

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 036 884 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2000 Patentblatt 2000/38

(51) Int. Cl.⁷: **E01F 7/04**

(21) Anmeldenummer: **00105418.8**

(22) Anmeldetag: **14.03.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **18.03.1999 DE 19912237**

(71) Anmelder:
**Fraunhofer Management Gesellschaft mbH
80636 München (DE)**

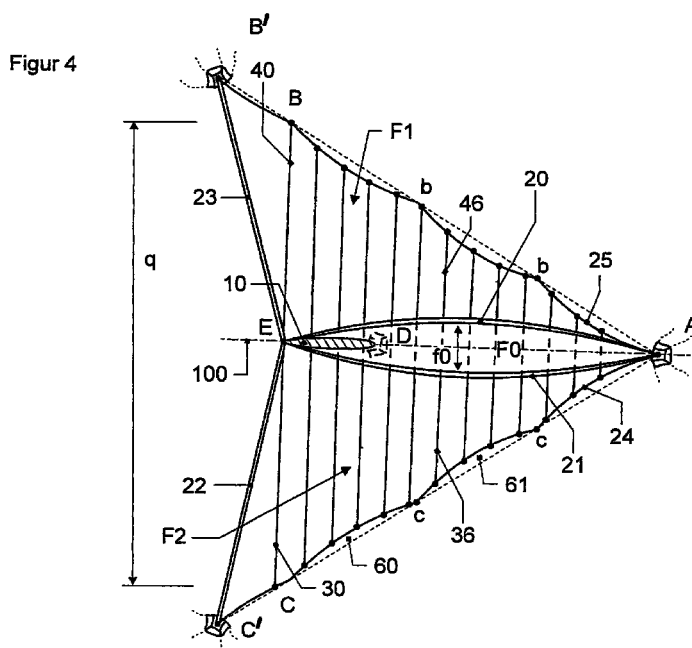
(72) Erfinder: **Hierl, Gerald
81927 München (DE)**

(74) Vertreter:
**Leonhard, Frank Reimund, Dipl.-Ing.
Leonhard - Olgemöller - Fricke
Patentanwälte
Postfach 10 09 57
80083 München (DE)**

(54) **Ableiten von Lawinen mit geneigten Flächenbereichen**

(57) Die Erfindung möchte eine Schutzverbauung für Lawinen und sonstige Volumenbewegungen schaffen, die kostengünstiger hergestellt werden kann und mit einem Minimum an zu betonierenden Fundamenten auskommt. Vorgeschlagen wird dazu eine Schutzverbauung zum Schutz eines Objekts (1) und durch Ableiten der sich zu Tal wälzenden Volumenmassen oder Steinschlag. Oberhalb des Schutzobjektes (1) ist ein erster Ankerpunkt (A) vorgesehen, von dem ausgehend zumindest einer, vorzugsweise zwei sich erhebende

Flächenbereiche (F1,F2) sich unter Verlängerung und Verbreiterung zu Tal gerichtet erstrecken. Zumindest einer der seitlichen Flächenbereiche (F1,F2) ist elastisch nachgiebig ausgebildet. Nicht unberücksichtigt läßt die Erfindung auch den Aspekt des Umweltschutzes, so daß die geschaffene Schutzverbauung ein ansprechendes Äußeres bietet und sich hinsichtlich ihres Aussehens harmonisch in die Landschaft einfügt.



EP 1 036 884 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung befaßt sich mit dem Schutz von Objekten wie Hotels oder Hütten in lawinengefährdeten Zonen, insbesondere hochgelegenen Forschungsstationen oder regelmäßigen Aufenthaltsorten von Besuchern.

[0002] Der Lawinenschutz ist langjährig erprobt und ebenso langjährig werden zum Schutz gegen sich herabwälzende Lawinen im Lawinen-Anbruchgebiet Lawinenverbauungen verwendet, die als quer stehende Schneezäune oder Fangzäune ausgebildet sind, beispielsweise gemäß **DE 74 07 622 U1**, die einen aus elastischen Seilen gespannten Fangzaun beschreibt, der mit einer zusätzlichen Mittelsäule verstärkt ist, dabei aber in jedem Falle quer zur Lawinenrichtung bzw. Hangrichtung ausgerichtet ist. Ein solcher Schneezaun stellt eine Barriere dar, die versucht, Bewegungen der Schneemächtigkeiten oberhalb der Barriere direkt dadurch zu begegnen, daß sie sie gut verankert und von vielen Seiten mit Spannseilen befestigt zu stauen versucht. In gleicher Weise werden auch andere Vorschläge für Schneezäune gemacht, so **DE 29 19 582 C2**, in der eine Fangmatte verwendet wird, die vertikal aufrecht am Hang direkt quer zur Fließrichtung der Lawine angeordnet wird. Die Fangmatte hat kreuzweise verlaufende (elastische) Bänder, die den elastischen Seilen der zuvor genannten Schrift entsprechen. Auch hier wird versucht, den Schneemächtigkeiten durch bloße Blockade ihres Gewichtes oder ihrer Wucht Herr zu werden. So auch die **DE 22 49 696 C3**, die als Fangzaun oder Schneezaun einer gespannten flexible Bahn aus einem Polyestergerewebe mit einer Polyvinylchlorid-Ummantelung zwischen zwei Pfosten vorschlägt. Die Pfosten sind entsprechend durch eine in mehrere Richtungen verlaufende Abspannung und Verankerungsdrähte an Heringen aufragend befestigt.

[0003] Die Erfindung sieht sich vor **die Aufgabe gestellt**, eine Schutzverbauung schaffen, die kostengünstiger hergestellt werden kann und insbesondere mit einem Minimum an zu betonierenden Fundamenten auskommt. Nicht unberücksichtigt läßt die Erfindung auch den Aspekt des Umweltschutzes, so daß die zu schaffende Schutzverbauung ein zumindest ansprechendes ästhetisches Äußeres bieten soll und sich hinsichtlich ihres Aussehens harmonisch in die Landschaft einfügen soll.

[0004] Erreicht wird das mit einer Schutzverbauung gemäß Anspruch 1. Ebenfalls erreicht werden kann das mit einem Verfahren gemäß Anspruch 33 oder 37, die sich dem elastisch nachgiebig gesteuerten (oder geführten) Ableiten von ausgelösten Volumenmassen, wie Lawinen befassen.

[0005] Ausgangspunkt der Erfindung ist die Überlegung, daß eine bloße Barrierenwirkung mit einer querstehenden Verbauung bei starken Volumenmächtigkeiten unzureichend ist und zu Mauern oder Fangzäunen führt, die eine nicht mehr tragbare

Höhe in lawinengefährdeten Zonen erreichen, besonders dort, wo kritische Hangneigungen (um etwa 40°) ein Abrutschen des Schnees verhindern und gleichwohl große Stauhöhen im Fließfall (Strömungsfall) verursachen.

[0006] Die Erfindung möchte deshalb die sich zu Tal wälzenden Volumenmassen, die Schnee-, Muren- oder Geröllmassen oder Steinschlag sein können, nicht allein blocken, sondern elastisch nachgiebig gesteuert zur Seite ablenken, um im Schattenbereich der Ablenkungszone eine zumindest einseitige Schutzwirkung entfalten zu können. Dazu verwendet die Erfindung sich von einem ersten Ankerpunkt erstreckende, im wesentlichen geschlossene Flächenbereich(e), die sich über den Hang zunehmend erheben und talwärts sich seitlich gerichtet erstrecken bzw. erstreckt (Anspruch 1). Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, daß der zumindest eine erhabene und nachgiebige Flächenbereich sich talwärts verlängert und verbreitert und dabei zweifach geneigt ist, einmal seitlich gegenüber der geraden Talrichtung und einmal talwärts hinsichtlich seiner Höhenerstreckung.

[0007] Eine solche nachgiebige Schutzverbauung hat bei zwei Flächenbereichen einen keilförmigen Grundriß und eine keilförmige Erhebung. Ihre Seitenflächen bieten den bewegten Massen große Ablenkmomente, die nicht durch massive Bauweise, sondern durch eine elastische Konfiguration der Flächen ermöglicht werden (Anspruch 33,34). Die Druckkräfte einer ausgelösten Lawine werden zumindest teilweise von dem geneigten, sich talwärts verlängernden und verbreiternden Flächenbereich aufgenommen. Es ergibt sich dadurch eine Formänderung, die zumindest einen Flächenbereich zu einer pflugscharartigen Gestalt bei höher werdendem Lawinendruck selbsttätig ausbildet (Anspruch 37). Die Pflugscharform erlaubt die gesteuerte oder geführte Ableitung der einseitig oder zweiseitig ablaufenden Lawinenarme(s) unter starker Reduzierung der Stauwirkung und Erhöhung der Steuer- und Führungswirkung, weg von dem zu schützenden Objekt, das im Zentrum der Achse des Lawinenverbau am talseitigen Ende liegt (Anspruch 13), hier als "Schattenwurf" bezeichnet, der unterhalb einer - bei zwei Flächen entstehenden - Verbauungsöffnung eine geschützte Lage für das Objekt erreicht.

[0008] Die Erfindung arbeitet demnach nicht mit einem zunächst massiven Schutzverbau schon in den Anfangszonen des Lawinen-Anrißgebietes, sondern läßt ihren zumindest einen schützenden und lawinenableitenden Flächenbereich von dem Ankerpunkt ausgehend breiter, länger und höher werden (Anspruch 3). Eine solche Konstruktion erfordert geringere Baukosten, benötigt einen geringeren Aufwand an betonierten Fundamenten und erlaubt die optisch ansprechende Einpassung eines so gebildeten (einseitigen) Schirms oder Dachs oder Satteldachs in eine lawinengefährdete Zone, direkt oberhalb des zu schützenden Objektes.

[0009] Die Oberkanten der seitlichen Flächenbereiche verlaufen mit einer schwächeren Neigung als die mittlere Hangneigung in Richtung zum zu schützenden Objekt unterhalb der Schutzverbauung (Anspruch 2). Daraus ergibt sich eine stetig anwachsende Höhe der Flächenbereiche.

[0010] Im Bereich des Zusammentreffens der oberen beiden Ränder der Flächenbereiche kann ein Dachbereich nach Art einer Satteldachform ausgebildet werden (Anspruch 3, 4), so daß die Spitze der gebildeten Schutzverbauung stumpf, insbesondere zunächst dreieckförmig verbreiternd (Anspruch 3) und dann dreieckförmig zusammenlaufend ausgebildet ist (Anspruch 4).

[0011] Für den Aufbau der Flächenbereiche werden Seile verwendet, die netzartig verbunden sind (Anspruch 26, 27 sowie 10, 16, 17 und 15). Der Aufbau mit netzartigen Geometrien aus Seilen, insbesondere Stahlseilen, bietet eine elastische Nachgiebigkeit der Flächenbereiche, die nach Art einer Selbstregelung ihre Form bei Lawineneinwirkung verändern, hin zu zunehmend steileren Flächenbereichen, die durch eine stärkere Wölbung oder stärkere Krümmung der Flächen entstehen (Anspruch 9, Anspruch 28).

[0012] Zwischen den Knotenpunkten der Netzstruktur der Flächenbereiche werden - zumindest in größeren Bereichen, bevorzugt auf im wesentlichen der gesamten Netzstruktur - flächenbildende Elemente, insbesondere (textile) Membranen angeordnet, so daß aus der netzförmigen Struktur eine flächige Struktur entsteht. Eine Gleitbeschichtung der Oberfläche verbessert die Ableitwirkung der Flächen und reduziert die Stauwirkung auf die Schutzverbauung, die durch statische Kräfte aufgefangen wird (Anspruch 5, Anspruch 17).

[0013] Von dem ersten (oberen) Ankerpunkt A geht ein Hauptseilbündel aus (Anspruch 16), das sich am talseitigen Endpunkt der Flächenbereiche in zwei talseitig beabstandete und unterhalb der Schutzverbauung liegende Rückverankerungsseile teilt, die in zwei weiteren Felsenankern Halt finden. Das Seilbündel ist entsprechend der statisch erforderlichen Geometrie zumeist eine Parabel und ein ggf. ausgebildetes Satteldach folgt dieser Form im oberen stumpfen Bereich. Der Umlenkpunkt ist das obere Ende eines nach rückwärts am Hang abgestützten Trägers (Pylon), der das untere oberste Ende der Schutzverbauung an einem hangseitigen Fußpunkt abstützt (Anspruch 4).

[0014] In den so vorgegebenen Seitenflächen sind als Haupttragelemente gerade, vorgespannte Seile vorgesehen, die vom Hauptseilbündel ausgehend zu bodennahen Randseilen gespannt sind. Die bodennahen Randseile (Traufen) gehen ebenfalls von dem ersten, oberen Ankerpunkt A aus und enden in beabstandeten Ankerpunkten B, C, etwa auf Höhe des Stützpunktes D des pfostenartigen Trägers und sind im Zuge ihres Verlaufes ein-, zwei- oder mehrfach an weiteren Zwischen-Ankerpunkten verankert, um bogenförmige

Strukturen zu bilden (Anspruch 25). Die bogenförmigen Strukturen bilden Durchgangsbereiche unterhalb der nach kachelartiger Belegung der Netzstruktur abgedichteten Flächenbereiche, so daß Geröll passieren kann und die Instandhaltung der Funktionsfähigkeit der Schutzverbauung nicht das Freiräumen bergseitiger Bereiche erfordert. Sich ansammelndes Geröll oder Gestein passiert weitgehend durch den Spalt, der sich durch die bogenförmige Struktur der Traufen zwischen der Hangoberfläche und den Flächenbereichen bildet.

[0015] Aufgrund der nur geringen notwendigen Felsenverankerungen und der stark reduzierten Länge oder Größe von Fundamenten entsteht nur ein Bruchteil der Kosten eines starren Lawinenverbau.

[0016] Zusätzliche Schutzmaßnahmen können Anwendung finden, so eine Einrichtung zur Erzeugung von Schwingungen, insbesondere im Bereich des pfostenartigen Trägers (Anspruch 24), um sich ablagernde Schneemassen auf dem dachförmigen Schutzverbau zu lösen und zum Abrollen zu bewegen.

[0017] Sich ausgehend von dem Ankerpunkt unter Verlängerung und Verbreiterung zu Tal erstreckende zwei Flächenbereiche, insbesondere auch mit dem satteldachförmigen Zusatz-Flächenbereich, bilden eine Überspannung eines keilförmigen Gebietes und damit eine Überdachung. Die Überspannung oder Überdachung der senkrechten Lawinenfallrichtung vermeidet weitgehend eine Ablagerung von Schnee in diesem Bereich. Die windbedingte Schneeverfrachtung wird den Schnee von der Überdachung eher entfernen und das Gefälle des Daches wird zumeist für natürliches Abrutschen der Schneemassen sorgen, so daß das Dach zumindest in den unteren Bereichen auf Dauer auch bei hoher Schneemassigkeit im Anbruchgebiet freigehalten werden kann. Zusätzlich kommt der Dachkonstruktion zugute, daß sie gegenüber den typischen Windströmungsrichtungen nur stumpfe Winkel aufweist und ohne einen Strömungsabriß ein Weitertransport des Schnees ermöglicht wird, so daß die Tendenz zu Schneeablagerungen im Bereich des Daches durch Windverfrachtung nur äußerst gering ist.

[0018] Aufgrund des hohlen Aufbaus (Anspruch 8) ist die Dachform innen mit einer Airbag-Membrane ausfüllbar, was durch eine innenliegende, geschlossene und gespannte Innenmembrane mit einer atmenden Druckausgleichsfunktion realisiert werden kann. Die Druckausgleichsfunktion kann selbstregelnd einen Überdruck zum Umgebungsdruck einhalten, ggf. unterstützt mit Druckerhöhungskomponenten (Ansprüche 18). Mit der nach Art eines intelligenten Kissens ausgebildeten Innenmembran kann eine selbstregelnde Gegenkraft zur Aufnahme starker Impulskräfte bereitgestellt werden. Die Impulskräfte, die durch das plötzliche Ereignis einer Lawine entstehen, werden so nicht in die Statik eingeleitet, sondern zumindest teilweise von der selbstregelnden Gegenkraft aufgenommen.

[0019] Selbst bei außergewöhnlichen Lawinenerignissen bietet die Schutzverbauung noch hinreichend

Schutz, weil ein Großteil des Lawinenkerns von den Schutzobjekten weggeleitet werden kann, selbst wenn Reste einer außergewöhnlich großen Lawine die Schutzverbauung noch überfließen.

[0020] Der Überfließvorgang ist ein Zustand, den eine sich über eine große Breite erstreckende Dachkonstruktion auch dann erfüllen kann, wenn sich mehrere Flächenbereiche quer zur Hangrichtung aneinanderreihen und sich nur schwach erheben. Es wird dann eine wellige Oberfläche erzielt, die als Galerie oder Dachkonstruktion über linienförmige Objekte (wie Straßen) gebaut werden kann und Volumenströme von diesen linienförmigen Objekten abgeleitet werden, sprich über sie herübergeleitet werden (Anspruch 31, Anspruch 32). Zur Ausbildung eines solchen Flächenbereiches werden Seile verwendet, die eine elastische Nachgiebigkeit der Dachkonstruktion ermöglichen. Unterhalb des Endes des Daches werden Zugseile in Fundamenten verankert, während am Ende des Daches im wesentlichen vertikal orientierte Träger in vorzugsweise regelmäßigen Abständen Stützfunktion übernehmen. Immer abwechselnd befindet sich ein Träger und ein Zugseil entlang der unteren Kante der Galerieverbauung, so daß auch lange Strecken überbrückt werden können. Eine solche Dachkonstruktion kann man sich entstanden denken aus mehreren beabstandeten dreieckförmigen Flächenstücken aus jeweils zwei sich nur geringfügig erhebenden Flächenbereichen, die sich unter Verlängerung und Verbreiterung zu Tal gerichtet erstrecken, wobei die oberhalb des Schutzobjektes angeordneten jeweiligen ersten Ankerpunkte einen größeren Abstand haben als die unteren Eckpunkte der Flächenbereiche, die sich zu einer durchgehenden Linie ergänzen. In den noch offen bleibenden dreieckförmigen Bereichen werden in umgekehrter Richtung orientierte dreieckförmige Flächenstücke aus ebenfalls zwei Flächenbereichen angeordnet, die ebenfalls hangseitige zweite Ankerpunkte aufweisen, die bevorzugt jeweils etwas tiefer angeordnet sind als die ersten Ankerpunkte.

[0021] Gesteuert von einem Druckstöße oder Volumenbewegung auswertenden Druckaufbauelement können auch solche Flächenbereiche sich zu einer keilförmigen Schutzverbauung aufblähen oder aufblasen, die vor Auslösen des Druckaufbauelementes im wesentlichen flächig ausgebreitet auf der Hangfläche ausgebreitet waren. Diese stoßartige Aufbaufunktion (Anspruch 29) geht von einem zunächst nicht bestehenden Lawinenschutz aus, hin zu einem nur dann entstehenden, sich über die Hangfläche erhebenden Schutzverbau, wenn tatsächlich Volumenbewegungen erfaßt werden, wozu ein Sensor, insbesondere ein Strömungs- oder Drucksensor Anwendung finden kann (Anspruch 30), der bevorzugt oberhalb der sich stoßartig aufblähenden Schutzverbauung angeordnet ist.

[0022] Ersichtlich sind die gestalterischen Elemente und die wenig eingreifende Wirkung in die Umwelt. Aufgrund der netzartigen Struktur sind große

Zwischenräume in den Seitenflächen zunächst völlig durchsichtig und nach Belegen mit flächenbildenden Elementen ggf. weiterhin durchsichtig, zum Teil auch optisch ansprechend gestaltbar oder als Photovoltaik-Elemente verwendbar oder mit einer thermischen Isolierung versehen, zur Bildung eines temperierten Innenraums, unter Nutzung der Sonnenenergie durch den Treibhauseffekt.

[0023] Ein einmal erforderlicher Rückbau würde sich beschränken auf das Entfernen der beweglichen Teile, ohne daß Fundamente abgerissen werden müssen. Zur Erhaltung der Schutzverbauung genügt es, einzelne (beschädigte) kachelförmige Elemente auszutauschen.

[0024] Das Konstruktionsprinzip ist im Rahmen einer architektonischen Gestaltung gleichzeitig ansprechend und funktionsgerecht. Es kann direkt in das zu schützende Objekt integriert werden, z.B. durch eine spezielle Formgebung im Dach- und Fassadenbereich, insbesondere im Rahmen einer einseitigen Anordnung eines sich schräg abwärts zu Tal erstreckenden Flächenbereiches, der sich im Zuge seiner Abwärtsbewegung sowohl seitlich erstreckt, zur Ableitung der Volumenmassen, als auch in Höhenrichtung zu Tal geneigt ist, um die einseitige pflugscharartige Wirkung als strömungstechnische Funktion und damit verbundener Schutzwirkung für das integrierte Objekt zu erbringen. Die integrierte Lösung kann im speziellen Formgebungsfall im Dach- und Fassadenbereich bei Neu-, An- und Umbaumaßnahmen verwendet werden.

[0025] Der Innenraum, entstanden durch die an ein Objekt angefügte einseitige Fläche oder zwei Flächenbereiche, die zur Bildung eines Keils zusammengefügt sind, bietet Nutzungsmöglichkeit zu Wohn-, Aufenthalts- und Veranstaltungszwecken, beispielsweise auch als Lager- oder Abstellraum. Die Außenfläche mag dabei als Werbeträger, identitätsbildende Maßnahme für die Umgebung des Aufstellortes, Kunstwerk oder sonstige ähnliche, das Funktionsprinzip nutzende Gestaltung dienen.

[0026] Zuvor war der einfache Rückbau erwähnt worden, der Rückbau kann auch funktionsmäßig integriert sein, in Form einer aufstellbaren Gesamtkonstruktion, die in ihren einzelnen Bestandteilen wie z.B. die Membranhülle teilweise auf- und abgebaut werden, um eine temporäre Nutzung zu ermöglichen. Das ermöglicht die Einstellung auf saisonale Risiken unter Berücksichtigung der Anforderungen des Naturschutzes und des Landschaftsschutzes.

[0027] **Beispiele** erläutern und ergänzen die Erfindung.

Figur 1

zeigt eine erste Aufsicht auf einen Hangverlauf ausgehend von einem Hochpunkt HP über Höhenlinien h1, h2, h3, h4, h5, h6, wobei das zu schützende Objekt 1 unterhalb einer keilförmigen Dachstruktur aus zwei schräggestellten Flächenbereichen F1, F2 sich befindet.

Figur 2

veranschaulicht eine geänderte Hanggeometrie ausgehend von einem Hochpunkt HP mit entsprechenden Höhenlinien h1,... und einer Satteldachform der Dachstruktur mit drei Flächenbereichen F1,F2 und F0, wobei hier das zu schützende Objekt 1 als ein Haus dichter in das Ende der Flächenbereiche am Endpunkt E eingefügt ist.

Figur 3

zeigt eine Seitenansicht des Aufbaus gemäß Figur 2. Das zu schützende Objekt 1 ist hier weggelassen.

Figur 4

veranschaulicht eine Aufsicht auf die Projektion der Figur 3 mit genaueren Seilführungen bei aus vielen parallelen Seilen gebildeten Seitenflächen F1 und F2, wobei als Bezugspunkt der obere Ankerpunkt A dient.

Figur 5

veranschaulicht eine dreidimensionale schematische Darstellung des Dachverbau mit einer Satteldachform gemäß Figur 2, in der die Netzstruktur der Seitenflächen F1 und F2 ebenso deutlich wird, wie die kachelartigen Belegungsflächen m1,m2,m3,..., die zwischen jeweils vier benachbarte Knotenpunkte eingefügt werden.

Figur 5a, Figur 5b, Figur 5c

zeigen einseitig wirkende Schutzverbauungen als Beispiele.

Figur 6

veranschaulicht eine im wesentlichen flächig am Boden entlang des zuvor beschriebenen Hanges liegende Lawinenverbauung, die sich erst im Gefahrenfall aufrichtet.

Figur 7

veranschaulicht den Beginn des Aufrichtungsvorgangs der Lawinenverbauung gemäß Figur 6.

Figur 8

veranschaulicht das Ausgangssignal eines Geschwindigkeitssensors 80, der oberhalb der Lawinenverbauung gemäß Figuren 6,7 angeordnet ist und der zur Ansteuerung von Druckgebern 70 dient, die den stoßartigen Aufrichtvorgang veranlassen und durchführen.

Figur 9a, Figur 9b, Figur 9c

veranschaulichen in drei Stufen den Aufrichtvorgang der Lawinenverbauung, wobei Figur 9c eine solche Lawinenverbauung zeigt, die auch in Figur 1 im fertig errichteten Zustand dargestellt ist, hier aber mit nur einem pfostenartigen Träger 13 am unteren Ende der Schutzverbauung.

Figur 10

zeigt in dreidimensionaler Darstellung die Anordnung, die gemäß Figur 9 stoßartig errichtet worden ist, wobei das zu schützende Objekt 1 unterhalb dieser Anordnung liegt.

Figur 11

veranschaulicht schematisch eine elastische Dachkonstruktion 90, mit der eine linienförmige Bahnführung 92 vor herabströmenden Volumenmassen geschützt werden soll.

Figur 12

zeigt eine Aufsicht der Dachkonstruktion 90 von Figur 11, hier in schematischer Darstellung.

Figur 13

veranschaulicht eine dreidimensionale Darstellung der Dachkonstruktion von Figur 11 und 12.

[0028] Zum Schutz gegen eine Lawine ist aus den Figuren 1 und 2 ersichtlich, daß ein keilförmiges, spitzes Gebilde verwendet wird, das an der Bergseite von einem Ankerpunkt A ausgeht und zu einer Satteldachform gemäß Figur 2 oder einer Spitzdachform gemäß Figur 1 anwächst. Die Seitenflächen F1,F2 wirken so als Schneeleitflächen, an denen sich die Lawine spaltet und seitlich abläuft. Die Beschreibung anhand einer Lawine erfolgt als Beispiel einer strömenden Volumenmasse, die ebenso Geröllmassen, Murenmassen, Steinschlag oder sonstige vergleichbare bewegliche Objekte sein kann.

[0029] Die Höhenlinien h1 bis h6 zeigen die Struktur eines stark geneigten Gefälles, so daß der Gradient der hier eingezeichneten Höhenlinien als "talwärts" verstanden werden kann. Das zu schützende Objekt 1 befindet sich im Lawinenschatten der Dachkonstruktion zwischen den Höhenlinien h4 und h5 und etwa auf der Höhe der weiteren Ankerpunkte B und C, die die talseitigen Enden der Seitenflächen F1 und F2 sind. Das sich talwärts erstreckende Dachgebilde hat einen Hochpunkt E, an dem der höchste Punkt der Seitenflächen F1 und F2 liegt. Hier greift ein aus Figur 3 in der Seitenansicht ersichtlicher Pylon 10 an, der an einem Fußpunkt D in einem Fundament verankert ist. Er ist nach rückwärts geneigt, zur Aufnahme von Spannkraften über die später zu erläuternden Gratseile 20,21, die in den Figuren 1 und 2 zunächst als obere Kanten der Flächenbereiche F1,F2 dargestellt sind. Entlang der Gratseile können auch mehrere Pylone 11,12 als Tragpfosten aufgereiht sein, so daß sich ein wellenförmiger First ergibt.

[0030] Die unteren Ränder 25,24 der geneigten Flächenbereiche F1,F2 werden ebenfalls durch Seile, sogenannte Traufen, gebildet, wie an Figur 3 in der Seitenansicht erkennbar.

[0031] Nach Figur 2 werden weitere Felsenanker B' und C' eingesetzt, die weiter talwärts und in einem stärkeren Abstand als die zuvor erwähnten Felsenanker B und C angeordnet sind. An ihnen enden die von dem obersten Ankerpunkt A ausgehenden Gratseile über die oberen Kanten 20,21 und den Hochpunkt E am talseitigen Ende der Flächenbereiche. Hier findet eine Rückverankerung des Gratseilbündels 20,21 statt.

[0032] Als Felsenanker A,B,C und B',C' können gängige Ankertechniken verwendet werden. Für das Stützfundament D des Pylons wird ein kleines Fundament benötigt, da hier nur Druckkräfte aufzunehmen sind, wohingegen in den anderen beschriebenen Felsenankern Zugkräfte aufgenommen werden.

[0033] Figur 2 ist als Seilkonstruktion aus Figur 4 in

einer auf die Horizontale projizierten Aufsicht genauer ersichtlich. Die beschriebenen Felsenanker A,B,B' und A,C,C' sind auch hier eingezeichnet. Der Hochpunkt E ist der Aufnahmepunkt von Druckkräften über den Pylon 10, der im Fundament D gelagert ist.

[0034] Ausgehend von dem obersten Ankerpunkt A nahe der Höhenlinie h1 verläuft ein Hauptseilbündel entlang des Satteldachs F0, dessen Breite f_0 zunächst zunimmt, um dann zum Hochpunkt E wieder abzunehmen. Die Hauptseilbündel 20,21 werden im Hochpunkt E umgelenkt und führen über die Seilbündel 23,22 zu den Rückverankerungspunkten B' und C'. Ebenfalls ausgehend von dem bergseitigen Ankerpunkt A verlaufen zwei weitere nach seitlich auswärts orientierte Traufen 24,25, die in einzelnen Ankerpunkten b,c mehrfach fest verankert sind, um eine bogenförmige Struktur zu ergeben. Zwischen der Traufe 25 und dem ersten Gratseilbündel 20 werden eine Vielzahl paralleler Seilbündel gespannt, hier nur repräsentiert durch das letzte Seil 40 und ein mittleres Seil 46 im Bereich der maximalen Breite f_0 des stumpfen Satteldachbereichs F0. Auf der anderen Seite verläuft zwischen der Traufe 24 und dem zweiten Gratseilbündel 21 auch eine Vielzahl von parallelen Seilen, die auch hier durch das talseitigste Seil 30 und ein etwa mittiges Seil 36 repräsentiert sind.

[0035] Die durch die bogenförmige Ausbildung der Traufen 24,25 gegebenen Öffnungssegmente 60,61 zwischen zwei jeweils vorgesehenen Verankerungen C,c,c bilden Durchgangsöffnungen für kleineres Geröll und solche Volumenmassen, die nicht von der Verbauung gesperrt werden sollen. Dadurch bleiben die eigentlichen Flächenbereiche F1,F2 regelmäßig frei und müssen nicht durch Wartung gesäubert werden, insbesondere dort nicht, wo die Höhe und Breite der Flächenbereiche in der Nähe des obersten Ankerpunktes A noch gering ist.

[0036] Zur Ergänzung der Netzstruktur, wie sie in **Figur 5** in dreidimensionaler Darstellung ersichtlich ist, werden ausgehend vom Ankerpunkt A schwach strahlenförmig orientierte Zwischenseile 50,51 gespannt, die an den Endseilen 40,30 jeweils enden.

[0037] Dadurch ergibt sich eine Netzstruktur, die in Zwischenbereichen von jeweils vier benachbarten Netzknoten mit flächenbildenden Elementen ($m_1, m_2, m_3, \dots, m_{11}$) belegt werden können, um eine Fläche F1,F2 auszubilden. Die flächenbildenden Elemente können als jeweils eine ganze Seite einnehmende oder kachelartige textile Membranen (beschichtete Gewebe) mit reißfester Struktur ausgebildet sein, deren Oberfläche bevorzugt gleitbeschichtet ist, um Lawinen leichter ablaufen lassen zu können. Abhängig von der Höhe der Reißfestigkeit kann die Größe der Netzmaschen gewählt sein. Gerade im oberen Bereich nahe des höchsten Ankerpunktes A, wo der Druck der Lawinen noch sehr hoch ist, bietet die Netzstruktur stark reduzierten Knotenabstand für flächenbildende Elemente an, also ein Zusammenlaufen von jeweils vier Netzknoten zu einem engermaschigeren Gebilde.

[0038] Die elastisch nachgiebige Netzstruktur kann aus Stahlseilen ausgebildet werden. Statt solcher Seile, die die anstehenden Zugkräfte unter elastischer Nachgiebigkeit aufzunehmen in der Lage sind, können auch Kunststoff-Fasern, Zugstäbe oder Tawe Verwendung finden, wobei die flächenbildenden Elemente aus Verbundmaterialien wie glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK) oder anderen reißfesten Werkstoffen gebildet sein können, die die Druckbelastung einer auflaufenden Volumenmasse, insbesondere die durch ihre Strömung entstehenden Kräfte aufzunehmen in der Lage sind.

[0039] Die Hangneigung n ist aus **Figur 3** ersichtlich, sie ist lokal eine stark veränderliche Größe, kann aber als Mittelwert des Hangs angegeben werden. Diese mittlere Hangneigung verläuft steiler, als die Neigung des Firstgrates F0 von **Figur 2** oder der Spitze des Spitzdachs 20,21 von **Figur 1**, wie aus **Figur 3** leicht entnommen werden kann. Dadurch ergibt sich ein stetiges Anwachsen der Fläche der Seitenflächen F1,F2, sowohl in Richtung senkrecht zum Hang, als auch in Seitenrichtung, senkrecht zur eingangs angenommenen Talrichtung. Die Höhe der Schutzverbauung ist aus **Figur 3** ersichtlich, sie ist gemessen im Hochpunkt E gegenüber der Verbindungslinie der beiden Felsenanker B,C. Die Länge der Seitenflächen F1,F2, projiziert auf die Horizontale ist aus **Figur 3** als "l" erkennbar. Diese Länge ist größer, hier etwa doppelt so groß, wie die Höhe h des Hochpunktes E. Nochmals größer als die Länge "l" ist die Breite am talseitigen Ende der Flächenbereiche F1,F2, welche Breite den Abstand der beiden Ankerpunkte B und C bildet.

[0040] Der Öffnungswinkel, der dem Winkel zwischen den Seilen 40 und 30 entspricht, ergibt sich aus der Höhe h und der Breite q. Hier ist ein stumpfer Winkel vorgesehen, der jedenfalls größer als 50°, bevorzugt etwa 90° bis 120° besitzt, was Ausdruck eines flachen, breiten Dachgebildes gemäß **Figur 4** ist.

[0041] Der von dem Öffnungswinkel hälftige Wert, selbiger abzüglich von 90° ergibt sich als Neigungswinkel für die talwärts orientierte Neigung der Seitenflächen F1 und F2, ausgehend von einer Verbindungslinie vom Ankerpunkt A zum Ankerpunkt C.

[0042] Die zweite Schrägstellung der Wände F1,F2 entspricht der Keilwirkung, die hier mit etwa 30° bis 40° für jede Fläche F1 bzw. F2 angenommen wird. Damit ergibt sich ein Keilwinkel von etwa 60° bis 70°, gemessen im obersten Ankerpunkt A.

[0043] Die netzförmige Struktur, die Gratseile und die Rückverankerung in den Ankerpunkten C' und B', sowie die Stützung über den Träger 10 sorgt für ein elastisches Gebilde, das aufgrund von Eigenelastizität der Seile oder von zusätzlich gegebenen elastischen Elementen beweglich bleibt, sowohl gegenüber Windlast, als auch gegenüber der abzuleitenden Lawinenlast. Trifft eine Lawine in **Figur 5** von oberhalb des Ankerpunktes A auf die Fläche F2 auf, so erhöht sich die Verformung und es bildet sich eine pflugscharartige

Geometrie der Fläche F2 aus. Auch im lastfreien Zustand schon ist die Fläche F2 mit ihrer netzartigen Struktur, bedeckt von Textilsegmenten m1,m2 leicht gekrümmt aufwärts verlaufend, was im Lastfall abhängig von der Mächtigkeit der Lawine verstärkt wird. Durch die Verstärkung nehmen die Zugkräfte in den seitlichen Hauptseilen 30,36 nicht wesentlich zu, die größeren Lasten erzeugen aber stärkere Verformung in den Gratseilbündeln 20,21 und in den Traufen 24,25. Das Flächengebilde F2 ist dabei sozusagen selbstregulierend. Je höher die einwirkende Kraft, desto stärker ist die pflugscharartige Ausbildung der kachelartig belegten Netzstruktur.

[0044] Für ruhende Schneelasten stellt sich dieselbe Formänderung ein, so daß höher liegende Schneelasten zunehmende leichter ihren Rollwinkel überschreiten und von selbst abfallen. Windlasten führen zu horizontalen Verschiebungen der Gesamt-Dachstruktur quer zur talwärts orientierten Zentralachse 100, wobei aber die Windbelastungen gemessen am Lastfall einer Lawine gering sind.

[0045] Das gemäß Figur 5 ersichtliche hohle Gebilde, dessen zwei oder drei Wandseiten elastisch nachgiebig auf Lasteinwirkung reagieren, kann zusätzlich durch einen nicht eingezeichneten Exzentermotor im Höhenpunkt E in Vibration versetzt werden, um sich ansammelnde Schneemassen auf den Flächenbereichen möglichst abzuwerfen.

[0046] Die Figuren 5a, 5b und 5c zeigen eine einseitige Ablenkung von talwärts strömenden Volumenmassen, wobei ersichtlich die Fallrichtung 100 der Hangnormalen entspricht, während die Ablenkrichtung 101 in einem Winkel $> 0^\circ$, hier eingezeichnet zwischen 10° und 30° , von der Schutzverbauung bewirkt wird und die in Fallrichtung auf die Schutzverbauung einströmenden Volumenmassen in Ablenkrichtung ablenkt, so daß ein zu schützendes Objekt 1 unterhalb und talwärts neben der einseitigen Schutzverbauung geschützt werden kann. Auch diese Schutzverbauung geht von einem bergseitigen Ankerpunkt A1 aus und hat einen sich talwärts erstreckenden und erhebenden Flächenbereich F1, der in einzelnen Segmenten ausgebildet ist. Er erstreckt sich unter Verlängerung und Verbreiterung zu Tal gerichtet, aber schräg gegenüber der Fallrichtung 100. Die Höhenlinien h1, h2 etc. sind aus den Figuren 1 und 2 übernommen. Der elastische, netzartige Aufbau der Fläche F1 kann aus der Figur 3, 4 und 5 übernommen werden. Es werden hier mehrere pfostenartige Träger 16 verwendet, die jeweils individuell mit einem Paar von Abspannseilen S1' und S1" fixiert werden, während sie selbst auf einem kleinen Sockel oder Betonfundament D1 stehen. Alternativ können auch abwechselnd pfostenartige Träger und Abspannseile verwendet werden, so daß gestaffelt jeweils ein Druckpunkt und ein Zugpunkt entlang des Gratseiles 17 entsteht, im Zuge der oberen Kante des talwärts seitlich verlaufenden und in Hangrichtung nach unten schwach geneigten Flächenbereiches F1. Die entsprechenden Traufen sind

wie in den vorigen Beispielen eingesetzt. Ersichtlich ist an Figur 5a eine jeweilige individuelle Auswölbung einzelner Abschnitte F3, F4, Fn des Flächenbereiches F1, der in einem talseitigen Abspannpunkt A6 endet. Durch den Aufbau mit Netzstruktur und eine elastische Dehnung erlaubenden Seilen ist auch die einseitige Anordnung in der Lage elastische Kräfte auf einströmende Volumenmassen aufzubringen.

[0047] Ein Druckkissen-Charakter kann in der Schutzverbauung gemäß **Figur 5** durch eine innenliegende, geschlossene und verspannte Innenmembrane erzeugt werden, die nach Art eines innenliegenden Luftkissens die Impulskräfte der Lawine zusätzlich abfängt. Das Luftkissen stützt sich auf der Hangfläche ab, die durch die verfrachtete Schneeschicht, die durch die Öffnungen 60,61 hindurchgelangt, einigermaßen bedeckt ist, so daß hervorstehende Spitzen der Felskontur vermieden werden.

[0048] Die Stützfunktion kann dabei auch nur bereichsweise stattfinden, zum Beispiel in denjenigen Bereichen, in denen starke Lasten zu erwarten sind, so nach dem ersten Drittel oder Viertel des sich erweiternden Dachgebildes ausgehend vom obersten Ankerpunkt A.

[0049] Das Luftkissen kann durch eine Hilfseinrichtung, wie Kompressor oder ein Treibmittel aufgeblasen werden, um ausreichend Innendruck gegen die Impulsbelastung zu bieten.

[0050] **Figur 6 und 7** sowie die **Figuren 9** zeigen einen sich selbst im Lastfall errichtenden Schutzverbau, der in vollständig errichtetem Zustand gemäß **Figur 9c** im wesentlichen demjenigen Aufbau von **Figur 1** entspricht. Bezugszeichen werden entsprechend übernommen, soweit sie dieselben Elemente beschreiben. Der Aufbau von **Figur 6** ist bodenverankert. Er besteht aus einer geschlossenen Innenmembrane, die im Falle einer Aktivierung, fixiert durch eine formgebende Seilzugkonstruktion in kurzer Zeit ganz oder fertig aufgerichtet wird. Sie entfaltet dann ihre volle Schutzwirkung. Die Aktivierung kann manuell oder selbständig, z.B. nach festgelegten Parametern erfolgen, die einen Lawinenabgang rechtzeitig erfassen. Die Aktivierung über druckerzeugende Elemente 70 erfolgt über eine gezielt ausgelöste Innendruckerhöhung, hervorgerufen z.B. durch eine Treibladung, wobei die Druckerhöhung veranlaßt ist von einem Meßgeber 80, der oberhalb der Lawinenverbauung angeordnet ist. Soll die sich selbsttätig errichtende Schutzverbauung längere Zeit Bestand haben, so kann eine Innendruck-Konstanthaltung vorgesehen werden, die mit bekannten Mitteln aus dem Stand der Technik realisierbar ist.

[0051] Die in **Figur 6** dargestellte, sich selbst errichtende Schutzverbauung hat eine zentrale, entlang der Achse 100 verlaufende, faltenförmig zusammengelegte Pufferzone, die sich gemäß **Figur 7** bei stoßartigem Aufbauen des Schutzverbaues entfaltet und zu einer Konstruktion gemäß **Figur 1** ausbildet. Die Traufen F4 sind zwischen den Ankerpunkten A,B und C bodenveran-

kert, und die Flächenbereiche F1 und F2 entstehen als hangabwärts orientierte, sich aufwärts und geneigt zum Hang und schräggestellt gegenüber über der Zentralachse 100 ausgebildete Flächen. Am unteren Ende ist eine etwa dreieckförmige Fläche F3 ausgebildet, die der in Figur 1 gezeigten Öffnung entspricht.

[0052] Der Innendruck wird durch zwei eingezeichnete Treibladungen 70 erzeugt, die hier am unteren Ende vorgesehen sind. Es können zur Vergleichmäßigung der Innendruckerhöhung auch mehrere solcher Treibleitungen gleichmäßig auf der Bodenfläche verteilt sein. Ausgehend von einem Meßsignal, das ein Meßgeber 80 im Lawinen-Anbruchgebiet gibt, kann eine automatische Auslösung der sich stoßartig errichtenden Lawinenverbauung veranlaßt werden, wenn der Signalwert v_{80} , der die Geschwindigkeit repräsentiert, mit einem Vergleichswert v_0 verglichen wird. Diese Vergleichsmessung zeigt die **Figur 8**.

[0053] Der Aufbau der Lawinenverbauung ist in Seitenansicht aus den Figuren 9 erkennbar. Im Ruhezustand in einer im wesentlichen ausgebreiteten, sich entlang der Hangneigung erstreckenden Gestalt wird ein geknickter oder gefalteter Pylon 13 verwendet, der sich bei Aufrichten durch die Treibladung 70 zu einem durchgehenden Pylon in Figur 9c mit Stützfunktion ausbildet. Die bodenseitigen Traufen sind ähnlich angeordnet wie bei den Figuren 1 und 2, so daß sie hier nicht gesondert beschrieben werden, ebenso ist der bergseitige erste Ankerpunkt A Ausgangspunkt und Haltepunkt für die sich talwärts erstreckenden seitlichen Flächenbereiche F1, F2.

[0054] In fertig aufgerichtetem Zustand veranschaulicht **Figur 10** die Schutzverbauung und das zu schützende Objekt 1. Die Ankerpunkte und der Pylon sind so angeordnet, wie aus Figur 1 ersichtlich, nur daß der Pylon 13 aus zwei mit einem Gelenk versehenen Elementen besteht, welches Gelenk im aufgerichteten Zustand einrasten oder verrasten kann, so daß es geeignet ist, vertikale Tragkräfte zu übernehmen.

[0055] Die Druckstabilität des beschriebenen Aufbaus wird durch eine geschlossene Innenmembran erreicht, die unterhalb des netzartigen Gebildes angeordnet ist und selbiges aufgrund der Druckerhöhung aufrichtet. Die stoßartige Aufrichtbewegung kann innerhalb weniger Sekunden abgeschlossen sein, wenn die Treibladungen ausreichend verteilt und genügend groß ausgebildet sind.

[0056] Die Figuren 11 bis 13 veranschaulichen eine weitere Anwendung der mit elastischer Seilverspannung aufgebauten Schutzkonstruktion, namentlich eine dachartige, elastische Konstruktion mit einem nur schwachen Gefälle, das geeignet ist, sich zu Tal wälzende Volumenmassen über zu schützende linienförmige Objekte wie Straßen, Eisenbahnlinien, Versorgungsstrecken usw. herüberzuleiten, als Ersatz von festen Verbauungen aus Stahl oder Stahlbeton.

[0057] Auf die Beschreibung der Dachkonstruktion hinsichtlich der Figuren 1 und 2 wird explizit verwiesen.

In einer lateralen Aneinanderreihung mehrerer solcher dreieckförmigen Gestaltungen mit einer nur sehr schwachen Erhebung aus der Hangneigung heraus, ergibt sich ein leicht wellenförmiges Dachgebilde in Figur 12, das in Seitenansicht aus Figur 11 ersichtlich ist. Die Dachkonstruktion 90 besteht aus jeweils beabstandeten dreieckförmigen Flächenbereichen 91a, 91b, die jeweils von einem bergseitigen Ankerpunkt A1, A3 ausgehen. Am talseitigen Ende ist eine Randverspannung 93 vorgesehen, die bogenförmiger Natur ist und die sich durchgehend entlang der gesamten Breite der Fläche 90 erstreckt. Jeweils entlang der Achse 100 der dreieckförmigen Flächenbereiche verläuft eine Seilverspannung, die aber nicht am talseitigen Ende verspannt ist, statt dessen sind die beiden Eckpunkte S1, S2 über eine jeweilige Zugverspannung an talseitigen, auf Zug beanspruchbaren Verankerungen angeordnet. Die Träger 10, die im gleichmäßigen Abstand angeordnet sind, bilden so eine abwechselnde Zug/Druck-Fixierung der unteren Kante 93, bezogen auf die zuvor beschriebenen dreieckförmigen Flächengebilde 91a, 91b.

[0058] Zur Ergänzung der dachförmigen Gestalt sind umgekehrte dreieckförmige Flächengebilde in die Zwischenräume eingefügt, die an den Randseilen angefügt sein können, namentlich die keilförmig zur Randkante 93 weisenden Gebilde 91c, 91d. Der dortige jeweilige zentrale Ausgangspunkt als bergseitiger Ankerpunkt A2, A4 liegt etwas tiefer als die zuvor beschriebenen Ankerpunkte A1, A3.

[0059] Die Pylonen 10 sind in der aus **Figur 13** ersichtlichen Gestaltung einer Galerie, die eine Straße 92 überdacht, elastisch ausgebildet, so daß nicht nur die Seilzugkonstruktion, sondern auch die Stützfunktion am talseitigen Ende 93 elastisch nachgiebig ist.

[0060] Nachdem sich in jedem Zugpunkt S1, S2, S3, jeweils zwischen zwei pfostenartigen Trägern 10 ein Tiefpunkt der Bogenstruktur 93 des talseitigen Endes der Galerie ergibt, werden hier jeweils zwei divergierende Seile abgespannt, die in Ankerpunkten S1', S2" verankert sind und jeweils eine über Kreuz angelegte Fortsetzung zum jeweils schräg gegenüberliegenden bergseitigen Ankerpunkt A1, A3 haben.

[0061] Die zu den Figuren 9 beschriebene stoßartige Aufrichtung kann hinsichtlich ihrer geschlossenen Innenmembran mit einer selbständigen Druckausgleichsfunktion gekoppelt sein. Eine längerfristige Aufrechterhaltung des aufrechten Zustandes wird auch über große Temperaturschwankungen sichergestellt, wenn ein Temperatursensor der Innenmembran zugeordnet ist, der den Druck im Innenraum im wesentlichen konstant hält. Alternativ kann auch ein Drucksensor vorgesehen sein, der langsame Druckanstiege kompensiert, beispielsweise durch bekannte Ventile. Bei Impulsbelastungen können die Ventile jedoch gesperrt werden, was auf einen Lawinenfall hindeutet. In einem solchen Fall kann zusätzlich eine begrenzte Treibladung vorgesehen werden, die einen erhöhten Innendruck bereitstellt, der nicht über das vorgesehene Druckaus-

gleichsventil entweichen kann. So bildet sich eine zusätzliche impulsartige Verstärkung, die der Lawinenimpuls-Kraft entgegengesetzt wird. Eine solche impulsförmige Druckerhöhung kann durch eine Treibladung erfolgen, wie im Stand der Technik allgemein bekannt, z.B. bei Airbags von Kraftfahrzeugen. 5

[0062] Dieselbe impulsförmige Druckunterstützung kann bei stationären Schutzverbauungen gemäß Figur 1 oder 2 vorgesehen werden, dann jeweils als Unterstützung der ohnehin vorgesehenen stationären Schutzverbauung. 10

Patentansprüche

1. **Schutzverbauung** zum Schutz eines Objekts (1) und zum Ableiten von sich zu Tal wälzenden Volumenmassen, insbesondere Schnee-, Muren- oder Geröllmassen oder Steinschlag, bei welcher oberhalb des Schutzobjektes (1) ein erster Ankerpunkt (A) vorgesehen ist, von dem ausgehend zumindest einer, vorzugsweise zwei sich erhebende nachgiebige Flächenbereiche (F1,F2) sich unter Verlängerung und Verbreiterung zu Tal gerichtet erstrecken. 15 20
2. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei dem zwei Flächenbereiche Oberkanten (21,20) aufweisen, die eine schwächere Neigung als die mittlere Hangneigung (n) besitzen. 25
3. Schutzverbauung nach Anspruch 2, bei der die Oberkanten (20,21) der zwei Flächenbereiche (F1,F2) von dem Ankerpunkte (A) ausgehend sich zunehmend mehr beabstanden, um eine Satteldachform (F0) auszubilden, welche Form zwischen den Oberkanten (20,21) einen sich anfänglich dreieckförmig erstreckenden Dachabschnitt ausbildet, der in die genannten Flächenbereiche (F1,F2) abfallend überleitet. 30 35
4. Schutzverbauung nach Anspruch 3, bei der von einem Bereich maximaler Breite (f0) des Dachabschnittes (F0) sich der Abstand der Oberkanten (20,21) der Flächenbereiche (F1,F2) erneut reduziert, zulaufend auf einen Endpunkt (E), an dem die Flächenbereiche talseitig über einen Standfuß (1) zu seinem Fußpunkt (D) hin abgestützt sind. 40 45
5. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei welcher der zumindest eine Flächenbereich (F1,F2) zumindest bereichsweise kachelartig mit - insbesondere elastischen - reißfesten Materialplatten belegt sind (m1,m2,...,m10), insbesondere aus einem textilen Werkstoff, dessen Außenseite gleitbeschichtet ist. 50 55
6. Schutzverbauung nach Anspruch 5, bei welcher die Materialplatten eben oder selbst in zumindest einer ihrer Orientierungsrichtungen gekrümmt verlaufen.
7. Schutzverbauung nach Anspruch 5, bei welcher die reißfesten Materialplatten austauschbar, insbesondere (leicht) lösbar in den Flächenbereichen (F1,F2) angeordnet sind.
8. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei der zwei Flächenbereiche (F1,F2) ausgehend vom Ankerpunkt (A) ein hangabwärts sich keilförmig erstreckendes (q) und vom Hang sich talwärts zunehmend erhöhendes (h) hohles Gebilde ergeben.
9. Schutzverbauung nach Anspruch 8, bei welcher die Flächenbereiche eben oder in Gestalt einer Parabel gekrümmt verlaufen.
10. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei welcher der zumindest eine Flächenbereich (F1,F2) einen netzartigen (50,40,30) Anteil aufweist, insbesondere aus Stahlseilen.
11. Schutzverbauung nach Anspruch 1, die bei zwei Flächenbereichen (F1,F2) in ihrer Breite (q) senkrecht zur Talrichtung größer ist, als die Projektion ihrer Länge in Talrichtung auf eine horizontale Ebene (l).
12. Schutzverbauung nach Anspruch 11 oder 1, die sich über die Hangebene in ihrem Endbereich in einer Höhe (h) erhebt, die geringer ist, als die Länge der zwei seitlichen Flächenbereiche (F1,F2) in Talrichtung und/oder die Breite (q) senkrecht zur Talrichtung.
13. Schutzverbauung nach Anspruch 1, wobei das Ende des zumindest einen sich talwärts erstreckenden Flächenbereiches (F1,F2) vor dem Schutzobjekt (1) liegt, insbesondere so, daß das Schutzobjekt (1) bei einem Volumenstrom auf den zumindest einen Flächenbereich im Stromschatten der Schutzverbauung plaziert ist.
14. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei dem die talseitigen Ränder (40,30) von zwei seitlichen Flächenbereichen (F1,F2) - bergwärts geblickt - einen Öffnungswinkel von zwischen 50° bis 120°, insbesondere etwa 90° haben.
15. Schutzverbauung nach Anspruch 1, wobei der Ablenkwinkel des zumindest einen seitlichen Flächenbereiches (F1,F2) größer als 30° gegenüber der Talrichtung (100) ist, insbesondere die von zwei Flächenbereichen bedeckte Bodenfläche in Aufsicht der Schutzverbauung ein im wesentlichen gleichschenkliges Dreieck bildet.
16. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei dem im Bereich des Zusammentreffens der oberen Ränder (21,20) von zwei Flächenbereichen (F1,F2) ein

Hauptseilbündel verläuft, das ausgehend vom Ankerpunkt (A) über einen talseitigen Endpunkt (E) der Flächenbereiche (F1,F2) verläuft und dort an zumindest einem nach rückwärts am Hang abgestützten (D) Träger (10) umgelenkt wird (22,23), um an talseitig beabstandeten weiteren Ankerpunkten (B',C') zu enden, insbesondere im Zuge des Verlaufes der oberen Ränder zumindest ein weiterer pfo-

17. Schutzverbauung nach Anspruch 10 oder 5, bei dem in den Flächenbereichen (F1,F2) Knotenpunkte gebildet sind, um zwischen jeweils vier benachbarten Knotenpunkten ein Membransegment (m1,m2,m3...) anzuordnen, das für die Volumenmassen in einer Richtung senkrecht zum Membransegment undurchlässig, aber in einer Richtung in etwa parallel zum Membransegment insbesondere gleitend ableitend ausgebildet ist.
18. Schutzverbauung nach Anspruch 1, die unter den seitlichen Flächenbereichen (F1,F2) hohl bzw. nicht massiv ausgebildet ist, insbesondere durch eine innenliegende, geschlossene und verspannte Innenmembran zur Bildung eines Druckkissens aktiv gestützt ist.
19. Schutzverbauung nach Anspruch 18, die ein selbsttätiges Druckausgleichselement aufweist, insbesondere in Ventilform.
20. Schutzverbauung nach Anspruch 19, wobei der Druckausgleich temperaturgesteuert ist.
21. Schutzverbauung nach Anspruch 19, wobei der Druckausgleich bei Impulsbelastung des Kissens im wesentlichen funktionslos ist, um eine Druckerhöhung zu erlauben, die der Impulsbelastung eine anwachsende Impulsgegenkraft entgegensetzt.
22. Schutzverbauung nach Anspruch 18, wobei der Druck im Druckkissen pulsartig vergrößerbar ist, wenn eine Impulsbelastung von einem dem Druckkissen zugeordneten Drucksensor erfaßt wird.
23. Schutzverbauung nach Anspruch 19, wobei der Druckausgleich langsame Druckänderungen im wesentlichen kompensiert.
24. Schutzverbauung nach Anspruch 1, die eine Schwingungseinrichtung enthält, mit welcher der zumindest eine Flächenbereich (F1,F2) in eine Eigenschwingung versetzbar ist, um Ablagerungen der Volumenmassen auf den Seitenflächen zu lösen, wobei die Einrichtung insbesondere an der Spitze (E) eines am talseitigen Ende der Flächenbereiche angeordneten pfo-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

25. Schutzverbauung nach Anspruch 1, wobei der zumindest eine Flächenbereich am zum Hang zeigenden unteren Rand (24,25) über größere Längenabschnitte einen deutlichen Abstand (60,61) zur Hangfläche besitzt, insbesondere bogenförmig ausgebildete Abstandssegmente, um Geröll unbehindert passieren zu lassen, ohne daß sich Lawinengefahr einstellt.
26. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei welcher der zumindest eine seitliche Flächenbereich (F1,F2) elastisch nachgiebig ausgebildet ist.
27. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei welcher der zumindest eine Flächenbereich (F1,F2) im nicht von Volumenmassen belasteten Zustand (schwach) zum Hang gekrümmt verläuft.
28. Schutzverbauung nach Anspruch 1 oder 27, bei welcher der zumindest eine Flächenbereich (F1,F2) entlang seiner Erstreckung zu Tal (schwach) gekrümmt verläuft.
29. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei der zumindest ein Druckaufbauelement (70) zwei Flächenbereiche (F1,F2) aus einem im wesentlichen flächig ausgebreiteten Zustand stoßartig in einen aufgerichteten Zustand überführt.
30. Schutzverbauung nach Anspruch 29, bei der ein Sensor (80) oberhalb der Schutzverbauung angeordnet ist, um ein Signal (v_{80}) abzugeben, das kennzeichnend für einen beginnenden Volumenstrom ist, und das Signal das Druckaufbauelement (70) ansteuert, insbesondere auslöst.
31. Schutzverbauung nach Anspruch 1, bei welcher die Flächenbereiche (F1,F2) im wesentlichen flach verlaufen, sich von der Hangneigung erheben, im wesentlichen geschlossen und elastisch nachgiebig ausgebildet sind.
32. Schutzverbauung nach Anspruch 31, wobei mehrere Paare von Flächenbereichen (91a,91b) aneinandergereiht sind, zur Ausbildung eines sich über eine größere Breite erstreckenden Dachs (90), zum Ableiten von Volumenmassen über ein linienförmiges, sich quer zum Hang erstreckendes Objekt (92) hinweg.
33. Verfahren zum Schutz vor sich zu Tal wälzenden Volumenmassen in Hanglagen mit talwärts orientierten Gebieten, dadurch gekennzeichnet, daß die Volumenmasse seitlich elastisch nachgiebig verdrängt wird, aber weiterfließt.
34. Verfahren nach Anspruch 33, bei dem unter Einwirkung der strömenden Volumenmasse zumindest

ein seitlich divergierender Flächenbereich (F1,F2) zunächst elastisch nachgibt, bevor der durch die Elastizität aufgebaute Gegendruck so groß wird, daß die entstehenden, insbesondere zwei aufgeteilten Lawinenarme unblockiert - aber abgelenkt - weiter talwärts strömen. 5

35. Verfahren nach Anspruch 33, bei dem die Lawinenarme an divergierenden (q) und in Höhenrichtung (h) talwärts geneigten Flächenbereichen (F1,F2) seitlich verdrängt werden. 10
36. Verfahren nach Anspruch 33, bei dem eine strömende Volumenmasse in zweiseitig verdrängte Arme gespalten wird, die jeweils weiterfließen. 15
37. **Verfahren** zum gesteuerten Ableiten oder Sperren von Lawinen oder vergleichbaren Volumenbewegungen in geneigt talwärts orientierten Gebieten, wobei zumindest ein, vorzugsweise zwei seitlich divergierende, im wesentlichen geschlossene Flächenbereiche (F1,F2) Netzstrukturen aufweisen und durch eine elastische Längung von die Netzstrukturen bildenden Seilen, Tauen oder Zugstäbe (20,21,24,25; 36,46;50,51) die von der Volumenbewegung aufgebrachten Druckkräfte zumindest teilweise aufgenommen und in eine sich stärker ausbildende Wölbung zumindest eines der Flächenbereiche (F1,F2) umgesetzt wird, zur Ausbildung einer zumindest einseitigen pflugscharartigen Form des die Volumenbewegung gesteuert ableitenden Flächenbereiches (F1,F2). 20 25 30

35

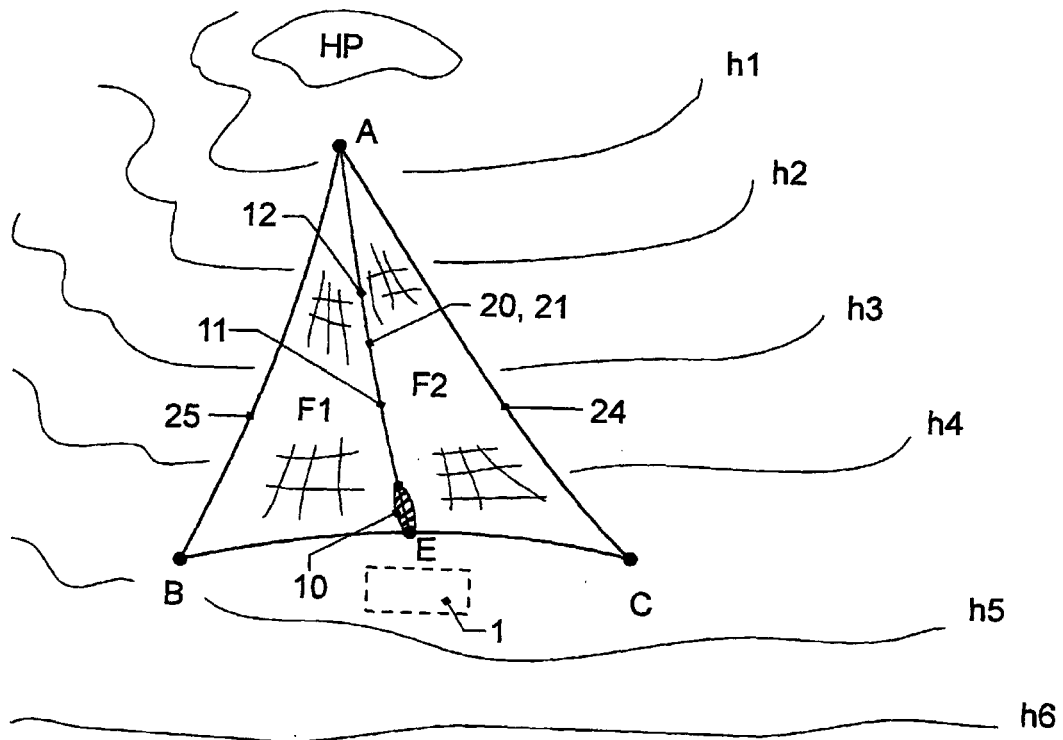
40

45

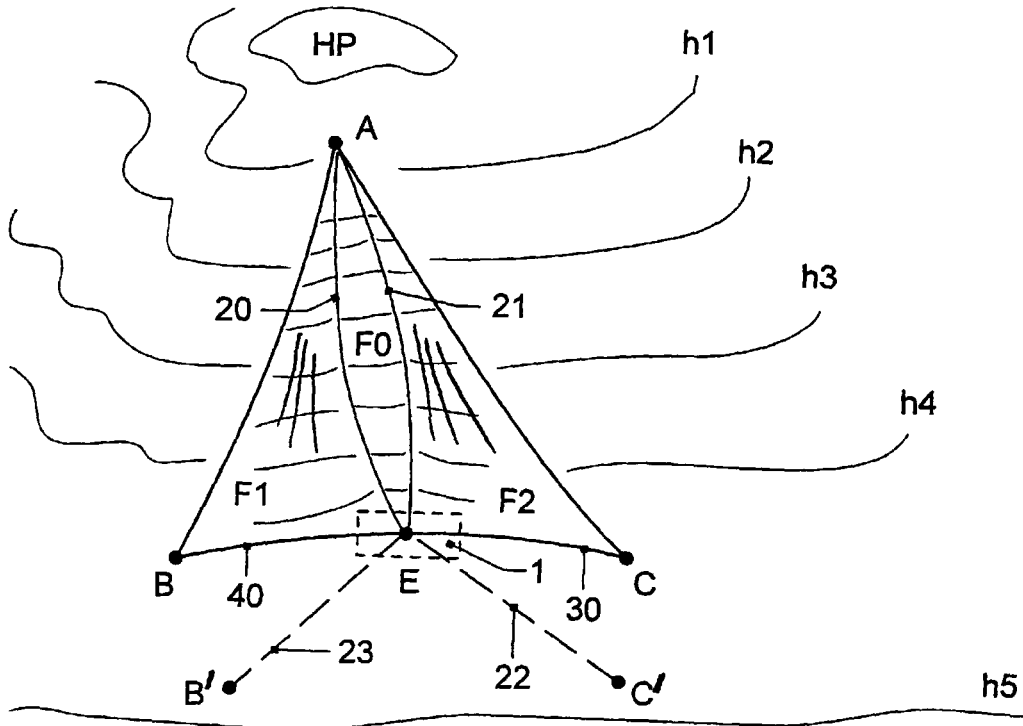
50

55

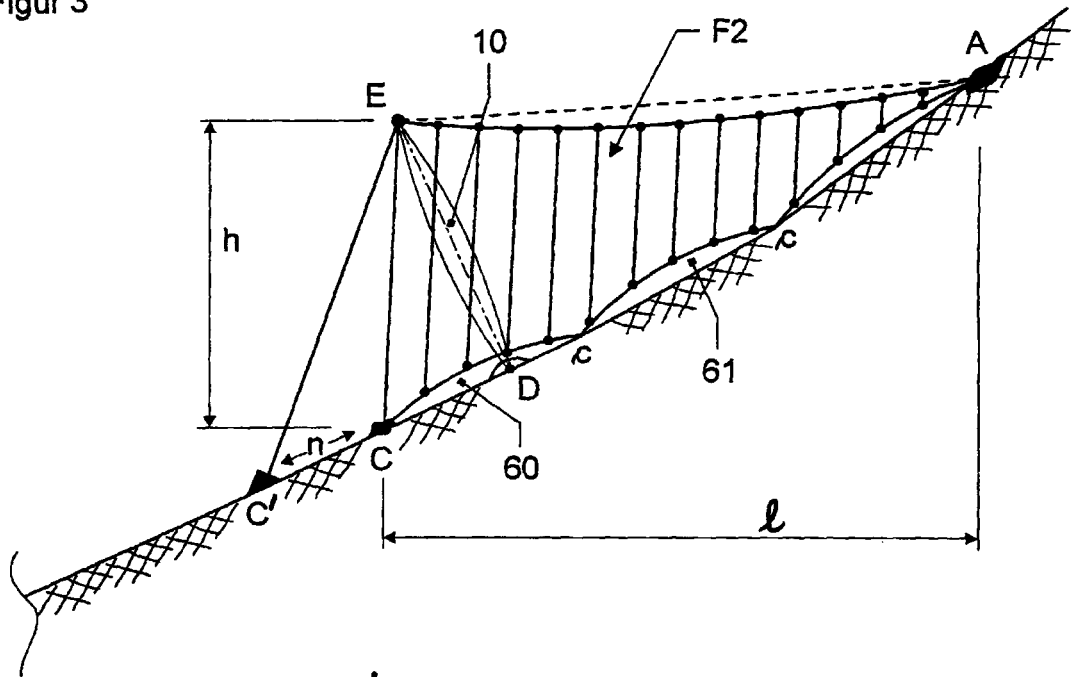
Figur 1



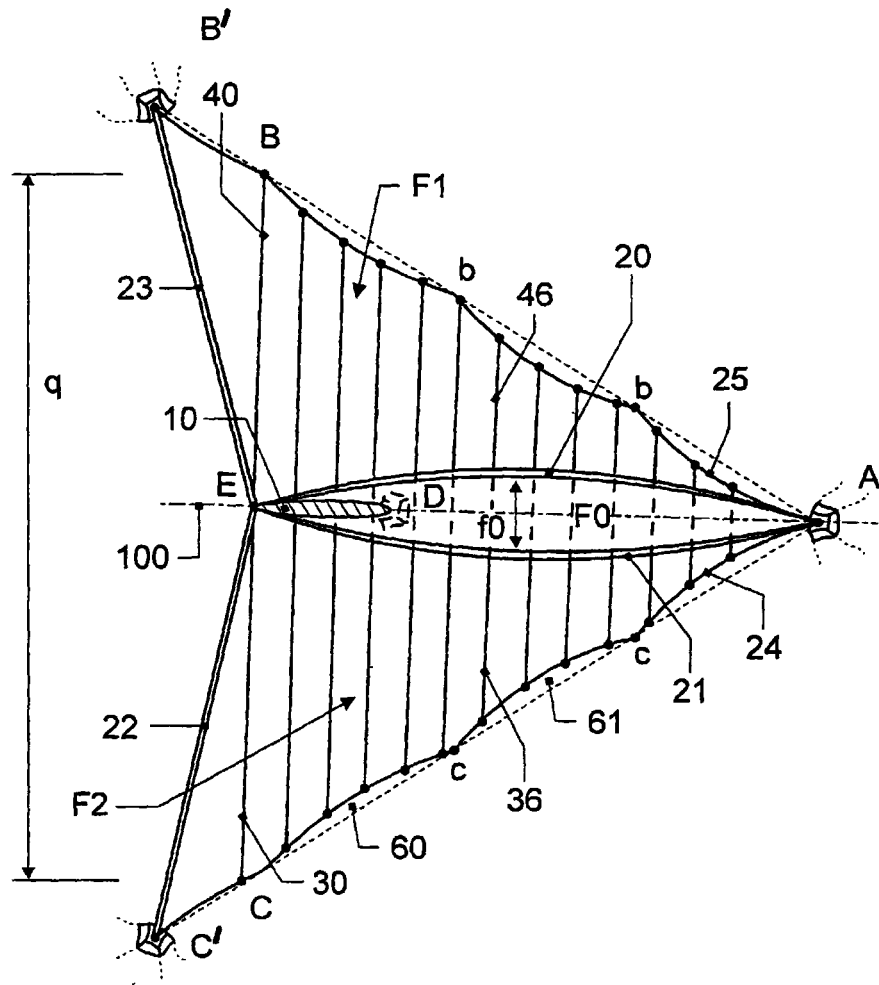
Figur 2



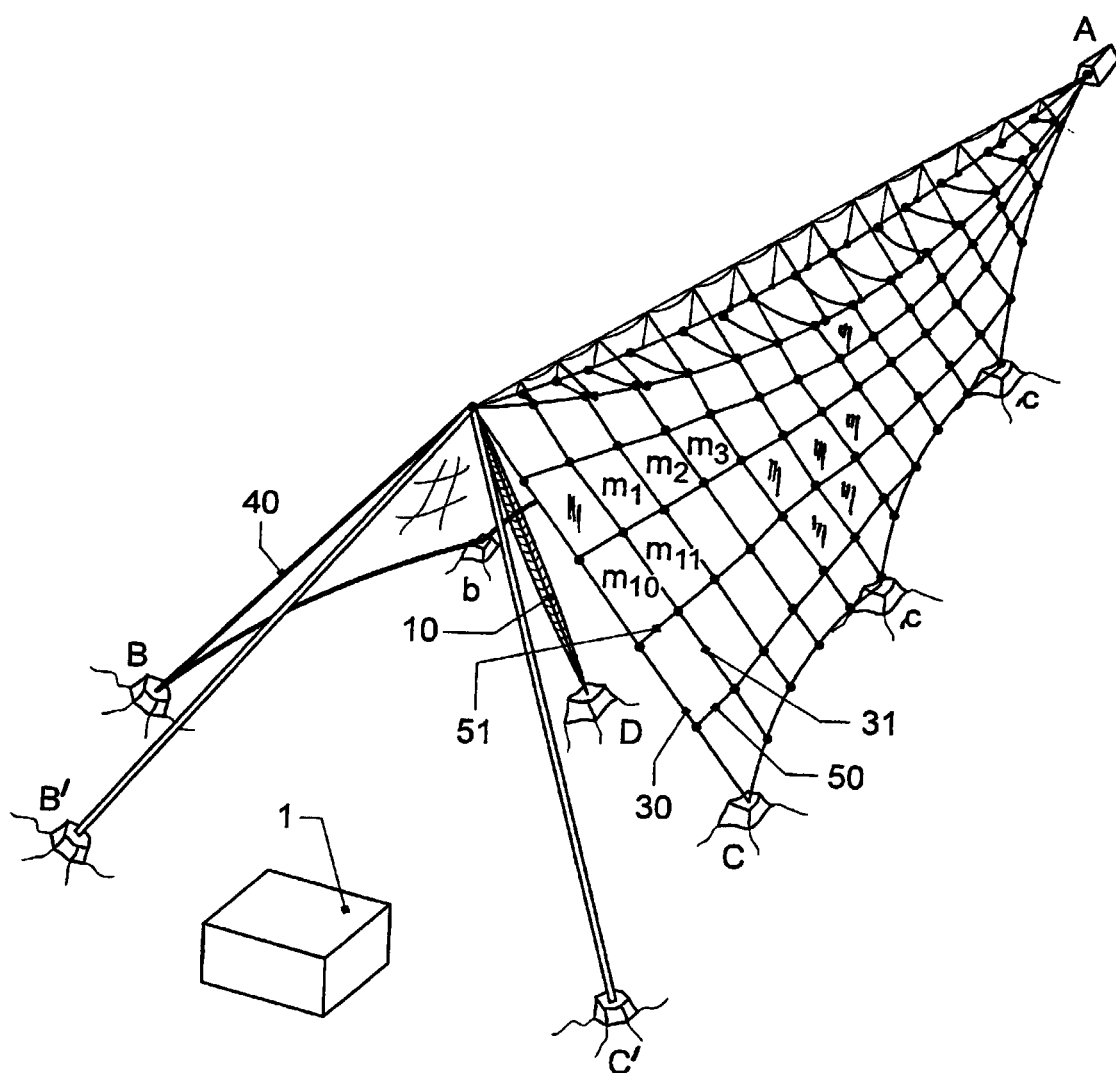
Figur 3



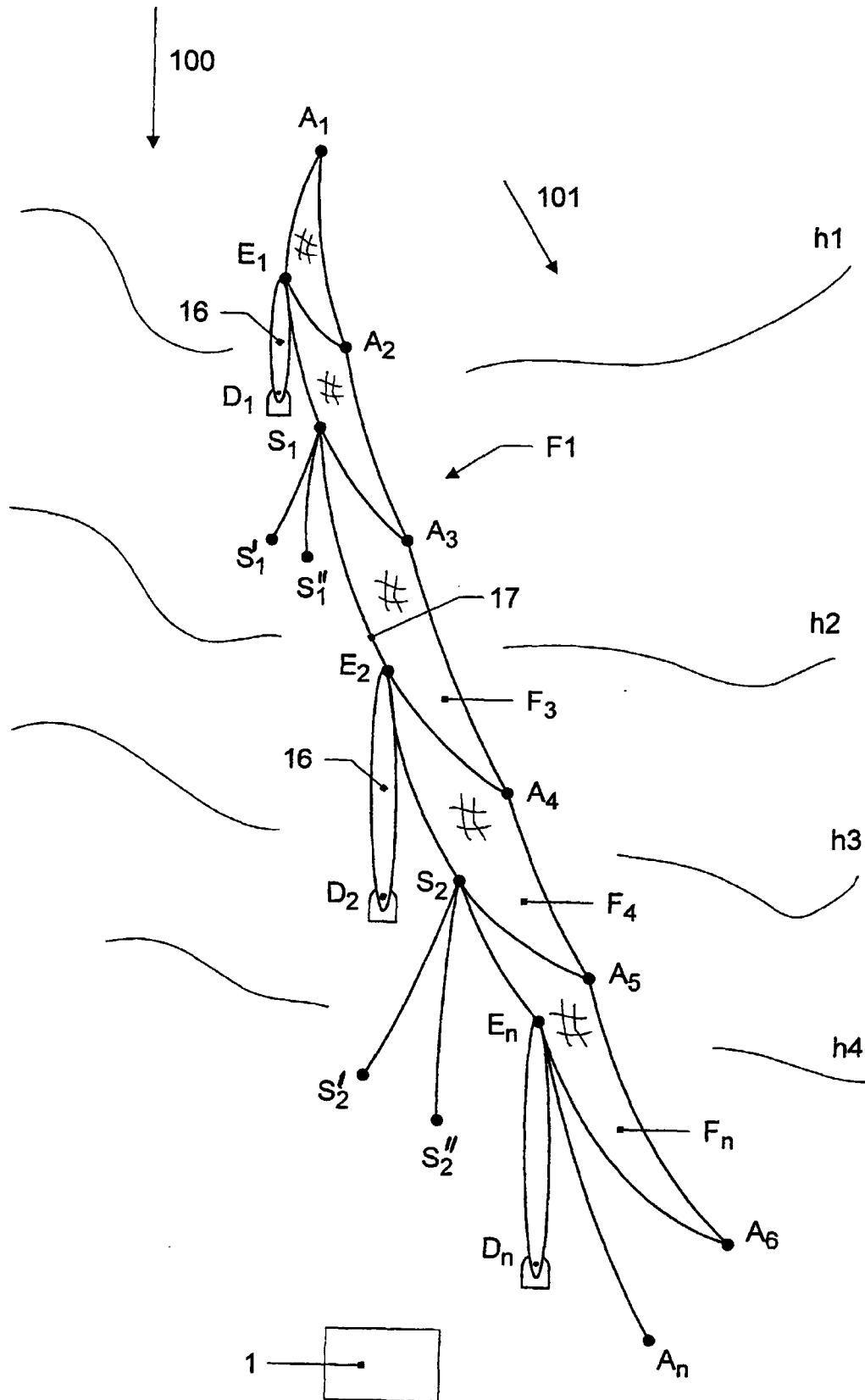
Figur 4



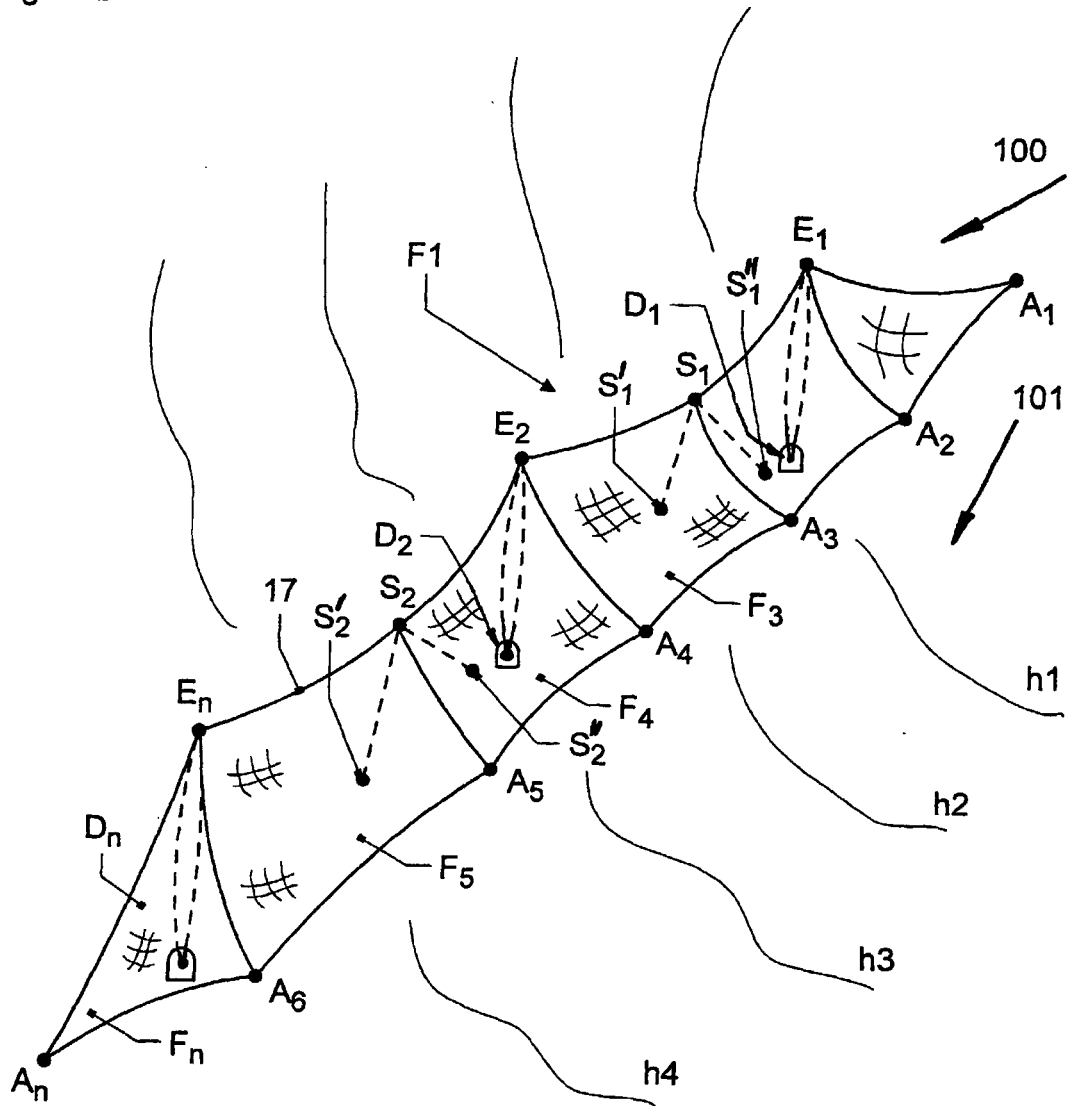
Figur 5



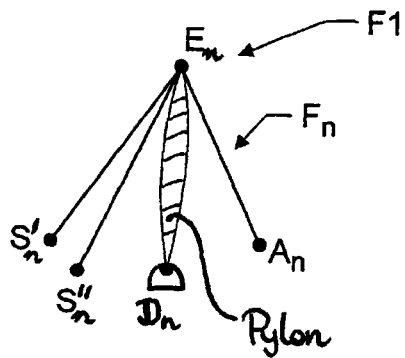
Figur 5a



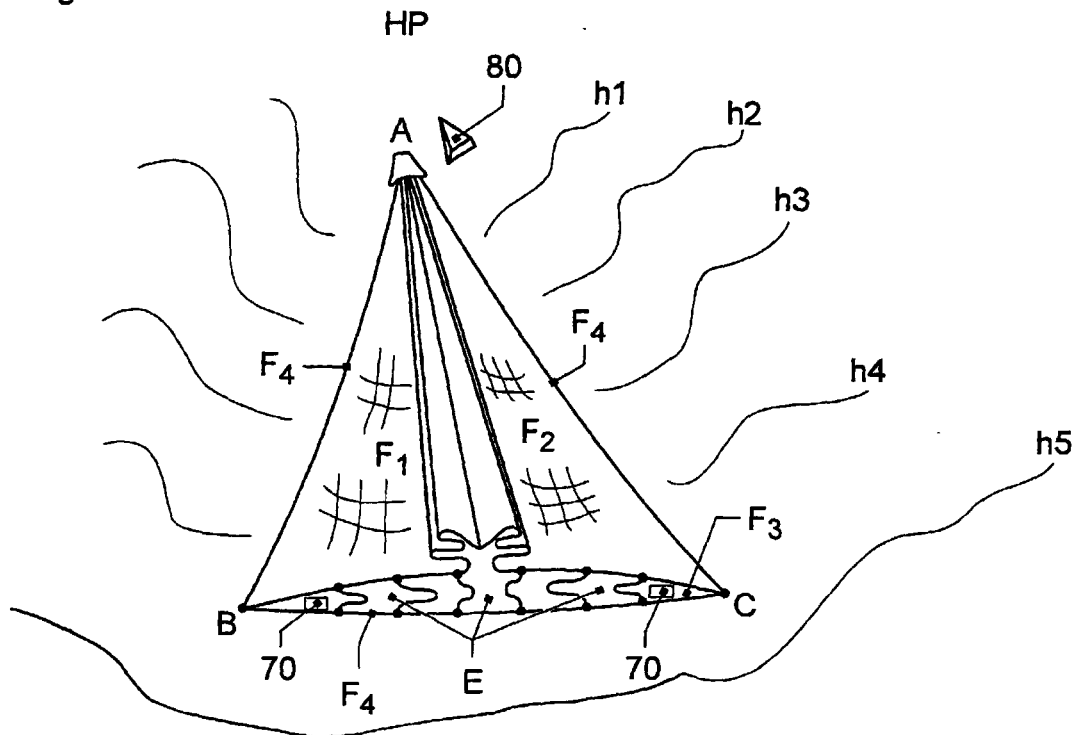
Figur 5b



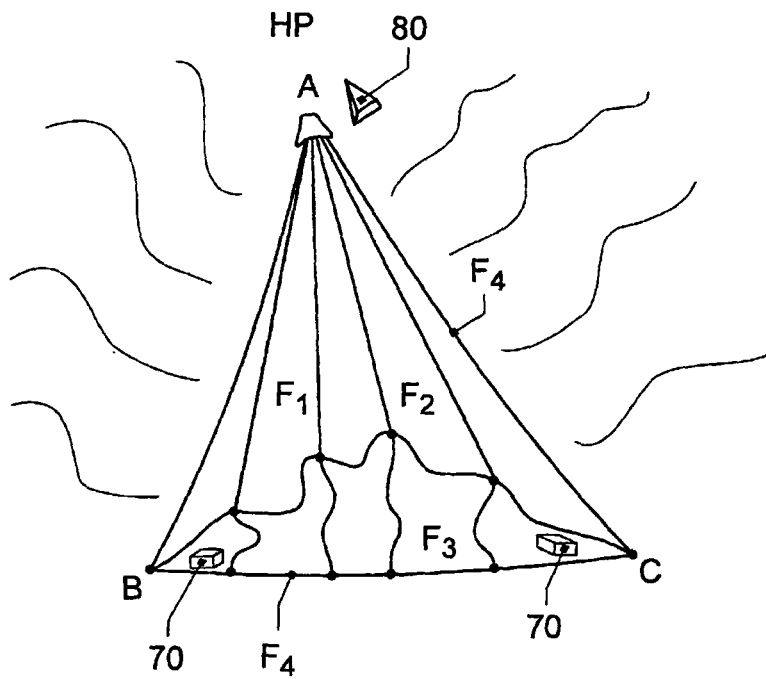
Figur 5c



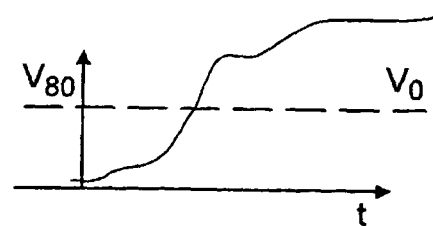
Figur 6



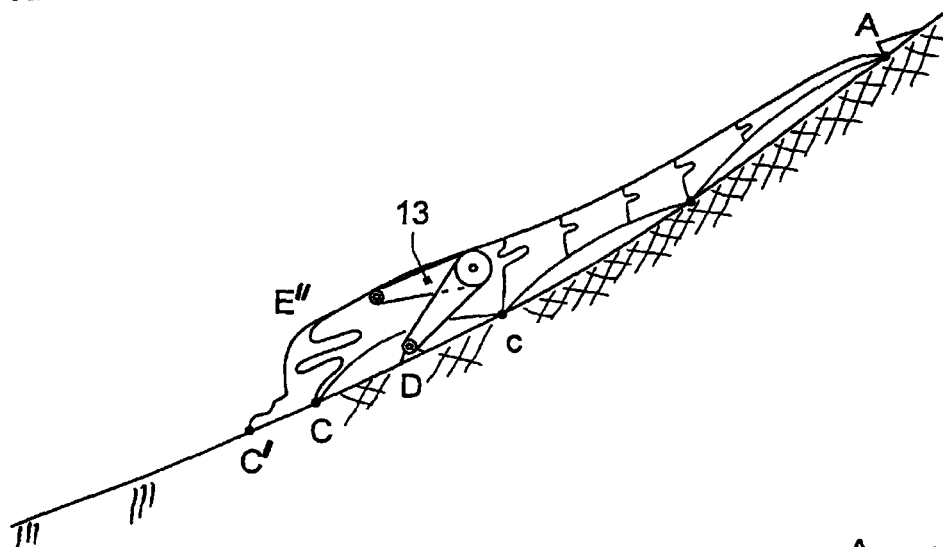
Figur 7



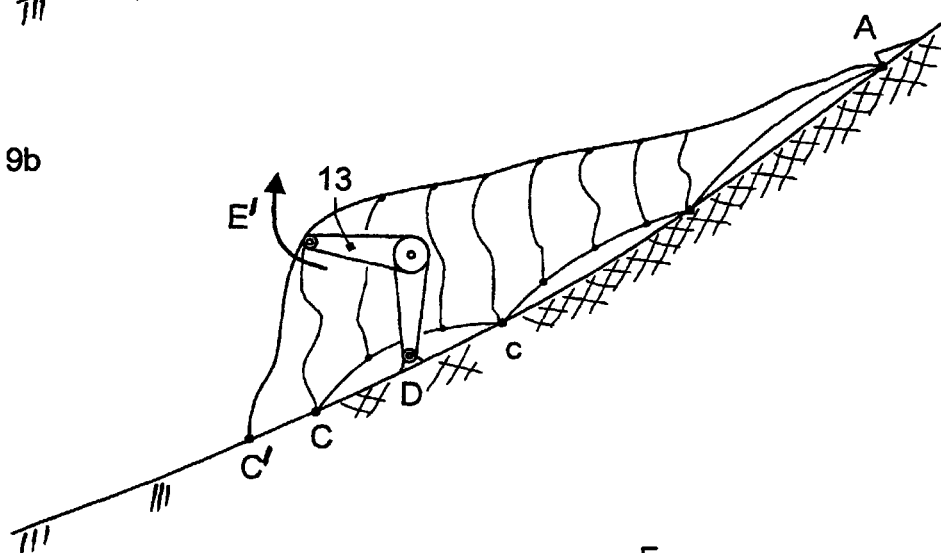
Figur 8



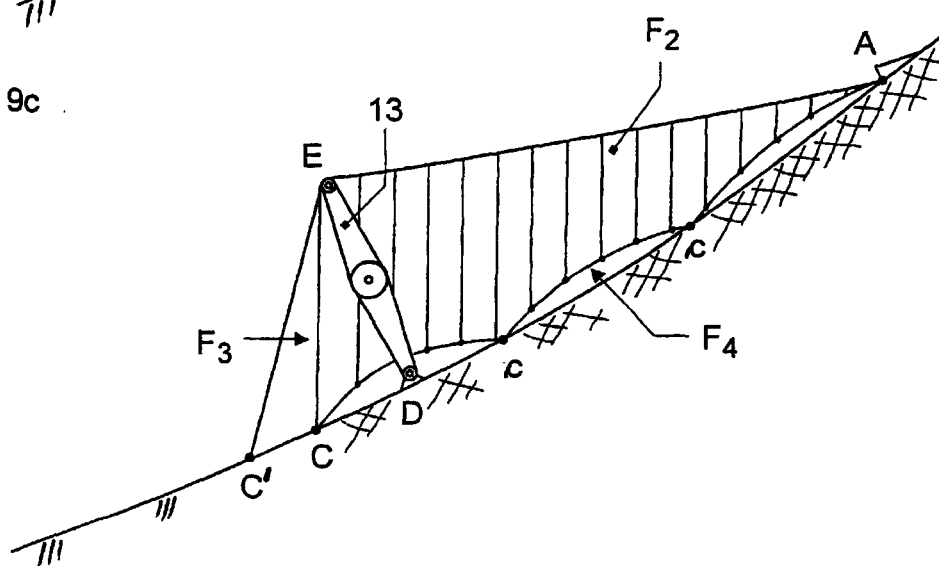
Figur 9a



Figur 9b



Figur 9c



Figur 10

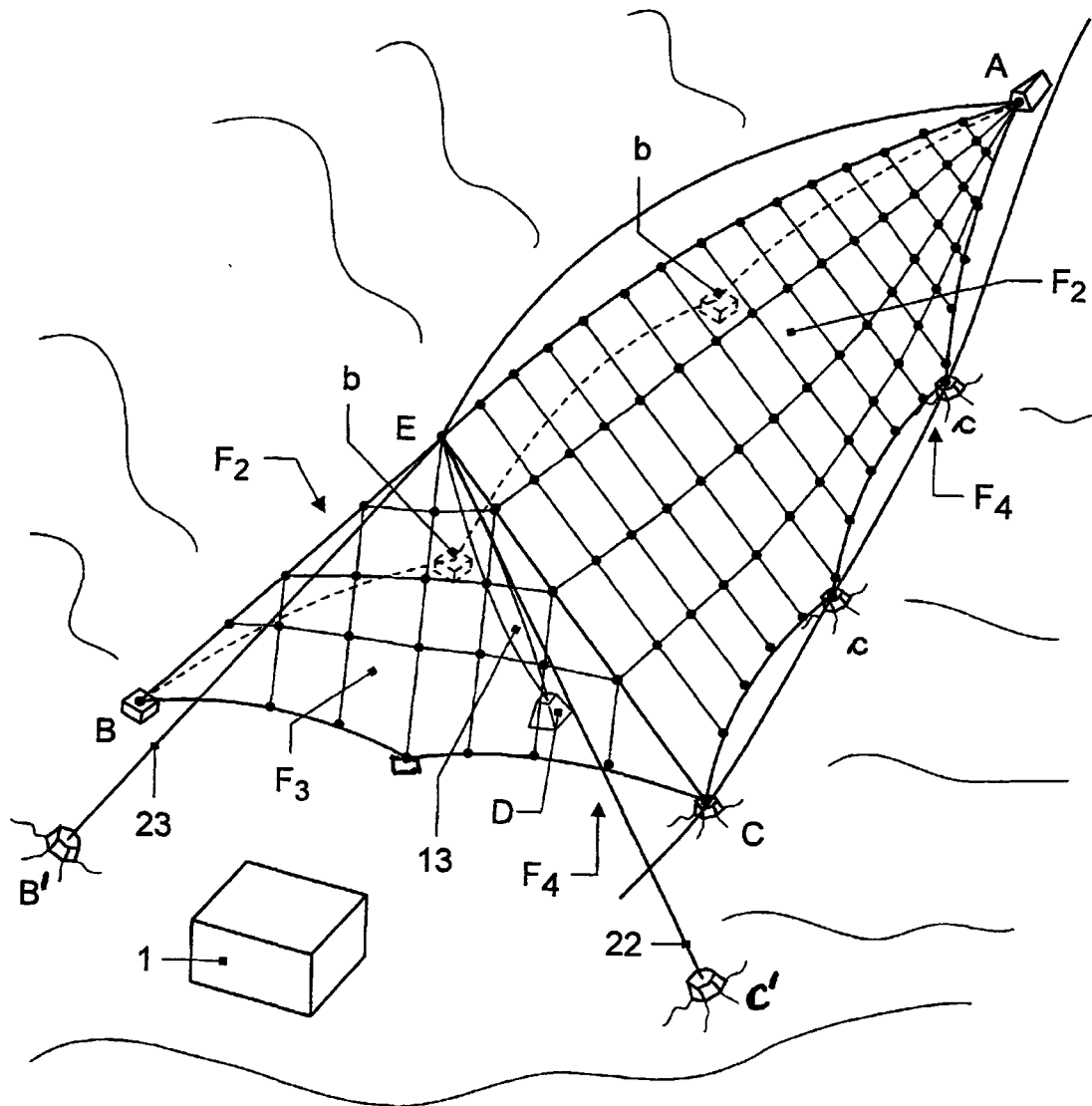


Figure 11

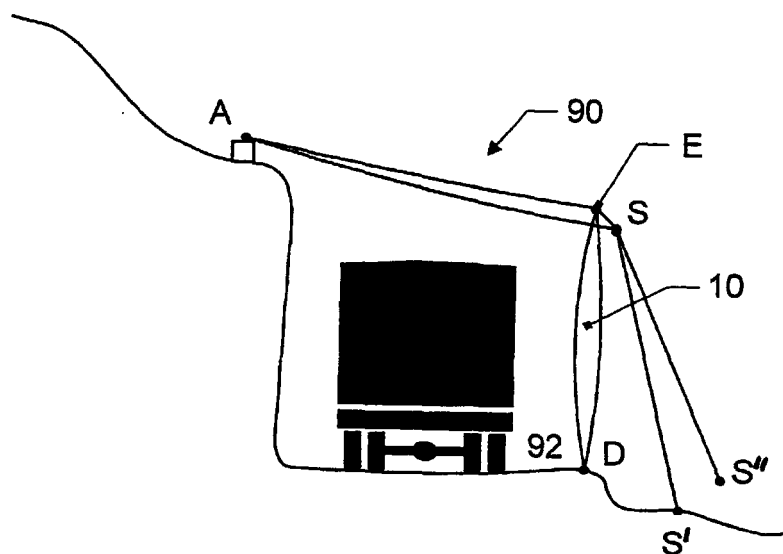
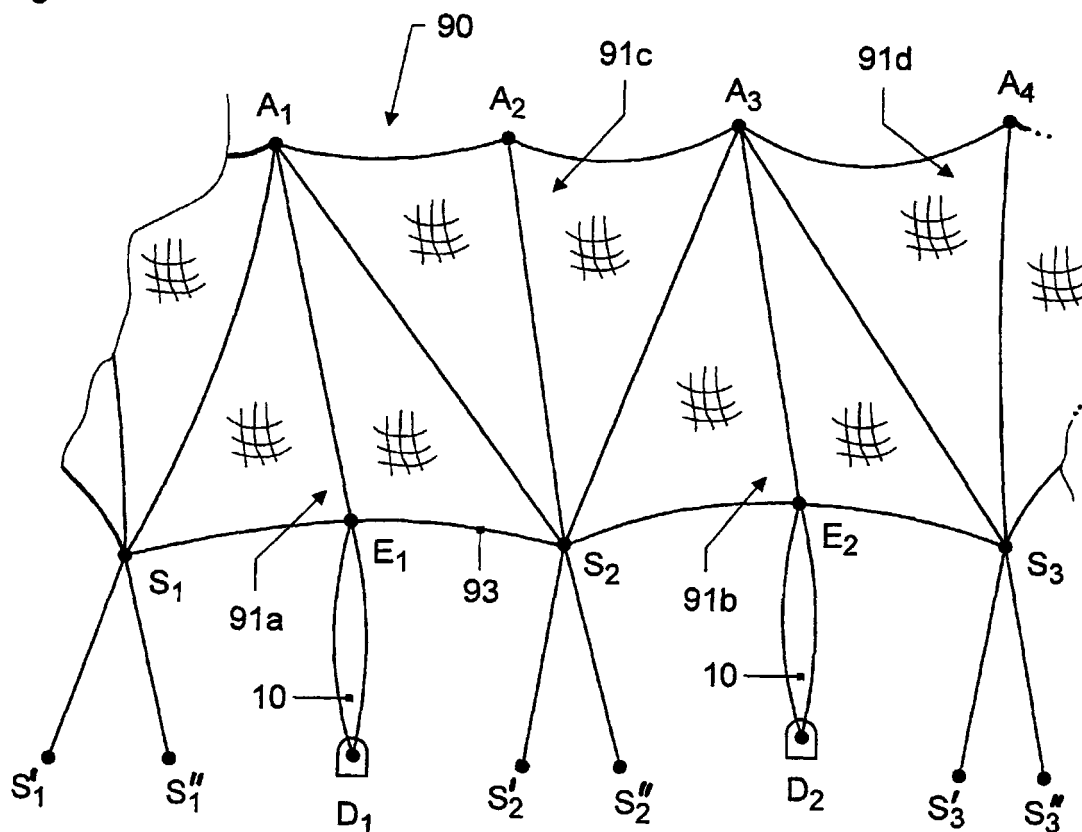


Figure 12



Figur 13

