

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-133281
(P2011-133281A)

(43) 公開日 平成23年7月7日(2011.7.7)

(51) Int. Cl.

GO1N 9/00 (2006.01)

F I

GO1N 9/00

D

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-291622 (P2009-291622)
(22) 出願日 平成21年12月24日 (2009.12.24)

特許法第30条第1項適用申請有り 社団法人日本雪氷学会発行 雪氷研究大会(2009・札幌)講演要旨集 第206ページ 平成21年9月5日発行(その刊行物発表と密接不可分の研究集会は、雪氷研究大会(2009・札幌)、社団法人日本雪氷学会主催、平成21年10月2日開催)

(71) 出願人 301031392
独立行政法人土木研究所
茨城県つくば市南原1番地6
(74) 代理人 100095267
弁理士 小島 高城郎
(74) 代理人 100069176
弁理士 川成 靖夫
(74) 代理人 100124176
弁理士 河合 典子
(74) 代理人 100108051
弁理士 小林 生央
(72) 発明者 松澤 勝
北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番3
4号 独立行政法人土木研究所寒地土木研
究所内

最終頁に続く

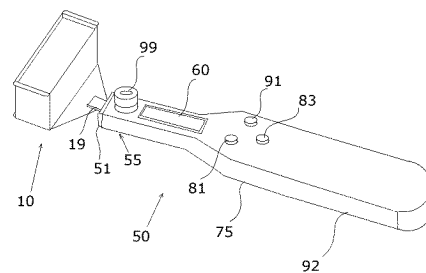
(54) 【発明の名称】 簡易雪密度測定器

(57) 【要約】

【課題】 斜面においても迅速、正確、簡単に計測できる簡易雪密度測定器を提供する。

【解決手段】 一定体積の雪を採取し秤本体に差し込む差込み突起を有する密度サンプラーと、該密度サンプラーの差込み突起を受ける差込み突起受け口を有する秤本体とからなり、該秤本体は、前記密度サンプラーの重みを感じる部分に設けられた圧電素子と、該圧電素子の出力から前記密度サンプラーの重さを算出して表示する表示部と、風袋引き演算処理を実行する風袋引き演算処理部と、各部に必要な電源を供給する電源供給部と、電源投入ボタンと、風袋引きボタンと、簡易水準器とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一定体積の雪を採取し秤本体に差し込む差込み突起を有する密度サンプラーと、該密度サンプラーの差込み突起を受ける差込み突起受け口を有する秤本体とからなる簡易雪密度測定器であって、

前記密度サンプラーは、

水平方向に動いて雪を筒状に切り取る水平カッターと、

該水平カッターが筒状に切り取った雪を鉛直方向に切り取る鉛直カッターと

を有し、

前記秤本体は、

前記密度サンプラーの重みを感じる部分に設けられた圧電素子と、該圧電素子の出力から前記密度サンプラーの重さを算出して表示する表示部と、風袋引き演算処理を実行する風袋引き演算処理部と、各部に必要な電源を供給する電源供給部と、電源投入ボタンと、風袋引きボタンと、簡易水準器と

を有することを特徴とする簡易雪密度測定器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、積雪から一定体積の雪を採取し、その重量を計ることにより雪の密度を測定する簡易雪密度測定器に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

雪の密度を測定する技術としては、超音波を用いるもの（特許文献1）、電磁波を用いるもの（特許文献2）、静電容量センサを用いるもの（特許文献3）などが提案されている。

【0003】

一方、多雪地帯、豪雪地帯にあつては、積雪の一部は、時間と共にこしまり雪、しまり雪などと変化し、硬くなることによって、密度が変化する。なだれの発生を予測するなどの目的で雪の層の構造を解析したり、道路維持管理の立場から道路わきの雪の構造を観測したりする必要から、観測のための竖穴を掘り、そこに人が入った上で、地上からの高さの違いを考慮して、いくつかのサンプリングをして、密度を測定する場合がある。そのような場合、従来は所定の体積（ 100cm^3 ）の雪を密度サンプラーと呼ばれる器具を用いて現場にて採取し、上皿秤を置くための水平なスペースを確保した上で、 100cm^3 の雪の重量を計測する方法が採られている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平 11 - 211846号公報

【特許文献2】特開平 11 - 014434号公報

【特許文献3】特開平 06 - 288888号公報

【特許文献4】特開2004 - 156954号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

雪氷調査の現場、道路維持管理の現場では、特に傾斜のある箇所において、秤を水平に設置するのに手間がかかる。採取した雪を上皿秤に載せる際に、皿から雪を落としてしまうことがあり、熟練が必要である。寒さの中でつらい作業をする時間を短縮したい。

本発明の目的は、斜面においても迅速、簡単、正確に、雪氷初心者でも雪密度測定ができる簡易雪密度測定器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 6 】

本発明に係る簡易雪密度測定器は、一定体積の雪を採取し秤本体に差し込む差込み突起を有する密度サンプラーと、該密度サンプラーの差込み突起を受ける差込み突起受け口を有する秤本体とからなり、該秤本体は、前記密度サンプラーの重みを感じる部分に設けられた圧電素子と、該圧電素子の出力から前記密度サンプラーの重さを算出して表示する表示部と、風袋引き演算処理を実行する風袋引き演算処理部と、各部に必要な電源を供給する電源供給部と、電源投入ボタンと、風袋引きボタンと、簡易水準器とを有することを最も主要な特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 7 】

本発明の簡易雪密度測定器は、屋外の傾斜のある箇所であっても、雪密度計測の時間を短縮し、かつ初心者であっても安定した精度で計ることができるという利点がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明に係る簡易雪密度測定器の外観を示す斜視図である（実施例 1）。

【 図 2 】 図 2 は、本発明に係る簡易雪密度測定器の密度サンプラーの鉛直カッターを外した様子を示す斜視図である（実施例 1）。

【 図 3 】 図 3 は、密度サンプラーの平面図及び側面図である。図 3（a）は、水平カッターの平面図及び側面図である。図 3（b）は、鉛直カッターの平面図及び側面図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明に係る簡易雪密度測定器の平面図及び側面図である（実施例 1）。

【 図 5 】 図 5 は、本発明に係る簡易雪密度測定器の六面図である（実施例 1）。

【 図 6 】 図 6 は、秤本体に簡易水準器を取り付ける前の状態を示す平面図及び側面図である（実施例 1）。

【 図 7 】 図 7 は、B タイプの密度サンプラーの平面図及び側面図である。図 7（a）は、水平カッターの平面図及び側面図である。図 7（b）は、鉛直カッターの平面図及び側面図である（実施例 2）。

【 図 8 】 図 8 は、C タイプの密度サンプラーの平面図及び側面図である。図 8（a）は、水平カッターの平面図及び側面図である。図 8（b）は、鉛直カッターの平面図及び側面図である（実施例 3）。

【 図 9 】 図 9 は、硬い雪の場合に用いる木柄の平面図及び側面図である（実施例 4）。

【 図 10 】 図 10 は、木柄を秤本体に差し込むための計量治具の平面図及び側面図である（実施例 4）。

【 図 11 】 図 11 は、木柄、計量治具、密度サンプラー、秤本体を組んだ状態を示す側面図である（実施例 4）。

【 図 12 】 図 12 は、秤本体内に設けられた回路基板上の回路構成を示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る簡易雪密度測定器は、雪を採取する密度サンプラーと秤本体とからなる。密度サンプラーは、一定体積の雪を採取すべく水平カッターと鉛直カッターとを有する。水平カッターは、秤本体に差し込む差込み突起を有する。秤本体は、該密度サンプラーの差込み突起を受ける差込み突起受け口を有する。そして秤本体は、前記密度サンプラーの重みを感じる部分に設けられた圧電素子と、該圧電素子の出力から前記密度サンプラーの重さを算出して表示する表示部と、風袋引き演算処理を実行する風袋引き演算処理部と、各部に必要な電源を供給する電源供給部と、電源投入ボタンと、風袋引きボタンと、簡易水準器とを有する。

【 実施例 1 】

【 0 0 1 0 】

10

20

30

40

50

図 1 は、本発明に係る簡易雪密度測定器の外観を示す斜視図である（実施例 1）。雪を採取する密度サンプラー 10 は、後述する水平カッター 11 と鉛直カッター 12 とからなる。密度サンプラー 10 は、差込み突起 19 を秤本体 50 の一端に設けられた差込み突起受け口 51 に差し込むことによって、秤本体 50 に取り付けられる。差込み突起 19 の形状については、図 3 を参照しつつ後述するが、差込み突起 19 を差し込み突起受け口 51 の奥にまで差し込むことによって固定される。密度サンプラー 10 を槌子の原理で説明すると、差込み突起 19 の先端部が差し込み突起受け口 51 の最も奥の部分で固定された位置が支点となる。力点は密度サンプラー 10 により雪を採取した場合の採取した雪の重心である。いいかえると水平カッター 11 と鉛直カッター 12 とで切り出される直方体の重心位置が力点である。そして作用点の位置に圧電素子 55 が置かれる。圧電素子は、受けた力を電流に変換する受動素子である。

10

【 0 0 1 1 】

図 1 2 は、秤本体 50 内に設けられた回路基板 75 上の回路構成を示すブロック図である。秤本体 50 は、片手にて把持可能な持ち手を有する棒状の形状を有する。上述の差込み突起受け口 51 を有する端とは反対側の部分が持ち手の部分となり、その内部には電池ボックス 92 が設けられる。電池ボックス 92 には、たとえば単 4 型電池 2 本を収納する。電池ボックス 92 の電池から得られる電力は、電源供給部 90 を介して、表示部 60 及び回路基板 75 上の各回路、すなわち制御部 70、信号処理部 59、演算処理部 80、記憶部 89 などに供給される。

【 0 0 1 2 】

制御部 70 は、各回路を制御する部分であり、マイクロプロセッサなどにより構成される。信号処理部 59 は、圧電素子 55 からの信号をデジタル値に変換する処理などを行う回路である。演算処理部 80 は、風袋引き演算などを実行する回路である。制御部 70 を構成するチップがこの機能を兼ね備える実施例も可能である。記憶部 89 は、制御部 70 のプロセッサが実行すべきプログラムを記憶し、また、場合によっては、演算処理部 80 の演算結果を記憶するなどの記憶を担当する回路である。電源投入ボタン 91 は、この秤全体の電源のオンオフをするためのボタンである。このボタンをオンにすることで、制御部 70 は、必要なプログラムを読み込んで実行する。

20

【 0 0 1 3 】

風袋引きボタン 81 は、そのときに掛かっている荷重をゼロとするボタンである。雪を採取する前に、密度サンプラーだけの重さをゼロとし、その後、雪を採取してから表示部 60 に示される数値が採取した雪の重さとなる。表示内容保持ボタン 83 は、測定した重さを保持するためのボタンである。この簡易雪密度測定器は、水平状態にて用いる必要があるため、簡易水準器 99 が表示部 60 の近くの見やすい場所に取り付けられている。その簡易水準器の中央の円内に気泡が見えている状態で測定値を保持すると、その後、水平が崩されたとしても、その値を保持する。したがって、測定後、手帳に書き取る場合などに、表示内容保持ボタン 83 を用いることができる。

30

【 0 0 1 4 】

図 1 2 に示した実施例では、ボタンを電源投入、風袋引き、表示内容保持の三つとしたが、そのほかに、密度計算ボタン 82、風袋値記憶ボタン 84 などを設ける実施例も可能である。また、それぞれの機能に特化したボタンを設けるのではなく、メニューボタン、選択ボタン、決定ボタンなどの汎用的なボタンを設けて、操作者が表示部 60 の表示内容を視認しつつメニューを選択し、実行することとしてもよい。

40

【 0 0 1 5 】

図 1 の斜視図には、秤本体 50 の外観が描かれている。差込み突起受け口 51 とは反対側に電池ボックス 92 を収納するふくらみを有した部分が、把持可能な部分となっていること、表示部 60 の近くの見やすい部分に簡易水準器 99 が取り付けられていること、把持する操作者の手指にて押しやすい位置に電源投入ボタン 91、風袋引きボタン 81、表示内容保持ボタン 83 が設けられていること、が示されている。

【 0 0 1 6 】

50

図2は、本発明に係る簡易雪密度測定器の密度サンプラー10の鉛直カッター12を外した様子を示す斜視図である。密度サンプラー10は、水平カッター11の上に鉛直カッター12をかぶせることができるように設計されている。水平カッター11は、雪の壁に対して、水平方向に動かして、雪を採取すべく上部、底部、左右側面の仕切りが設けられ、秤本体50と反対側の部分が鋭く尖った刃先となっている。水平カッター11を用いて雪を採取すると、前後方向に雪があふれている状態となるから、鉛直カッター12を用い、これを上からかぶせることで、前後の雪をカットする。鉛直カッター12の下方部分は、刃先となって尖っており雪のカットができる。水平カッター11及び鉛直カッター12で切り出される直方体の体積は、この実施例ではちょうど50cm³である。

【0017】

図3は、密度サンプラーの平面図及び側面図である。図3(a)は、水平カッター11の平面図及び側面図である。図3(b)は、鉛直カッター12の平面図及び側面図である。水平カッター11の雪採取の際の前方(図3では上方)及び鉛直カッター12の下方が刃先になっていること、が見て取れる。また、水平カッター11には上述した差込み突起19が連結されていて、その端の形状は、差込み突起受け口51に置くまで入るように形成されている。水平カッター11及び鉛直カッター12の材質は、ステンレスとすることができる。

【0018】

図4は、本発明に係る簡易雪密度測定器の平面図及び側面図である。密度サンプラー10を秤本体50に取り付けた状態を示している。密度サンプラー10は、強く引き抜くことで、秤本体50から分離することが可能である。分離して持ち歩いて、測定の現場で組み立てることができる。

【0019】

図5は、本発明に係る簡易雪密度測定器の六面図である。

【0020】

図6は、秤本体50に簡易水準器を取り付ける前の状態を示す平面図及び側面図である。この秤本体50は、上述したように本発明に係る簡易雪密度測定器として、圧電素子、信号処理部、制御部、演算処理部、記憶部、表示部などの電子回路を有する機器として製造することが可能である。また、既に市場に出ているものを流用することもできる。米国Acurex社から「デジタル計量スプーン」なるものが販売されており、その日本総代理店から入手することができる。この秤は、先端部が大さじと小さじとからなり、それらは抜き差しにより交換可能となっている。したがって、この秤の先端部を上述した密度サンプラーに取り替えることで、本発明の簡易雪密度測定器を構成することが可能である。

【0021】

この秤の仕様を示す。最大計量、300g。最小目盛、0.1g。精度 $\pm 0.1g + 1\% \times$ 物体重量(0~18の場合)。作用温度0~40。保管温度-10~60。オートパワーオフ約2分。電源単4アルカリ電池2本。電池寿命約1.5年(毎日10分使用時)。サイズ先端部大装着時約タテ251×ヨコ65×高さ30mm。重量先端部大装着時約91g(電池含む)。材料ABS樹脂、ステンレス。以上である。この秤には、風袋引き機能がある。この秤による重さの計測は、先端部に計量スプーンを取り付けて、計測対象となる物体をすくうという、ひとつの動作で簡単に行うことができる。

【0022】

この市販品の秤を用いて、雪密度の測定を行うべく、この秤に付属する先端部に取り付けるスプーンの重心位置と、上述の密度サンプラーの重心位置とが同じになるように設計し、上述の差込み突起の形状及び寸法を該スプーンに合わせるようにした。

【0023】

さらに、この市販品の秤を用いる場合、秤本体を水平に保つ必要がある。そこで、斜面や足場の悪い現場でも容易に水平を取れるように、簡易水準器99を表示部60の近くの見やすい場所に取り付けることとした。簡易水準器99は、気泡を閉じ込めてあり、中央の円内にその気泡がくるように保つことで当該機器の水平を取るものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

秤の先端部の計量スプーンを密度サンプラーに取り替えることによる測定精度への影響を調べるため、重さの異なる4種類の分銅を用いて常温の室内で検証を行った。その結果を表1に示す。

【 0 0 2 5 】

【表1】

表1 簡易密度測定器の測定精度の検証 (単位:g)

分銅重量	簡易密度測定器					
	①	②	③	④	⑤	平均
5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.0
10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
20.0	19.9	19.9	20.0	20.0	20.0	20.0
30.0	30.0	30.0	30.1	30.0	30.0	30.0

【 0 0 2 6 】

この秤の精度は、前述したように概ね ± 0.1 gであり、先端部の計量スプーンを密度サンプラーに交換しても製品本来の測定精度に変わりがないことを確認できた。

【 0 0 2 7 】

本発明に係る簡易雪密度測定器による測定と、従来の密度サンプラー(100 cm³)と上皿秤とを用いる測定との間で、その測定値と測定時間とにどれだけの違いがあるかを比較する試験を行った。比較試験は、独立行政法人防災科学技術研究所新庄支所の雪氷防災実験棟にて人工雪を用いて行った。この人工雪は、降雪後3週間ほど保管庫に保存されていた雪で、これをふるいに掛けたものを人力で集積し、さらに一晩、室温約-10の環境に放置してから使用した。

【 0 0 2 8 】

表2は、測定器による雪密度の比較結果である。表2において「密度サンプラー」とのみ表記したのは、従来の100 cm³の密度サンプラーと上皿秤とを用いる測定を示す。「簡易密度測定器」と表記したのが、本発明に係る簡易雪密度測定器を用いた測定である。

【 0 0 2 9 】

【表2】

表2 測定器による雪密度の比較

測定器	雪質	雪温 (°C)	重さ (g)				密度 (kg/m ³)
			1回目	2回目	3回目	平均値	
密度サンプラー	しまり雪	-9.7	24.8	21.5	18.5	21.6	216.0
簡易密度測定器	しまり雪	-9.7	10.6	10.2	10.3	10.4	208.0

【 0 0 3 0 】

測定対象とした雪は、温度-9.7のしまり雪だが、人力により集積したため均質な状態ではなかった。しかし、表2に示す3回の測定値に着目すると、簡易雪密度測定器の方がばらつきが小さい。また、これらの平均値から求めた密度は両者でほぼ同じ値となった。表2はわずか1回の測定結果であるが、表1で示した分銅による精度検証結果と合わ

せて考えると、簡易雪密度測定器によって雪密度を正確にかつ安定した精度で測ることが可能であると考えられる。

【 0 0 3 1 】

表 3 は測定時間の比較である。従来の密度サンプラーによる測定は上皿秤を設置済みの状態で行った。測定時間の平均が 2 1 . 8 秒であった。これに対し、本発明に係る簡易雪密度測定器では、1 9 . 0 秒となり、約 1 3 % の時間短縮となった。従来方法の上皿秤の設置時間が実際にはかかっていることを考慮すると、本発明の時間短縮に対する寄与はさらに大きいものと言える。

【 0 0 3 2 】

【表 3】

表3 測定時間の比較(単位:秒)

雪質	密度サンプラー				簡易密度測定器			
	①	②	③	平均	①	②	③	平均
しまり雪	22.7	21.6	21.1	21.8	17.1	21.3	18.6	19.0

【実施例 2】

【 0 0 3 3 】

図 7 は、B タイプの密度サンプラーの平面図及び側面図である。図 7 (a) は、水平カッターの平面図及び側面図である。図 7 (b) は、鉛直カッターの平面図及び側面図である。水平カッター 2 1 は、水平カッター 1 1 に比べて刃先の形状に特徴を有している。鉛直カッター 2 2 は、鉛直カッター 1 2 とほぼ同じである。に関しては雪の硬さ、雪質などによっては、実施例 1 の水平カッターよりも刃先の形状が異なるものを用いることが求められる場合がある。そこで、異なる形状の水平カッターを準備した。差込み突起 2 9 は、差込み突起 1 9 と同様である。

【実施例 3】

【 0 0 3 4 】

図 8 は、C タイプの密度サンプラーの平面図及び側面図である。図 8 (a) は、水平カッターの平面図及び側面図である。図 8 (b) は、鉛直カッターの平面図及び側面図である。水平カッター 3 1 の刃先形状にその特徴を有する。

【実施例 4】

【 0 0 3 5 】

図 9 は、硬い雪の場合に用いる木柄の平面図及び側面図である(実施例 4)。図 1 0 は、木柄を秤本体に差し込むための計量治具の平面図及び側面図である(実施例 4)。図 1 1 は、木柄、計量治具、密度サンプラー、秤本体を組んだ状態を示す側面図である。

【 0 0 3 6 】

図 9 の木柄 4 0 はできるだけ軽量かつ丈夫に作る。木柄 4 0 の後ろ側にはフックを設け、計量治具 4 9 の穴に掛けられるようにする。計量治具 4 9 のその穴の位置は、密度サンプラー 1 0 の重心位置に一致するように設計される。そして、木柄 4 0 の先端部には、密度サンプラー 1 0 、 2 0 、 3 0 のいずれかが固定される。プランジャーを用いて固定され、使用時には容易に外れないようにする。図 1 1 のように組立てて用いる際には、秤の電源を入れて、雪の採取前に、木柄と密度サンプラーを結合させたものを計量治具 4 9 にぶら下げて風袋引きを行う。その後、雪を採取して再びぶら下げて、水平を取った状態で測定を行う。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 7 】

雪氷調査の現場、道路維持管理の現場で用いる簡易雪密度測定器として用いるのみなら

10

20

30

40

50

ず、土質調査についても、あまり硬くない粘性土などで土密度を計測可能である。したがって、簡易土密度測定器としての利用が可能である。また、同様に、肥料などの粒状体の密度測定も可能であるから、簡易粒状体密度測定器としての利用も可能である。

【符号の説明】

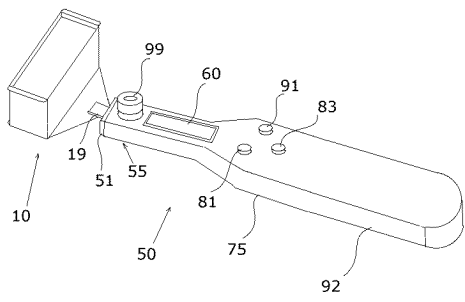
【 0 0 3 8 】

- 1 0 , 2 0 , 3 0 密度サンプラー
- 1 1 , 2 1 , 3 1 水平カッター
- 1 2 , 2 2 , 3 2 鉛直カッター
- 1 9 , 2 9 , 3 9 差込み突起
- 4 0 木柄
- 4 9 計量器具
- 5 0 秤本体
- 5 1 差込み突起受け口
- 5 5 圧電素子
- 5 9 信号処理部
- 6 0 表示部
- 7 0 制御部
- 7 5 回路基板
- 8 0 演算処理部
- 8 1 風袋引きボタン
- 8 2 密度計算ボタン
- 8 3 表示内容保持ボタン
- 8 4 風袋値記憶ボタン
- 8 9 記憶部
- 9 0 電源供給部
- 9 1 電源投入ボタン
- 9 2 電池ボックス
- 9 9 簡易水準器

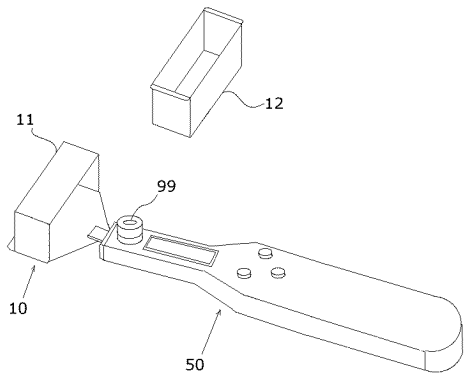
10

20

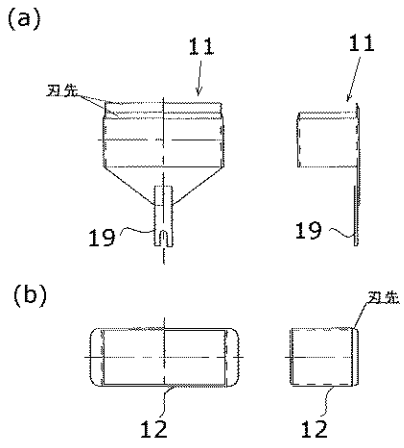
【 図 1 】



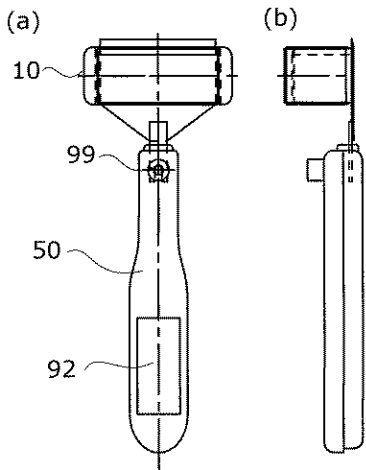
【 図 2 】



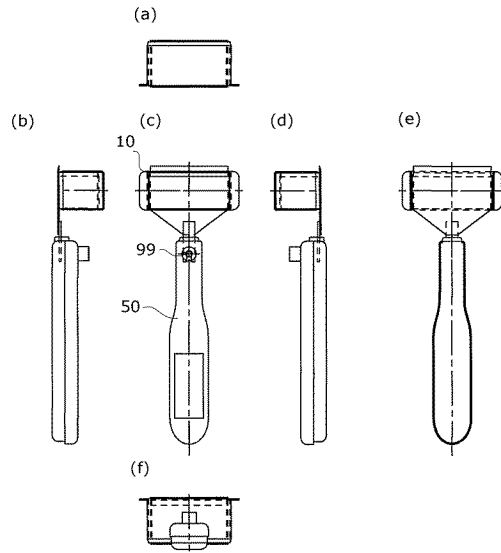
【 図 3 】



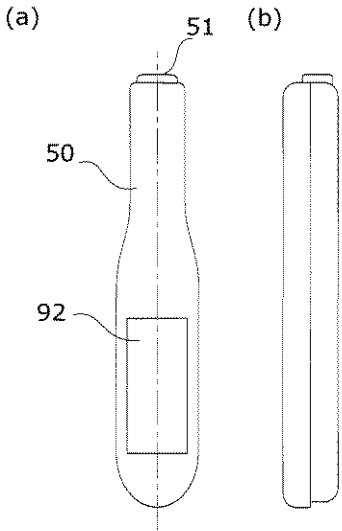
【 図 4 】



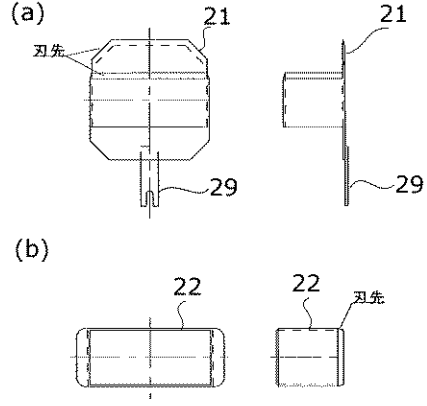
【 図 5 】



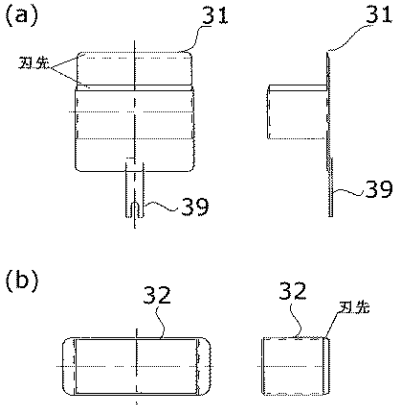
【図6】



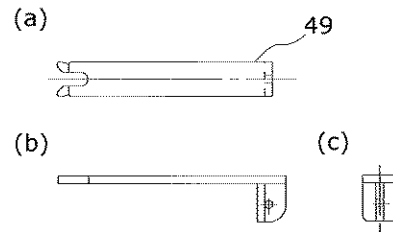
【図7】



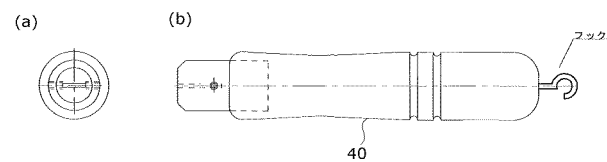
【図8】



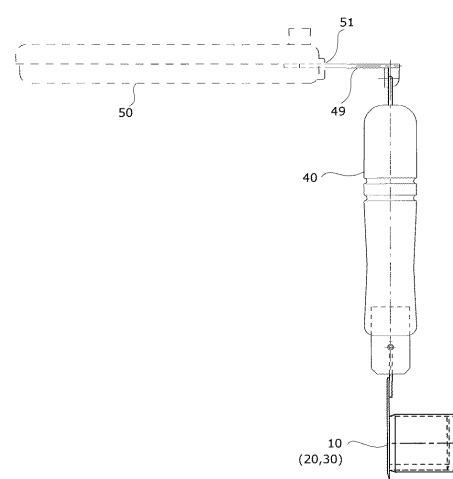
【図10】



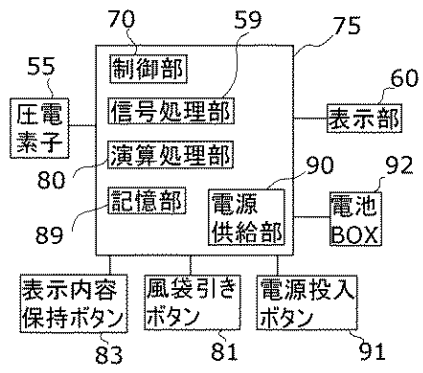
【図9】



【図11】



【図 1 2】



フロントページの続き

(72)発明者 横山 博之

北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所内

(72)発明者 松下 拓樹

北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所内

(72)発明者 坂瀬 修

北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所内