパー形式の分路回路ではなく、広帯域幅の分路回路を選択した。最良のそうした分路回路は、被制振モードと関連する特定周波数付近でのダンパーの制振を最適化するべく、シート状の圧電アクチュエータ材料のキ

50

ャパシタンスに関して調整したレジスタである。この最適レジスタ R_{opt} は、電子作動アセンブリの振動周波数及びキャパシタンスから以下の式で求められる。

$$R_{opt} = a1 \times (1 / (c)) \text{ ----- (3)}$$

ここで、 $a1$ は電子作動アセンブリのカップリング係数に基づく定数である。

先に参照した特許出願におけるような圧電セラミック式のダンパーモジュールを使用する試作実施例では、分路回路は可撓性の回路を介して電子作動アセンブリに接続される。この可撓性の回路はエポキシ及びスペーサ材料と共に一体のダンパーアセンブリを構成するものである。電子作動アセンブリの電極を横断してLEDを取り付け、もしくは一对のLEDを抵抗ブリッジの脚部を横断して配置して、好適な電圧下でのLEDの2極駆動を実現し、これらのLEDが、電子作動アセンブリが歪みを受け、電子作動アセンブリが分路中、即ち作動中であることを表示させるようにするのが好ましい。この構成は図1AでLED70により示される。

10

一般的に、LEDインジケータを、ダンパーアセンブリ内の1つ以上の圧電セラミックプレートと接触する電極に、代表的には電流制御レジスタを通して接続した場合は、LEDはこの圧電セラミックプレートに歪みが生じたときに発光する。かくして、LEDの発光は初期事項的には、ダンパーアセンブリの電極が取り付け状態に維持されていることを表示し、圧電式の制振モジュールの一体性を実証する。LEDの発光は、スキー板の経験する外乱の周波数でON/OFFされる。更に、発光の明るさは外乱の大きさを表す。典型的なスキー滑走条件下、つまり、地形が変化し、スキー板にずっと大きいあるいはもっと小さいエネルギーがカップリングされ蓄積される条件下では、スキー板に与えられる制振はLEDの発光が止むまでに要する時間を単に観察するだけで知ることができる。LEDが消えるのが早いほど制振は大きい。スキー板が外乱を受けたときにもLEDが発光しなければ制振モジュールが損傷したことが分り、特定の欠陥、例えば圧電セラミックプレートの部分的破損はLEDの発光が弱くなることで知ることができる。電気回路の故障はLED発光が途切れることから推測することができる。その他の状況、例えば基本モードが得られなくなった場合には、スキー板あるいはスポーツ用具が内部的に部分割れを生じたことが表され、あるいは材料の緩みあるいは老化を表すスペクトル移動が検出される。

20

LED発光により提供される、本発明の多くのスポーツ用具実施例に適用される以上のような表示に加え、スキー板での実施例のLEDは、スキー条件、もしくはスキー自体の物理的条件の、別の有益な情報あるいはダイアグノーシスを提供する。かくして、例えば、特に粒状の堅いチョップ上を滑る場合、スキー板に加わるエネルギーの大きさ及び形式(スキーヤーに聞こえる、一般に“シューツ”という大きなホワイトノイズ音によって認識されるところの)は、低周波数での目に見える明滅により識別し得る特定の振動あるいは歪みを生じさせ、もしくは、その明滅速度は見えないが、パワースペクトルの識別可能帯域内にあるもっと高い周波数成分での振動あるいは歪みを生じさせる。この場合には全てのスキー条件をパワースペクトル上での効果と経験的に関連付けることが可能となり、製造時に設け得る1つ以上のハンドパスフィルタが、特定の雪面条件を表示するために特に発光するLEDと結合される。同様に、雪面条件とスキーの滑走面の条件とが合わない摩擦抵抗が過大となり、モジュールの特徴パターン(例えば連続する高振幅の歪み)あるいは周波数帯域の形で検出されるところの、例えばライレー(Rayleigh)波あるいは剪断波振動が発生する。この場合、この出力をLEDにパスさせるための適宜のフィルターを設けることで、LEDは特定の救済処置、例えば、滑走速度あるいは円滑性を高めるための特別のワックスの塗布が必要であることを表示する。本発明はまた、圧電セラミックプレートを閾値回路を介して特定のLEDに接続することをも意図するものである。こうすることにより、LEDは特定の大きさの外乱が発生したときにのみ、あるいはあるモードが高い振幅で励起されたときにのみ発光する。

30

40

図1Aに示すようなダウンヒル用のスキー板のための受動ダンパーの試作実施例が構成された。本試作実施例の受動ダンパーを使用した及び使用しない状態での制振測定値が図6に示すように測定された。受動ダンパーの設計形状によるスキー板への追加重量は僅か4

50

． 2 % に過ぎず、しかも尚、 30 % の制振を追加することができた。スキー板は比較的剛性の材料を使用して製造され、固有制振水準は 1 パーセント以下であった。分路式の、シート状のアクチュエータにより $1/2 \sim 1$ パーセントの制振が追加された。制振を微増させることによる振動低下の効果は予想外にあり、スキー板の安定性は大きく向上する。先に説明した設計形状ではスキー板表面のおよそ 10 % を覆う、厚さが $1/16$ インチより少し厚いアクチュエータを使用し、言及したように、制振水準は約 30 % 増大した。本実施例ではバッテリー電源パックは使用しなかったが、それに代わる、アクチュエータに入力する歪みエネルギーを受動的に消散させるための単一の分路抵抗体を使用した。図 6 A には、 $1^{1/4}$ インチ \times 2 インチの 4 枚のシートから成るアクチュエータをつま先部分に装着したダンパーが示される。

10

本発明の能動ダンパーの試作実施例も作成された。能動ダンパー実施例ではアクチュエータはスポーツ用具の剛性を変化させるかあるいは制振を導入するかのいずれかのために作動され得る。前者、即ち、スポーツ用具の剛性を変化させるための作動は、動力学的な補償効果を奏するための好適な制御法則が予めモデル化され、あるいはそうでない場合には決定された場合の、振動モードをシフトさせるために特に有益である。また前者の場合は、例えば、スキー板のスラロームあるいはモーグルターンの性能をもっと向上させるよう、ターニングあるいは曲げ抵抗を単に変化させるためにも有益である。能動ダンパーでは、図 1 B 及び図 2 に例示されるようなバッテリー電源パックが使用され、回路に電源を供給するべくスイッチオンすることのできる簡単な 9 ボルトバッテリーが利用された。設計形状は全体的に受動ダンパーのそれと類似しており、アクチュエータは動力学的な関心モードのための高歪み領域に配置した。スキー板の、最低 15 あるいは 20 の構造モードをモデル化するのは簡単であるが、代表的には最初の 5 つ程度の構造モードのみを取り扱うだけで良い。インピーダンス係数と剪断ロスとは従来通り設計に組み込まれるが、一般的には、ダンパーの寸法は、この能動ダンパーが構造体を、平均的な外乱によって生じた運動量の約 15 % 移動させる（即ち、外乱は制振量あるいは剛性の 2 倍である）に十分な力が必要となることから、捕捉しようとする歪みエネルギーの割合よりはむしろ、加えられる所望の外乱の強さを元を選択する。能動ダンパーの力は、アクチュエータの質量を大きくするかあるいは、駆動アンプにより発生される最大電圧を増大するかの何れかにより増強することができる。かくして、性能は電力消費量あるいは電子作動アセンブリの質量と引き替えのものとなる。従って、本件出願人は完全制御を実現するよりはむしろ、能動ダンパーの力を、寸法、重量、バッテリー寿命、コスト制約事項などの実用上の考慮事項を条件として最適化することを試みた。能動ダンパー、あるいは電動ダンパーの試作実施例を以下に説明する。

20

30

図 1 B に示すように、基本的構造では、スキー板の歪みを検出するためのセンサ素子と、電力増幅器 / 制御モジュールと、このモジュールにより駆動されるアクチュエータとが使用された。本件出願人はセンサ素子を、アクチュエータ位置付近に生じる歪みを直接検出するべく、アクチュエータの特定の歪みフィールド内に配置するのではなくむしろ、歪みフィールド外の、しかしスキー板の主要構造モードの任意のノードがアクチュエータとセンサ素子との間に現れるよう、それほど遠くない位置に配置した。本件出願人は、そうしたセンサ素子 / アクチュエータ配置、即ち、主要構造モードのための歪みノードラインよりもアクチュエータに近付けて配置したセンサ素子 / アクチュエータを、“内側取り付け”センサ素子と称する。この内側取り付けセンサ素子“s”は、図 7 (a) ~ (j) に概略例示されるように、アクチュエータ“a”の前方、後方、前後の両方、あるいはその周囲に位置付けられ得る。1 つの実用的実施例では、アクチュエータ自体がスキー板の、関心モードでの最大歪みが生じる領域に位置決めされる。市販入手することのできるスキー板のための第 1 モードの最大歪みの生じる位置はスキーブーツの直前の位置であった。しかしながら本件出願人は、試作実施例を作製するに際し、入手可能な配置場所に関する制約を収受するために、アクチュエータを前記スキーブーツの直前位置よりも更に数インチ先に配置した。この位置でも尚、第 1 モードの合計歪みエネルギーの 2 . 4 % を捕捉することができた。次いで、内側取り付けセンサ素子を、この内側取り付けセンサ素子とアク

40

50

チュエータとの間にもっと低周波のモードの歪みノードが入り込まないほどにアクチュエータに十分近い位置での歪みを検出するよう、スキーブーツに近付けて位置決めした。制御駆動配列体としてのこの組み合わせは、ゼロヘルツ（ACカップリング）位置で一对のゼロ値を創出し、第1モードまでは、歪みノードラインがセンサ素子及びアクチュエータ間に有するインターレース極／ゼロパターンを創出した。この配列構成の長所は、単一の低周波数極（例えば帯域幅限定積分器）を使用する制御体をゼロである低周波数対と組み合わせた場合に、スキーの撓みの動力学と相互作用するためにゼロが1つ残ることである。この1つのゼロは、レートフィードバック及び制振として有効に作用する。しかしながら、制御法則はそれ自体が積分器であることから高周波数ノイズに対しては本来反応せず、従って何らのフィルタも追加する必要がない。フィルタが無いことで高周波数の不安定化が発生する恐れが無くなるので、モデル化が不完全でありしかも様々な境界条件を受けるとはいえ、能動ダンパーを取り付けたスキー板は作動上、何らの不測の不安定さをも生じない。

10

このスキー板のためには、センサ素子をダンパーから3～4インチ且つピンディングの直前位置に配置すると、所望の効果が得られることが分かった。コーナー周波数がスキー板の13Hzの第1モードよりもずっと低い5Hzである帯域幅限定型の積分器が制御体として使用された。この制御体のゲインは、約0.3%から2%の能動制振を誘導させるべく変化される。能動制御のために使用するバッテリーから得られる電力は限られることから、電力必要量は臨界的なものとなる。第1モードが、ダンパーを飽和させるに十分高い水準で引き起こされるものと仮定して内輪の見積りが算出された。この条件下では、制御体はキャパシタへの供給電圧に等しい振幅の方形波を生じた。この場合必要とされる電力は以下の式の通りである。

20

$$P = C V^2 /$$

ここで、Cはアクチュエータのキャパシタンスであり、は毎秒当たりのラジアンでのモード周波数である。

駆動体は、寸法及び重量が最小であり且つ振動、温度、湿度そしてバッテリー電圧に対して比較的不感性であるキャパシタンス電荷ポンプとした。

この回路の概略図は図3に示される。能動制御入力電荷増幅器により為される。この電荷増幅器には小型のセンサ素子を低周波数で有効にカップリングさせることができる。電荷増幅器とコンディショニング用のエレクトロニクスとは共に、実際の増幅器出力よりもずっと低いステップを電荷ポンプラダー上に造り出し、この入力ステージでの電力消費量を低く抑える。機械的の一体性が高く、リークageが小さく、Qが高く、そして寸法及び重量が共に小さいことから、軸線方向の、中実の成型タンタルキャパシタが使用された。電圧切り替えのためには集積回路が、そして、信号プロセス処理のためにはデュアルFETの入力演算増幅器が使用された。出力ドライバを橋絡して供給電圧の半分の電圧での動作が可能となるようにし、電源供給回路構成及び電源を保護した。出力位置には安定性のマージンを提供するレジスタを配置し、バックドライブからの保護と、電力消散を制限した。低リークageダイオードを使用して電荷増幅器入力を損傷から保護した。これら後者の回路素子は、回路構成内に接続されたままの圧電セラミックセンサ素子を使用する場合には、能動駆動回路がONあるいはOFFの何れであってもその臨界的特徴を機能させる。トランジスタラジオ用の通常のクリップ式の9ボルト電池が、30～50ボルトのフルスケール駆動出力での電力を回路全体に提供した。

30

40

試作実施例の能動ダンパーでのアクチュエータ／センサアセンブリが図8、8A、8Bに示される。図6Aのものと構造及び寸法形状の類似するアクチュエータがつま先リリース装具の前方に配置され、スキー板の上面には、中間に位置付けた小型の圧電セラミック歪みセンサとコネクタとを繋ぐ導線のための溝が形成される。圧電セラミック歪みセンサは、スキー板の胴部の、図ではその輪郭が示される電力／制御回路ボックスの下方に取り付けられる。アクチュエータ／センサアセンブリは、各々が4枚のPZTプレートを収納し約2mmの深さに埋設されてなる3つの層を含み、最も下方の表面はスキー板の胴部内の最も上側の剛性構造層に直接装着される。アクチュエータ／センサアセンブリに3つの層

50

を設けることにより、ずっと大きい量での歪みエネルギーを加えることができるようになる。能動ダンパー配列構成を設けたスキー板の屋外試験の結果は驚くべきものであった。歪みエネルギーの合計量はスキー板内の歪みの5%以下であったが、制振の影響力はスキーヤーにとってはかなりのものであり、その結果は、高速安定性、旋回性能そして快適性の点でスキー板の性能を向上させる、落ち着き、あるいは機械的振動のなさとなって現れる。一般に、スキー板の動力学をこのように円滑化する効果により、スキー板の滑走面と雪面とが良好な接触状態に維持され、滑走速度並びに制御特性は全体的に向上する。

試作実施例では約10平方インチのアクチュエータ/センサアセンブリを市販のスキー板の前方部分上に配列する形で、衝撃振動を部分的に取り扱う粘弾性の絶縁部分を有するスキー板に取り付けた。アクチュエータ/センサアセンブリが捕捉する歪みエネルギーは合計でもスキー板の歪みの5%未満であるが、スキー板の性能に対する機械的効果があるのがよく分かった。

10

アクチュエータ/センサアセンブリのもっと広い面積を、受動あるいは能動の何れかの制御法則と共に適用し、もっと顕著な制振効果を得ることができる。更には、スキー板に加え得る能動モード情報としての特定のスイッチングあるいは制御の各インプレメンテーションを駆動回路構成に組み込み、特に、堅い雪面あるいは高速でのスキー滑走のような特定条件下で発生する共振モードのような問題に対処させるようにすることもできる。

アクチュエータは振動を選択的に増大させることもできる。これは、ある状況下の滑走面の摩擦抵抗を低下させる共振波に相当するところのスキー板モードを生じさせるために望ましいものである。エネルギーを既知のスキー板モードに素早く導き、より望ましくないモードへの無制御なカップリングを防止するために、あるいは旋回に必要なスキー板形状とカップリングするモードに素早く導くためにも有益である。

20

以上に詳しく説明したスキー板への適用に加え、本発明には、先に説明したような単純なモデル化及び設計考慮事項を適用することで実現することのできる一般的なスポーツ用具ダンパーとしての幅広い適用性がある。かくして、相当するアクチュエータを、そのランナーあるいはシャシー、あるいはスノーボードあるいはクロスカントリー用スキー板の胴部に適用することができる。更にはアクチュエータを、振動的な応答が主に、そのスポーツ用具で打つ物体よりはむしろプレーヤーの取り扱いに対して影響を与えるラケット、マレット、スティックといったスポーツ用具に対し、能動あるいは受動の各ダンパーと同様に構造体の一部分として、あるいは剛性を変化させるために組み込むこともできる。またアクチュエータは、そり、自転車その他のフレームにも適用することが可能である。いずれの場合でも本発明のスポーツ用具は、これらスポーツ用具のモードをモデル化し、あるいは関心モードのための最大歪み位置を検出あるいは決定し、高歪み領域に電子作動アセンブリ材料を適用し、この電子作動アセンブリ材料を分路あるいは賦活して装置を制御することにより構成される。

30

受動型でのセンサ/アクチュエータ対あるいは能動型でのセンサ/アクチュエータ対のための最適配置を決定するためにスポーツ用具の振動モードをモデル化するよりはむしろ、関連する振動モードを、スポーツ用具上に複数のセンサ素子を配置し、スポーツ用具を使用する際のこれらセンサ素子の応答を監視することにより経験的に判断することができる。複数のセンサ素子を使用して得たスポーツ用具の歪みの分布とその一時的な変化との“地図”を編集し、高歪み領域を識別し、この高歪み領域にアクチュエータを位置付け、あるいはアクチュエータ/センサ対を相互位置付けし、所望の動力学的応答に影響が与えられる。

40

スキー板は、雪面滑走時の雪面との接触分布を通してその環境と相互作用し、この相互作用が、一般に広い帯域幅での刺激あるいはエキサイテーションをスキー板に与える。スキー板のこうした相互作用及びその結果として生じるエキサイテーションを監視しこれを直線的に記録すると、比較的安定したあるいはゆっくりと発生する歪み分布が創出されると予想される。この場合には、電子作動アセンブリを随意的に配置するための一般に高歪みの領域を容易に識別することができる。同様の方策を、類似の刺激を受け且つ機構的配置の類似する自転車フレームのような物品に対しても適用することができる。

50

一方、長いビーム状のハンドル部分と、このハンドル部分の端部位置の中実のあるいはウェブ状の打撃面とを有するラケット、マレット、あるいはハンドル部分に打撃面を有するバットのような物品は一般に、ボールとそれら物品の打撃面との間での個別の衝撃を通してその環境と相互作用する。プレーヤーには既知の通り、スポーツ用具に対する衝撃の効果は衝撃を受ける部分に依存して大きく変わる。ラケットあるいはバットの“スイートスポット”に当たったボールは衝撃の全エネルギーを有効に受け、一方、バットあるいはラケットに斜めに当たったあるいは中心を外れて当たったボールは、この打撃のエネルギーをずっと減少させる振動モードを発生させ得る。これらのスポーツ用具では、入力する振動が個別のものであることから、比較的高いエネルギーを使用する数多くの振動モードをその長手方向に発生させることができる。更に、これらのスポーツ用具は一方の端部位置で保持するようになっていることから、快適性のための制振を必要とする状態下では、一般に、ハンドル位置あるいはハンドルに近い部分に高歪み領域が存在し、電子作動アセンブリはこの高歪み領域あるいはその近くに配置する必要がある。しかしながら電子作動アセンブリをそのように配置することによりラケットは、ボールをニックした、つまり思った位置にボールを当てられなかった場合にリム部分に生じる円周方向での振動モードが制振されるという利益を設けることも予測される。ラケットを含む任意のスポーツ用具は多くの振動モードを有し得ることから、動力学の制御は、望んだ位置にボールが当たった場合でさえも有益である。電子作動アセンブリを適用するその他のスポーツ用具には、そりあるいはトボガンそり、その他、当業者には明らかな自由運動スポーツ用具、例えば投げ槍、棒高跳び用のボールが含まれる。

図9には本発明に従うゴルフクラブ実施例が番号90で例示される。ゴルフクラブ90は、ヘッド91と、細長いシャフト92と、アクチュエータ領域93を有するハンドルアセンブリ95とを含んでいる。図9Aには、このゴルフクラブでボールを打ったときに経験される、例えば、長手方向の最低オーダーの振動モードでの歪み及び変位の一般的な分布が示される。この分布は、ゴルフクラブの堅さと、特徴的な質量分布と、アクチュエータの基部を画定するところのプレーヤーのグリップと、により幾分非対称である。本実施例ではアクチュエータはハンドルの下方端付近の高歪み領域“D”(図9A)に相当するアクチュエータ領域93に位置決めされる。断面図で示すように、ハンドルアセンブリ95は、少なくとも最も外側の層において、全体に柔軟なクッション材料を含むグリップ96と、このグリップ96により保持された中央シャフト92Aとを含んでいる。アクチュエータの複数の弧状ストリップ状の素子94がシャフトに接着され、これを取り巻くポリマー材料内にシールされる。ポリマー材料は例えば、素子94を常に加圧下に維持するための圧力下に、その場で硬化された、高度に架橋結合された構造エポキシマトリクスであり得る。図1Aのスキー板での実施例のように、素子94を分路し、この素子に生じた電気エネルギーをハンドルが歪むことにより消散させるのが好ましい。

アクチュエータは、ゴルフクラブの堅さを変えるためにも作動され得る。一般に、制振を与えるために適用する場合、制振量が大きいとヘッドの速度成分が減少してハンドルが撓み、一方、制振量が少ないと打撃時に達成し得るヘッドスピードが増大する。同様に、シャフトの堅さを変えるためにアクチュエータを作動させるとシャフトが“撓む”タイミングが変わりそれが、最大インパクトスピードあるいは、打たれるボールに移行する最大運動量に影響を与える。

図10には本発明のラケット実施例のための構造が番号100で例示される。ここでは、アクチュエータ110はハンドル及び或はネック部分に近接して位置付けられる。一般に、衝撃を受けることにより基部に伝達される振動を制振するのが望ましい。図10Aには、ラケットのための代表的な歪み/変位の大きさが示される。

図11には投げ槍としての実施例が番号120で例示される。本実施例は、外部の重さあるいは握りにより位置が固定された基部が無いという点で、先の打撃用あるいは乗るためのスポーツ用具とは異なっている。その代わり境界条件は無く、胴部全体は極めて振動を生じやすいテーパー付きのシャフトである。歪み/変位チャートは代表的なものであるが、数多くの撓みモードが励起され得、モードのエネルギー分布は投げ槍を投てきした瞬間の僅

10

20

30

40

50

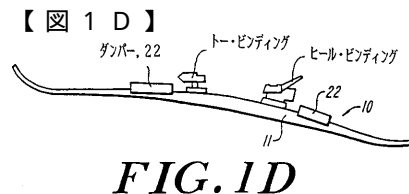
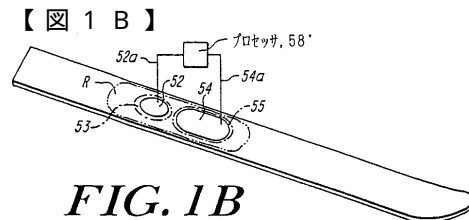
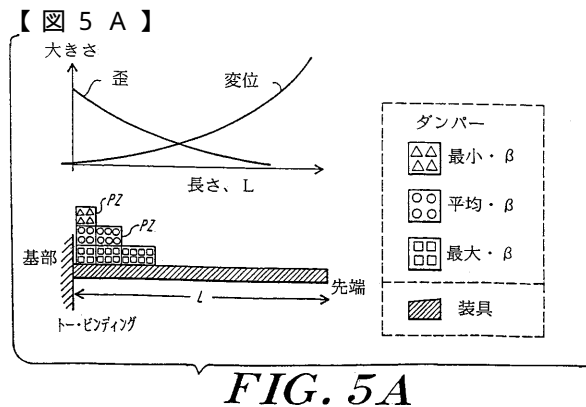
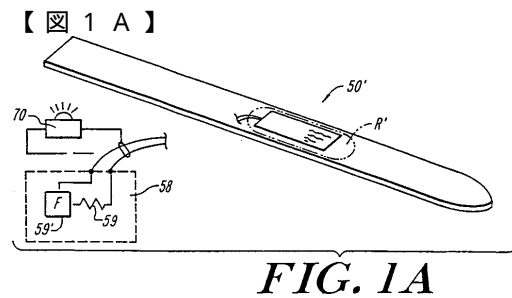
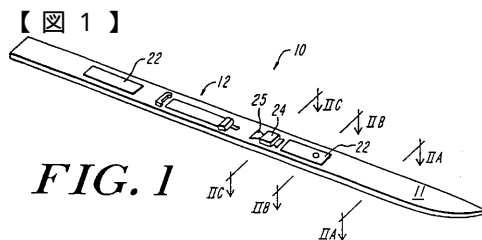
かな変形にかなり依存する。しかしながらこの投げ槍実施例のモードエキサイテーションには、投げ槍が空中にある内に進行する、モード形状の変換あるいは発生が含まれる。アクチュエータはそうした動力学を受動的に制振し、かくして全体的な安定性に貢献し、表面抵抗を低減するために適用されるのが好ましい。

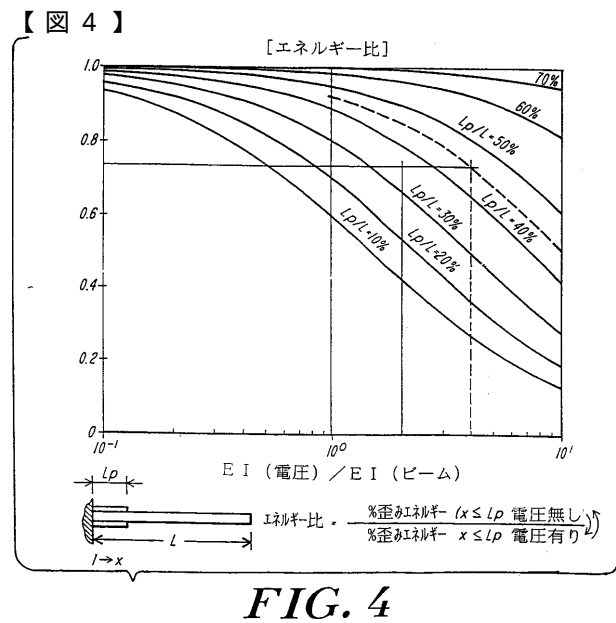
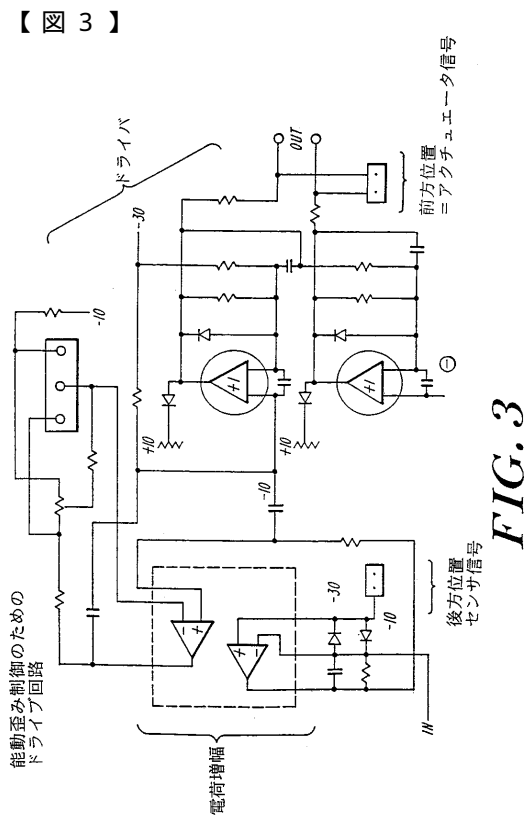
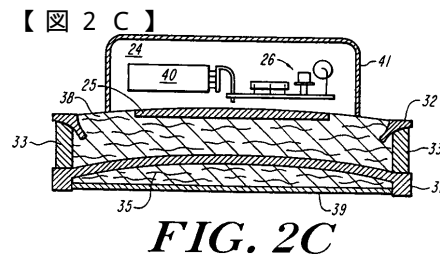
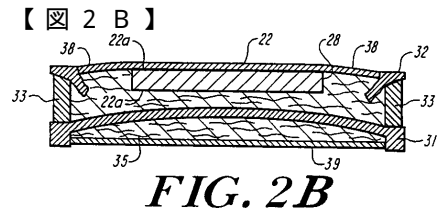
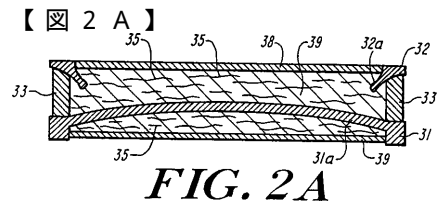
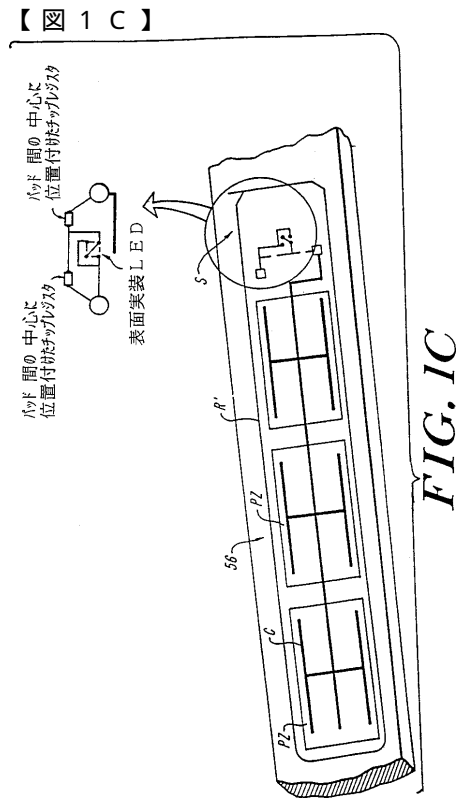
図12にはスノーボードとしての実施例が番号130で示される。このスポーツ用具は、時々体重がその一方にのみ移動するとはいえ、左右の各ブーツ位置121、122によって与えられる2つの基部を有する。アクチュエータの最適位置はこれらブーツ位置の前方、間部分、後方を覆う部分である。

受動的構成のために上述したように、制御は、使用時のスポーツ用具の歪みをアクチュエータにカップリングし、受動分路素子あるいはエネルギー消散素子によりこの歪みのエネルギーを消散させることにより達成される。能動制御法則では歪みのエネルギーは、アクチュエータを取り付けた部分の歪みを能動的に変化させることにより、消散されるかあるいは、励起されたモードから、あるいはその逆にモードを励起させるように、有効にシフトされ得る。かくして、その他の実施例では、シャフトを堅くするために、あるいはそうでない場合にはシャフトの柔軟性を変化させるために能動的に駆動され得る。

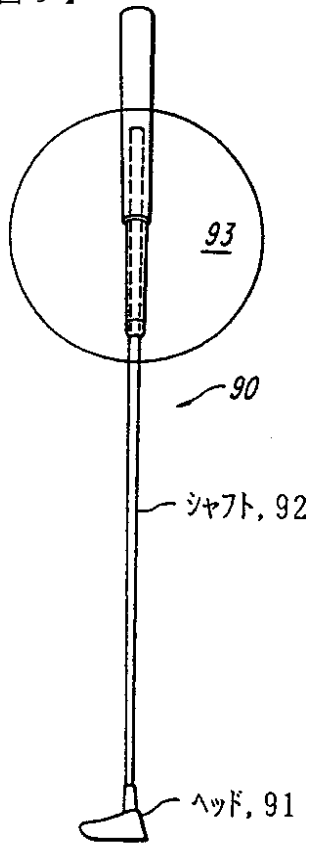
以上、本発明を実施例を元に説明したが、本発明の範囲内で様々な変更をなし得ることを明記されたい。

10

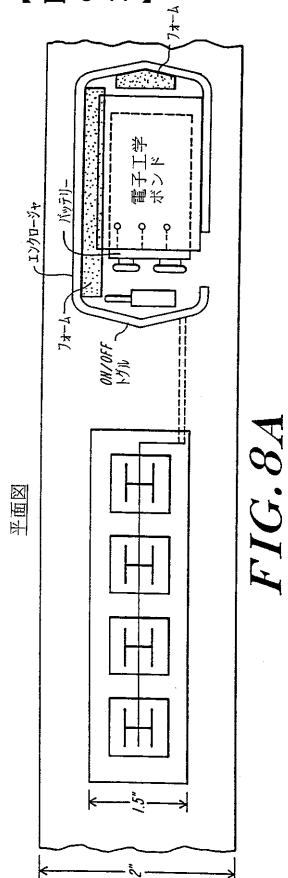




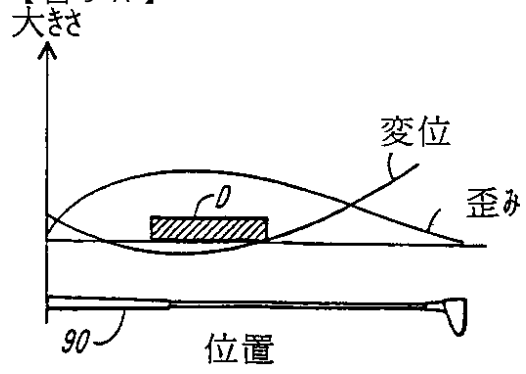
【図 9】

**FIG. 9**

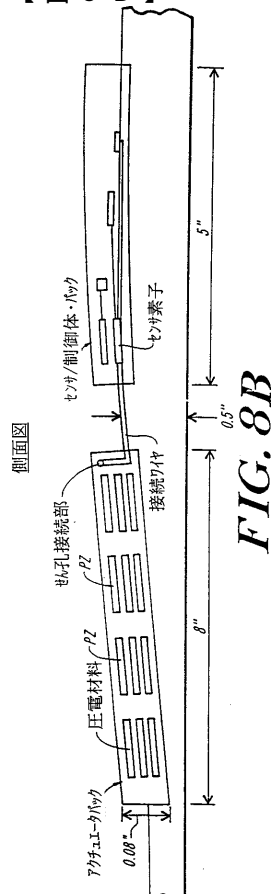
【図 8 A】

**FIG. 8A**

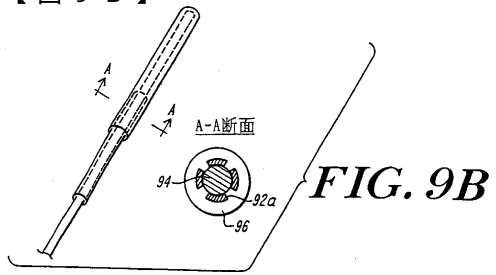
【図 9 A】

**FIG. 9A**

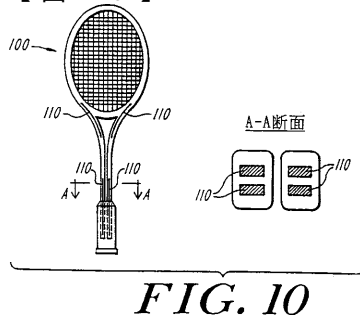
【図 8 B】

**FIG. 8B**

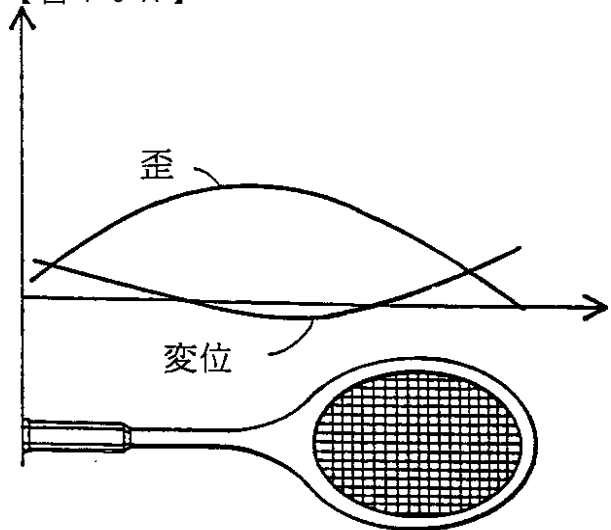
【図 9 B】



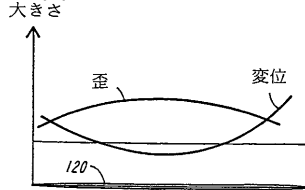
【図 1 0】



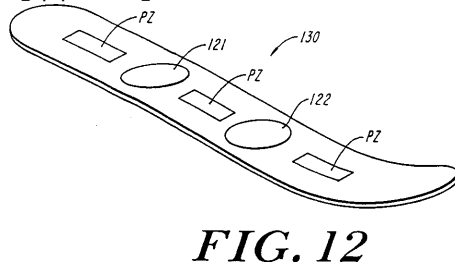
【図 1 0 A】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 ムア, ジェフリー ダブリュー.
アメリカ合衆国 02174 マサチューセッツ, アーリントン, アダムズ ストリート 58
- (72)発明者 ジャーク, ロバート エヌ.
アメリカ合衆国 01748 マサチューセッツ, ホプキントン, ターンブリッジ レイン 8
- (72)発明者 アレン, ジョナサン シー.
アメリカ合衆国 02146 マサチューセッツ, ブルックライン, プリンス ストリート 11

審査官 酒井 保

- (56)参考文献 スウェーデン国特許発明第465603 (SE, C2)
米国特許第5390949 (US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A63C 5/075
A63B 49/08
A63B 53/14
A63C 5/00