



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901782997
Data Deposito	12/11/2009
Data Pubblicazione	12/05/2011

Classifiche IPC

Titolo

DISPOSITIVO DI SICUREZZA ANTINCENDIO PER IMPIANTI A PANNELLI FOTOVOLTAICI
--

DISPOSITIVO DI SICUREZZA ANTINCENDIO PER IMPIANTI A PANNELLI FOTOVOLTAICI

DESCRIZIONE

Il presente trovato ha per oggetto un dispositivo di sicurezza antincendio per impianti a pannelli fotovoltaici.

Oggigiorno la diffusione degli impianti a pannelli fotovoltaici è sempre maggiore ed in continua crescita.

Con impianto a pannelli fotovoltaici si intende una pluralità di pannelli fotovoltaici disposti in serie a definire cosiddette stringhe, le quali stringhe sono poste in parallelo e connesse ad un inverter per la conversione della tensione continua in alternata.

Gli impianti ad oggi maggiormente diffusi presentano stringhe di pannelli fotovoltaici capaci di generare tra i 300 e i 1000 Volt in corrente continua ai capi dell'inverter, tensione che è sempre presente quando i pannelli sono sottoposti ad irraggiamento solare.

Le stringhe possono presentarsi con un polo messo a terra, oppure isolate da terra.

Ad oggi, gli impianti di pannelli fotovoltaici non

sono attrezzati per ovviare ad inconvenienti legati a situazioni di incendio di uno o più pannelli.

La più probabile causa di combustione in riferimento agli impianti fotovoltaici, è l'arco elettrico.

Ogni pannello reca moltissimi contatti, ed il distacco di un qualsiasi contatto può provocare, tramite una scintilla, un arco elettrico.

Dal momento che la tensione ai capi di un pannello e di una stringa di pannelli è determinata dall'irraggiamento solare, ad oggi non sono noti mezzi e metodi per interrompere un arco elettrico che si formi tra due punti di un pannello fotovoltaico e di due vicini pannelli.

In corrente alternata di solito l'arco si interrompe immediatamente per intervento degli appositi dispositivi di protezione che sfruttano il passaggio per lo zero della corrente, ma in corrente continua, situazione tipica di un pannello fotovoltaico, l'inconveniente può prolungarsi anche per ore.

Recentemente, con l'aumentata diffusione degli impianti fotovoltaici, si sono registrati diversi

casi di segnalazioni di danni da arco elettrico, in quanto è molto probabile che il perdurare di un arco elettrico determini l'incendio del pannello stesso o l'innescò di un incendio sulla copertura dello stabile portante i pannelli.

A prescindere dal fatto che l'incendio sia stato innescato da un pannello fotovoltaico oppure no, la collocazione di un impianto sul tetto di un edificio o di un capannone costituisce comunque un potenziale enorme pericolo in caso d'incendio, perché non essendo possibile metter fuori tensione i pannelli, e rivelandosi probabile che le fiamme provochino danni all'isolamento, gli operatori addetti allo spegnimento del rogo sono costantemente sottoposti ad un grosso rischio. Infatti, entrare accidentalmente a contatto con una parte di una stringa di pannelli fotovoltaici che ha subito di questi danni può comportare la folgorazione.

Anche le operazioni di spegnimento delle fiamme sono pericolose, perché il getto d'acqua potrebbe chiudere il circuito nel caso di stringa con un polo a terra, e la corrente potrebbe scaricarsi sulle mani del vigile del fuoco che indossasse

abiti inzuppati, stando su un pavimento bagnato, scenario tutt'altro che inverosimile nel corso dello spegnimento di un incendio.

In considerazione della presenza di una fonte di tensione incontrollabile, se nell'incendio non sono in pericolo vite umane, i vigili del fuoco si limitano generalmente a proteggere l'ambiente circostante e a contenere l'incendio all'impianto fotovoltaico e all'eventuale stabile che lo porta, piuttosto che arrischiare la propria incolumità.

Con i valori di tensione e corrente caratteristici degli attuali impianti fotovoltaici, il fattore di maggiore pericolosità è l'intensità della corrente elettrica, associata alla tensione di stringa maggiore di 120 VDC, oltre alla durata dell'esposizione

Tipicamente un singolo pannello fotovoltaico può generare se esposto ad irraggiamento, circa 30 Volt di tensione con un massimo di 8 Ampere di corrente.

Per una corrente continua i valori di intensità superiori ai 300 milliAmpere per tensioni superiori ai 120 VDC sono considerati rischiosi per la vita umana; con una stringa di pannelli si

raggiunge tipicamente una tensione di circa 700 Volt per una potenza erogata di 4000 Watt; una simile stringa è attraversata da una corrente di intensità sicuramente superiore a 0,3 Ampere.

Che in simili condizioni un vigile del fuoco possa essere folgorato tramite contatto da getto d'acqua è possibile, e soprattutto è inevitabile che vigili del fuoco impegnati in operazioni antincendio di salvataggio siano costretti ad aggirarsi nei pressi di un generatore fotovoltaico o di cavi attraversati da corrente continua.

In simili casi il rischio di scariche elettriche pericolose o addirittura letali per i componenti delle squadre di soccorso non è solo teorico.

Nei casi oggi noti di combustione di pannelli fotovoltaici, le operazioni di spegnimento di tali situazioni d'incendio hanno visto l'impiego di getti d'acqua polverizzata o getti di schiuma ma in entrambi i casi la soluzione non si è rivelata efficace, in quanto le aree considerate sono troppo estese.

Anche l'utilizzo della schiuma per la creazione di una cosiddetta "notte artificiale", per interrompere la generazione di tensione ai capi

dei pannelli, non ha sortito gli effetti sperati, in quanto tale schiuma in breve tempo è scivolata via dai pannelli inclinati.

La pericolosità data dai pannelli fotovoltaici in caso di incendio è sempre più sentita come un problema a cui porre rimedio, sia per tutelare la salute di coloro che intervengono a domare un eventuale incendio, sia per salvaguardare gli stabili e i siti ove tali impianti fotovoltaici siano installati.

Il compito del presente trovato è quello di realizzare un dispositivo di sicurezza antincendio per impianti di pannelli fotovoltaici capace di ovviare alle problematiche sopracitate.

Nell'ambito di tale compito, uno scopo del trovato è quello di mettere a punto un dispositivo di sicurezza capace di isolare elettricamente i pannelli o le stringhe di pannelli in modo che l'impianto fotovoltaico non presenti, in caso di incendio o di manutenzione, parti in tensione o attraversate da correnti letali per un essere umano.

Un altro scopo del trovato è quello di mettere a punto un dispositivo di sicurezza facilmente

installabile mediante semplici modifiche alla portata di qualsiasi tecnico del settore anche a impianti già installati.

Non ultimo scopo del trovato è quello di proporre un dispositivo di sicurezza antincendio per impianti a pannelli fotovoltaici, producibile con tecnologie di tipo noto.

Questo compito, nonchè questi ed altri scopi che meglio appariranno in seguito, sono raggiunti da un dispositivo di sicurezza antincendio per impianti a pannelli fotovoltaici, che si caratterizza per il fatto di comprendere un corpo di contenimento per un interruttore elettrico, interposto tra contatti elettrici ciascuno associato ad una estremità di un cavo elettrico, detto interruttore essendo mantenuto in un predeterminato assetto iniziale da una parte da un elemento di spinta, e dalla parte opposta da un elemento elastico di contropinta, compresso, detto elemento di spinta essendo a sua volta tenuto in posizione da un elemento termosensibile preposto a cedere in presenza di una predeterminata temperatura ambientale.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del trovato

risulteranno maggiormente dalla descrizione di quattro forme di esecuzione preferite, ma non esclusive, del dispositivo di secondo il trovato, illustrate, a titolo indicativo e non limitativo, negli uniti disegni, in cui:

- la figura 1 illustra una vista prospettica del dispositivo secondo il trovato in una sua prima forma realizzativa;
- la figura 2 rappresenta una sezione prospettica del dispositivo di figura 1, in un primo assetto ad interruttore chiuso;
- la figura 3 rappresenta una vista frontale in sezione del dispositivo nella sua prima forma realizzativa, in un secondo assetto ad interruttore aperto;
- la figura 4 rappresenta una vista frontale in sezione di un dispositivo secondo il trovato in una sua seconda forma realizzativa, in un primo assetto ad interruttore aperto;
- la figura 5 rappresenta una vista frontale in sezione di un dispositivo secondo il trovato in una sua seconda forma realizzativa, in un secondo assetto ad interruttore chiuso;
- la figura 6 rappresenta una vista frontale in

sezione di un dispositivo secondo il trovato in una sua terza forma realizzativa, in un primo assetto ad interruttore non operativo;

- la figura 7 rappresenta una vista frontale in sezione di un dispositivo secondo il trovato in nella sua terza forma realizzativa, in un secondo assetto ad interruttore operativo;

- la figura 8 rappresenta una vista frontale in sezione di un dispositivo secondo il trovato in una sua quarta forma realizzativa;

- la figura 9 rappresenta un primo esempio di applicazione del dispositivo secondo il trovato;

- la figura 10 rappresenta un secondo esempio di applicazione del dispositivo secondo il trovato.

Con riferimento alle figure citate, un dispositivo di sicurezza antincendio per impianti a pannelli fotovoltaici secondo il trovato è indicato complessivamente, nella sua prima forma realizzativa, con il numero 10.

Tale dispositivo 10 comprende un corpo 11 di contenimento per un interruttore elettrico 12 che in tale prima forma realizzativa del trovato, prevede un predeterminato assetto iniziale normalmente chiuso.

Tale interruttore 12 è interposto tra due contatti elettrici 13 e 14, ciascuno dei quali associato ad una estremità di un cavo elettrico, rispettivamente 15 e 16.

Tale interruttore 12 è mantenuto nel suo assetto di normalmente chiuso da una parte da un elemento di spinta 17 e dalla parte opposta da un elemento elastico di contropinta 18, in compressione.

L'elemento di spinta 17 è a sua volta tenuto in posizione da un elemento termosensibile 19 preposto a cedere in presenza di una predeterminata temperatura ambientale.

L'interruttore 12 è dato da una lamina 20 in materiale conduttore, trattenuta tra uno spallamento 21 definito sull'elemento di spinta 17 per interposizione di una rondella elastica 22, e la molla elicoidale che concretizza detto elemento elastico di contropinta 18.

L'elemento di spinta 17 si concretizza in una barretta comprendente un primo tratto 17a, di guida, e un secondo tratto 17b, di sezione minore, di centraggio per detto elemento elastico di contropinta 18.

Lo spallamento 21 è dato dalla variazione di

sezione tra il primo tratto 17a ed il secondo tratto 17b.

Il primo tratto 17a è posto a scorrere in un controsagomato foro passante 23 definito internamente al corpo 11, e con la sua estremità libera definisce un primo appoggio per l'elemento termosensibile 19.

Tale elemento termosensibile 19 è vincolato all'interno di una finestra 25 definita sul corpo 11, aperta sull'ambiente.

Sulla cornice 26 di tale finestra 25, contrapposto all'estremità libera del primo tratto 17a dell'elemento di spinta 17, è presente un foro filettato per un grano 27 di bloccaggio dell'elemento termosensibile 19 contro detta estremità libera dell'elemento di spinta 17.

La lamina 20 è all'interno di un vano 28, nel quale sporgono anche i contatti 13 e 14.

Il vano 28 è dimensionato per consentire la corsa della lamina 20 nella direzione dell'asse dell'elemento di spinta 17.

Tale vano 28 nel corpo 11 è chiuso da un fondello 29 recante sulla sua faccia interna una sporgenza 30 di centraggio per la molla elicoidale che

concretizza l'elemento elastico di contropinta 18.

L'elemento termosensibile 19, negli esempi realizzativi qui presentati, è dato da un bulbo o fiala in materiale vetroso, contenente un fluido che si espande con l'incremento di temperatura.

Ad una predeterminata temperatura di soglia, il bulbo esplode per l'aumento di pressione interna dato dall'espansione del fluido, e l'elemento termosensibile 19 viene meno.

In alternativa al bulbo può essere adottato un elemento in materia plastica o metallica o altro materiale, a basso punto di fusione, che cedendo o collassando liberi l'elemento di contropinta 18.

Ad esempio la temperatura di esplosione dell'elemento termosensibile può essere di 70°C.

Il funzionamento del dispositivo 10 secondo il trovato in tale sua prima forma realizzativa è il seguente.

Quando si inserisce l'elemento termosensibile 19 nella sua finestra di alloggiamento 25, l'elemento di spinta 17 è posizionato in modo da comprimere l'elemento elastico di contropinta 18, e in modo che la lamina di conduzione 20 è a contatto con i

capicorda di contatto 13 e 14 dei cavi elettrici 15 e 16.

Tale dispositivo 10 va posto sulla linea di connessione 50 tra due successivi pannelli fotovoltaici 51 e 52 di una stringa 53, come da figura 9.

In caso di incendio, con operatore 60, ad esempio un vigile del fuoco, che irrori d'acqua su una stringa con un polo 70 a terra, l'acqua e il contatto dell'operatore con il suolo determinano un circuito che potrebbe determinare la folgorazione dello stesso operatore 60.

All'aumento della temperatura, ad esempio alla soglia di 70°C, l'elemento termosensibile 19 si rompe, l'elemento di spinta 17 è appunto spinto dall'elemento elastico di contropinta 18 a risalire in corrispondenza della finestra 25, e con esso si solleva anche la lamina di contatto 20, che allontanandosi dai contatti 13 e 14 determina l'apertura dell'interruttore 12 e, appunto, l'interruzione del passaggio di corrente, salvaguardandosi così l'incolumità dell'operatore 60.

Ad esempio l'entrata in funzione dei due

dispositivi 10 e 10a determina l'isolamento del pannello fotovoltaico 52 interposto tra i due stessi dispositivi.

In una sua seconda forma realizzativa, rappresentata nelle figure 4 e 5, il dispositivo secondo il trovato, indicato con il numero 110 nel suo complesso, presenta, analogamente alla prima forma realizzativa sopra descritta, un interruttore 112 che comprende una lamina 120 sagomata sostanzialmente ad omega.

Tale forma della lamina 120 fa sì che con l'elemento termosensibile 119 integro, l'elemento di spinta 117 abbassato e l'elemento elastico di contospinta 118 compresso, come in figura 4, l'interruttore sia normalmente aperto.

All'esplosione dell'elemento termosensibile 119, la lamina 120 ad omega sale, nella sua corsa di risalita incontra i contatti 113 e 114 e chiude l'interruttore 112, come da figura 5.

Un simile dispositivo 110 secondo il trovato trova applicazione, come schematizzato in figura 10, posto in parallelo ad un pannello fotovoltaico 152 di una stringa 153, un dispositivo per ciascuno dei pannelli, in caso di stringa 153 isolata,

ovvero senza poli a terra.

In caso di incendio, di irrorazione con acqua di un pannello guasto non isolato da parte di un operatore antincendio 160, che al contempo è inavvertitamente in contatto con un elemento conduttore della stringa, il pannello guasto 152 viene cortocircuitato grazie al dispositivo 110 il cui interruttore 112 si chiude determinando l'azzeramento sostanziale della tensione ai capi del pannello stesso.

In una terza forma realizzativa, rappresentata nelle figure 6 e 7, il dispositivo secondo il trovato, indicato nel suo complesso con il numero 210, presenta un interruttore 212 del tipo normalmente chiuso, quindi con lamina 220 piattiforme.

La peculiarità del dispositivo 210 è quella di presentare mezzi di manovra 240 per l'innesco e il disinnesco del dispositivo 210.

Tali mezzi di manovra 240 sono dati da un attuatore 241 preposto a movimentare uno stelo 242, la cui testa 243 è a contatto con l'elemento termosensibile 219 e lo trattiene in cooperazione con il contrapposto elemento di spinta 217.

L'attuatore 240 consente di spostare l'elemento termosensibile 219 nella direzione definita dall'asse di manovra dell'attuatore stesso, ovvero la direzione di spinta dell'elemento elastico 218, ed eventualmente di agire direttamente sull'elemento di spinta 217 in assenza dell'elemento termosensibile 219, ad esempio se già esploso.

L'arretramento della testa 243 dello stelo 242 determina l'estensione dell'elemento elastico 218 il quale sospinge la lamina 220 in allontanamento dai capicorda 213 e 214 determinando l'apertura dell'interruttore 212.

L'elemento termosensibile 219 è tenuto in posizione dal contemporaneo spostamento dell'elemento di spinta 217, anch'esso spinto dall'elemento elastico 218.

In figura 6 è rappresentata una sezione che illustra l'attuatore 241 con stelo 242 ritratto e quindi elemento termosensibile 219 in posizione disinnescata, in quanto la lamina 220 è lontana dai contatti 213 e 214 e l'interruttore 212 è aperto.

In figura 7 il dispositivo 210 presenta

l'attuatore 241 a stelo 242 estratto, con elemento termosensibile 219 ed elemento di spinta 217 abbassati, elemento elastico 218 compresso e lamina 220 a chiudere l'interruttore 212 connettendo i capicorda 213 e 214.

L'attuatore 214 può essere di tipo elettrico, oppure, pneumatico, oppure fluidodinamico, o di altro tipo simile ed equivalente.

L'attuatore 214 è fissato alla cornice 226 della finestra 225, in modo che lo stelo sia coassiale all'elemento elastico di controspinta 218 e all'elemento di spinta 217.

L'adozione di tali mezzi di manovra consente di isolare un pannello fotovoltaico a comando, anche in condizioni normali, in cui non sia intervenuto un incendio, ad esempio per manutenzioni ordinarie o per emergenze di altro tipo, e altresì consente di reinnescare il dispositivo secondo il trovato alla bisogna.

In una sua quarta forma realizzativa, il dispositivo secondo il trovato, indicato con il numero 310 in figura 8, presenta mezzi di manovra 340 associati ad un interruttore 312 di tipo normalmente aperto, con lamina 320 sagomata ad

omega.

Il dispositivo secondo il trovato nella sua prima forma realizzativa 10, con interruttore 12 normalmente chiuso ed aperto in fase di emergenza (sezionamento della stringa), è da adottarsi per sezionare le stringhe fotovoltaiche in corrispondenza di compartimentazioni antincendio e/o di zone ove lo sviluppo dell'incendio è più probabile; tale sistema permette di evitare eventuali inneschi e propagazioni di incendi dovute a perdite di isolamento.

Il dispositivo secondo il trovato nella sua quarta forma realizzativa 310 con mezzi di manovra comandabili in remoto, ad esempio di tipo pneumatico con contatto normalmente aperto e chiuso in fase di emergenza (messa in corto circuito del modulo o della serie di moduli) è da adottarsi per la messa in sicurezza dei moduli in caso di sgancio di emergenza da parte ad esempio dei vigili del fuoco, tramite la chiusura del contatto che pone in corto circuito il singolo pannello e la serie di pannelli, azzerando la tensione; il comando può essere di tipo pneumatico a mancanza di pressione o elettrico a lancio di

corrente.

Inoltre il dispositivo secondo il trovato è da ritenersi facilmente allestibile per essere comandato da remoto anche tramite comando radio.

Si è in pratica constatato come il trovato raggiunga il compito e gli scopi preposti.

In particolare, con il trovato si è messo a punto un dispositivo di sicurezza capace di isolare elettricamente i pannelli o le stringhe di pannelli in modo che l'impianto fotovoltaico non presenti, in caso di incendio, parti in tensione o attraversate da correnti letali per un essere umano.

Inoltre, con il trovato si è messo a punto un dispositivo di sicurezza facilmente installabile mediante semplici interventi sulla stringa, alla portata di qualsiasi tecnico del settore, anche su impianti già installati.

In più, con il trovato si è messo a punto un dispositivo disinnescabile a distanza per interventi di normale amministrazione, tipo manutenzione ordinaria, da effettuare su pannelli e stringhe.

Non ultimo, con il trovato si è realizzato un

dispositivo di sicurezza antincendio per impianti a pannelli fotovoltaici, producibile con tecnologie di tipo noto.

Il trovato, così concepito, è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

In pratica, i materiali impiegati, nonché le dimensioni e le forme contingenti, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze e dello stato della tecnica.

Ove le caratteristiche e le tecniche menzionate in qualsiasi rivendicazione siano seguite da segni di riferimento, tali segni sono stati apposti al solo scopo di aumentare l'intelligibilità delle rivendicazioni e di conseguenza tali segni di riferimento non hanno alcun effetto limitante sull'interpretazione di ciascun elemento identificato a titolo di esempio da tali segni di riferimento.

RIVENDICAZIONI

1) Dispositivo di sicurezza antincendio (10) per impianti a pannelli fotovoltaici, che si caratterizza per il fatto di comprendere un corpo (11) di contenimento per un interruttore elettrico (12), interposto tra contatti elettrici (13, 14) ciascuno associato ad una estremità di un cavo elettrico (15, 16), detto interruttore (12) essendo mantenuto in un predeterminato assetto iniziale da una parte da un elemento di spinta (17), e dalla parte opposta da un elemento elastico di contropinta (18), detto elemento di spinta (17) essendo a sua volta tenuto in posizione da un elemento termosensibile (19) preposto a cedere in presenza di una predeterminata temperatura ambientale.

2) Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto interruttore (12) è dato da una lamina (20) in materiale conduttore, trattenuta tra uno spallamento (21) definito sull'elemento di spinta (17), per interposizione di una rondella elastica (22), e detto elemento elastico di contropinta (18).

3) Dispositivo secondo le rivendicazioni

precedenti, che si caratterizza per il fatto che detto elemento di spinta (17) è dato da una barretta comprendente un primo tratto (17a), di guida, e un secondo tratto (17b), di sezione minore, di centraggio per detto elemento elastico di contropinta (18), detto spallamento (21) essendo dato dalla variazione di sezione tra il primo tratto (17a) ed il secondo tratto (17b), detto primo tratto (17a) essendo posto a scorrere in un controsagomato foro passante (23) definito internamente al corpo (11), con la sua estremità libera definendo un primo appoggio per l'elemento termosensibile (19).

4) Dispositivo secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che detto elemento termosensibile (19) è vincolato all'interno di una finestra (25) definita sul corpo (11), aperta sull'ambiente.

5) Dispositivo secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che sulla cornice (26) di detta finestra (25), contrapposto all'estremità libera del primo tratto (17a) dell'elemento di spinta (17), è presente un foro filettato per un grano (27) di bloccaggio

dell'elemento termosensibile (19) contro detta estremità libera dell'elemento di spinta (17).

6) Dispositivo secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che detta lamina (20) è all'interno di un vano (28), nel quale sporgono anche i contatti (13, 14), detto vano (28) essendo dimensionato per consentire la corsa della lamina (20) nella direzione dell'asse dell'elemento di spinta (17).

7) Dispositivo secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto che detto elemento termosensibile (19) è dato da un bulbo o fiala in materiale vetroso, contenente un fluido che si espande con l'incremento di temperatura.

8) Dispositivo secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto di presentare un interruttore (112) che comprende una lamina (120) sagomata sostanzialmente ad omega, la quale, con detto elemento termosensibile (119) integro, con detto elemento di spinta (117) abbassato e con detto elemento elastico di contropinta (118), compresso, definisce un assetto normalmente aperto.

9) Dispositivo secondo le rivendicazioni precedenti, che si caratterizza per il fatto di presentare mezzi di manovra (240) per l'innescare e il disinnesco dello stesso dispositivo (210).

10) Dispositivo secondo la rivendicazione precedente, che si caratterizza per il fatto che detti mezzi di manovra (240) sono dati da un attuatore (241) preposto a movimentare uno stelo (242), la cui testa (243) è a contatto con l'elemento termosensibile (219) e lo trattiene in cooperazione con il contrapposto elemento di spinta (217).

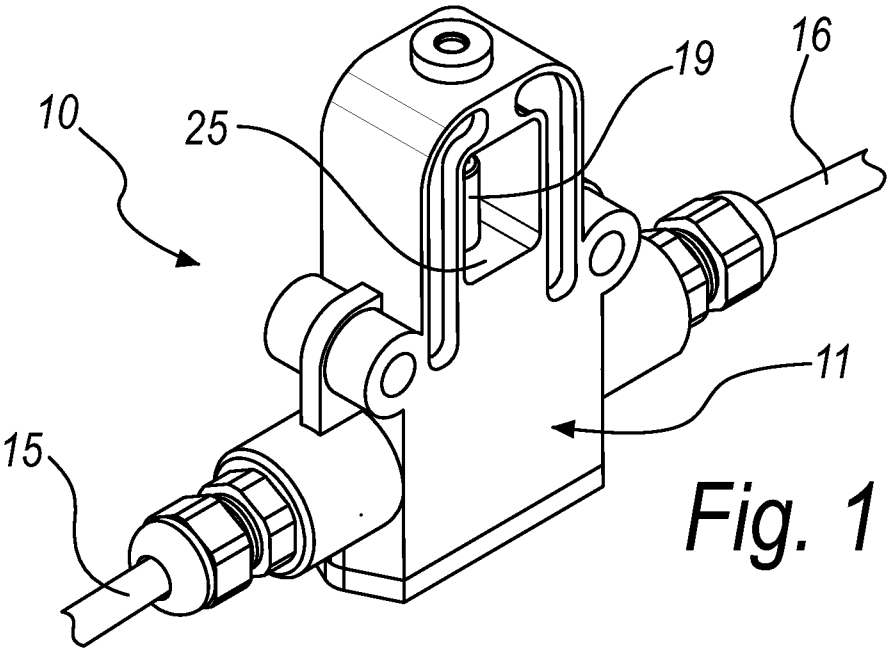


Fig. 1

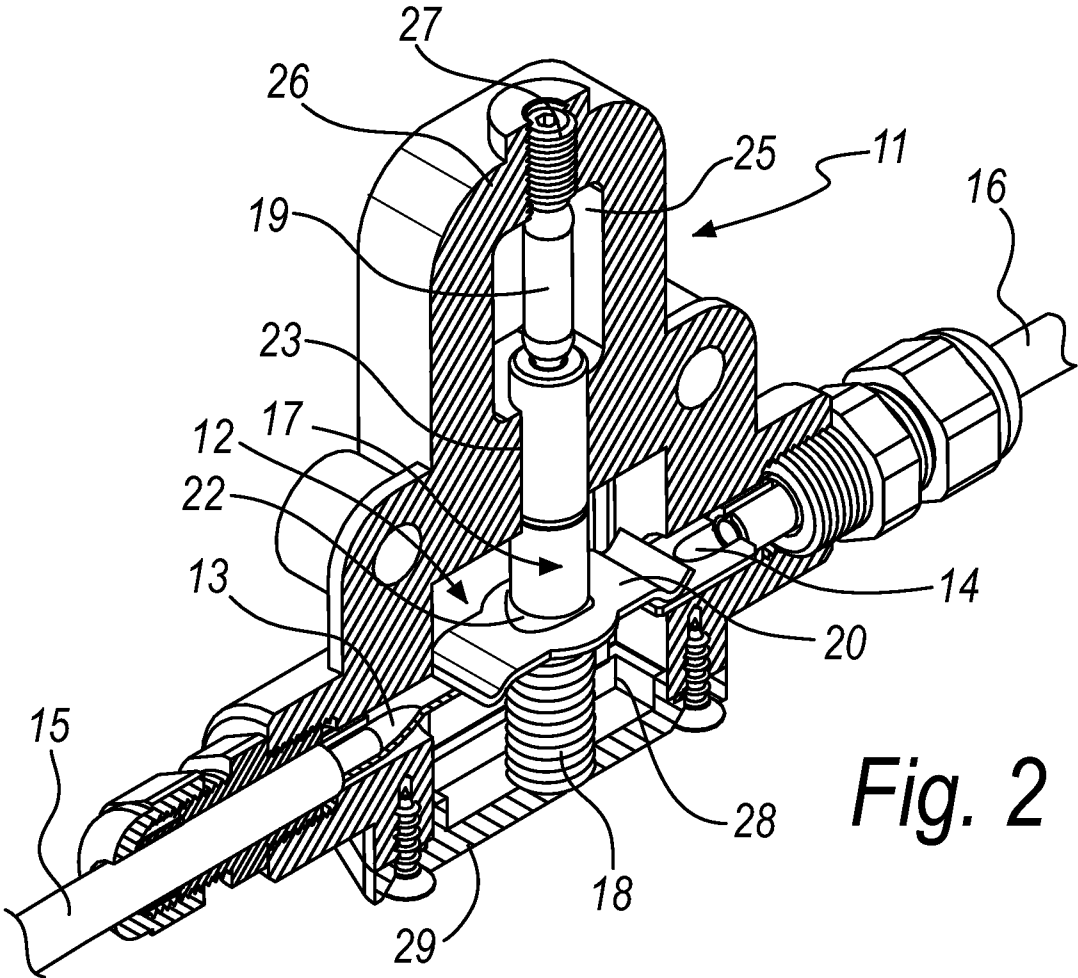


Fig. 2

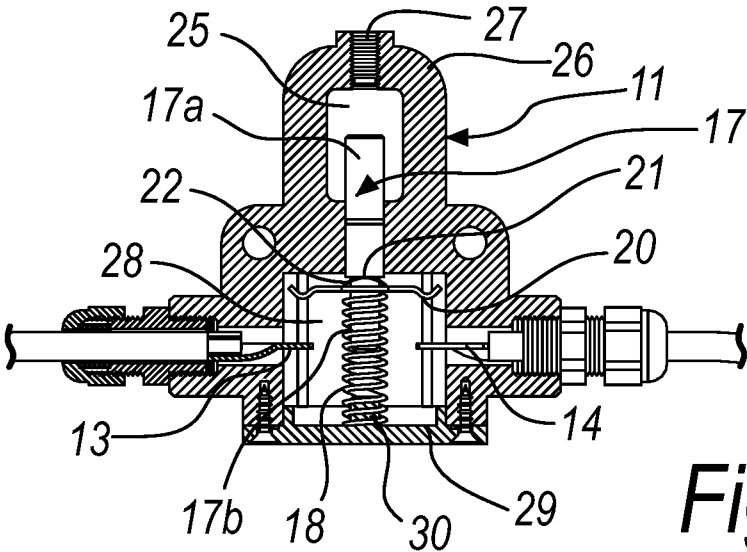


Fig. 3

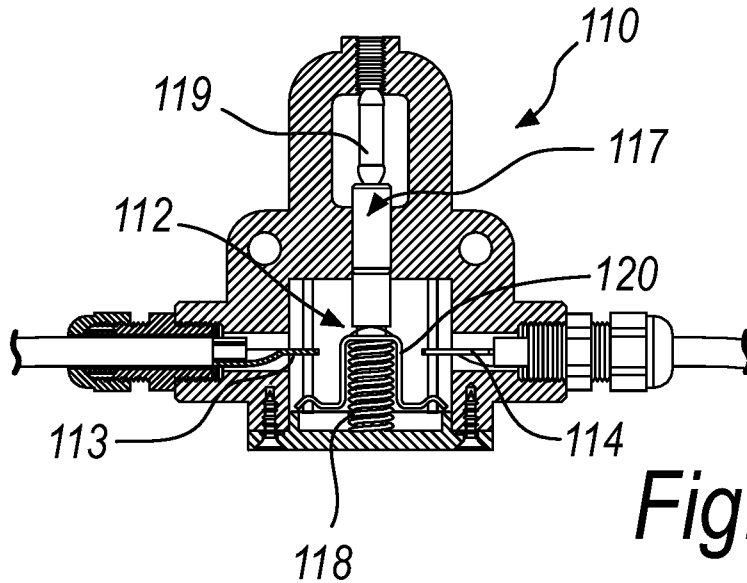


Fig. 4

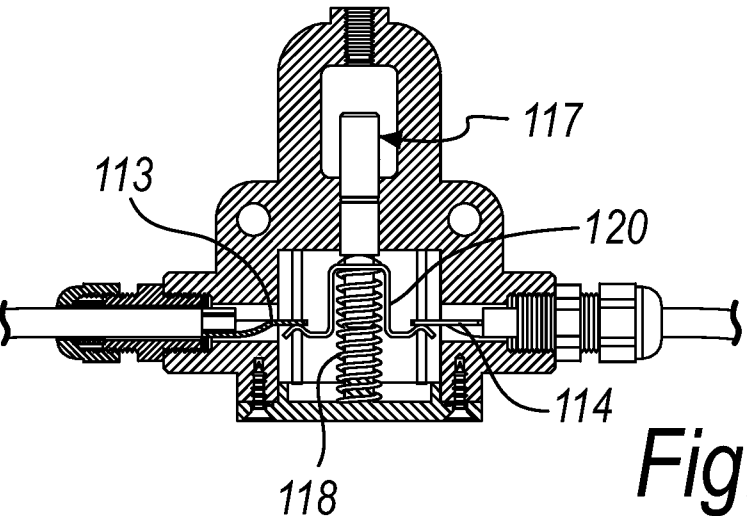


Fig. 5

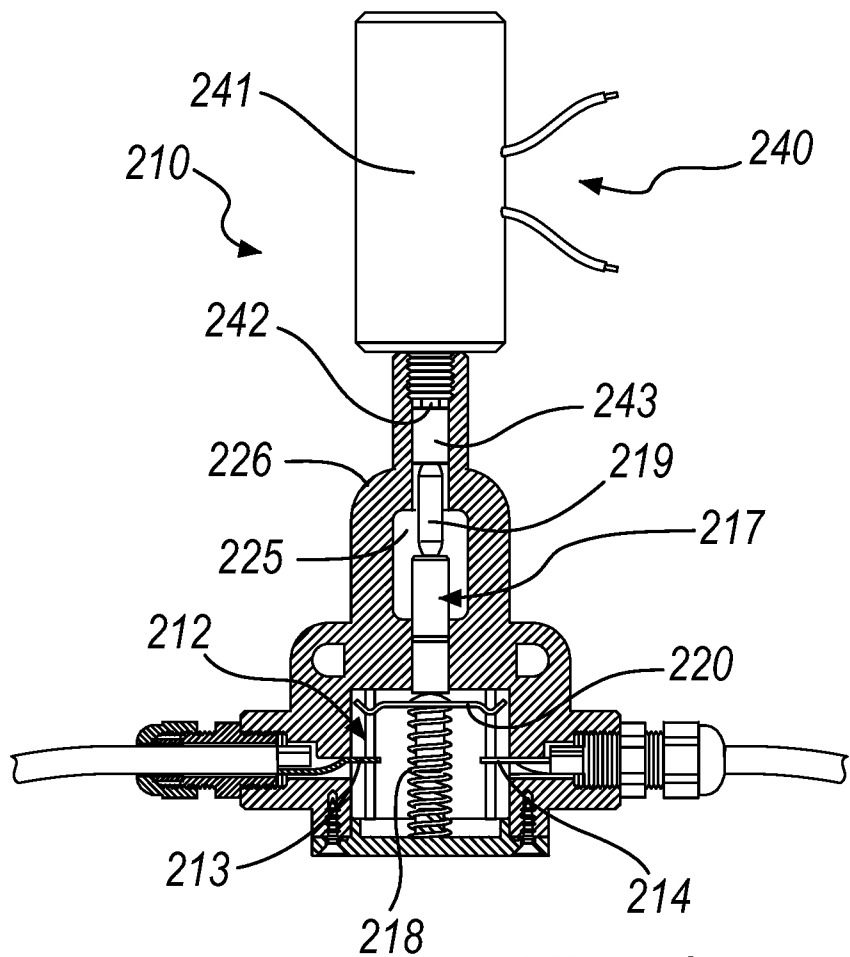


Fig. 6

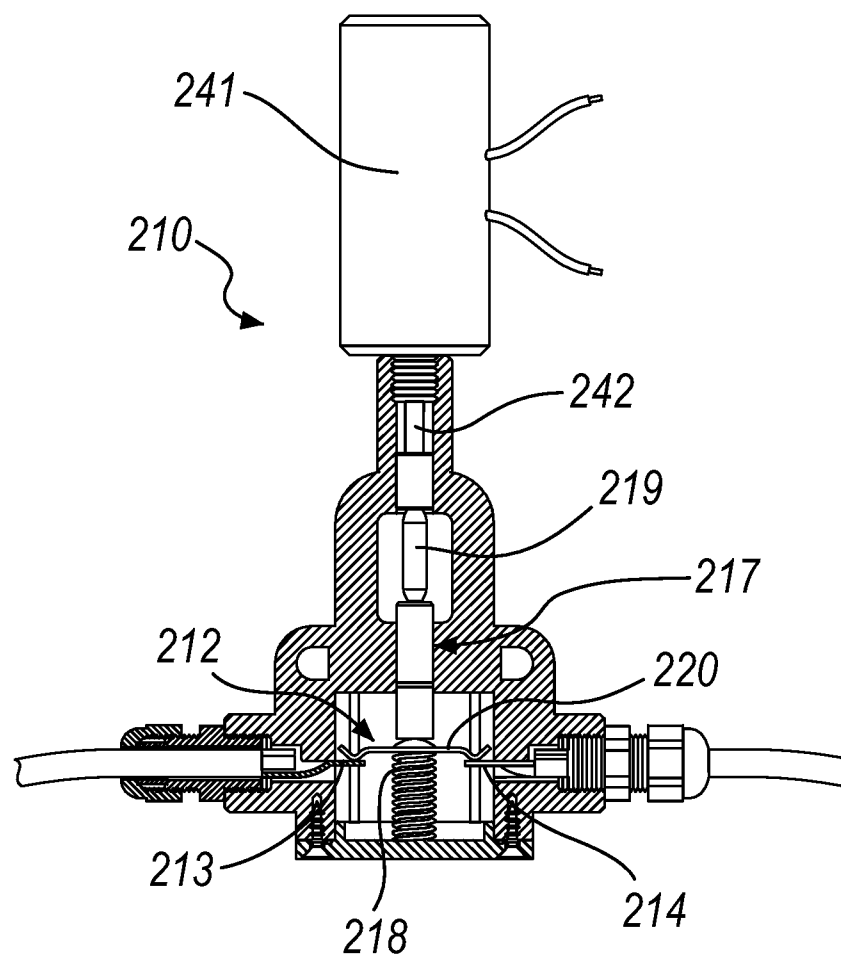


Fig. 7

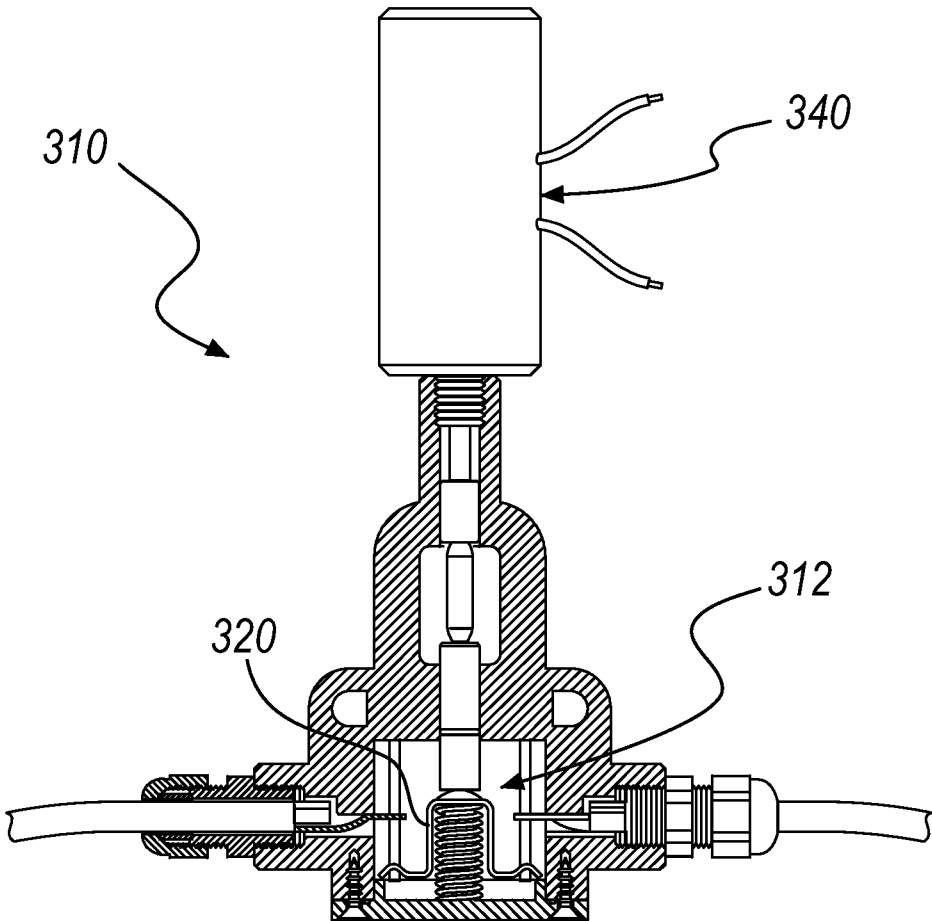


Fig. 8

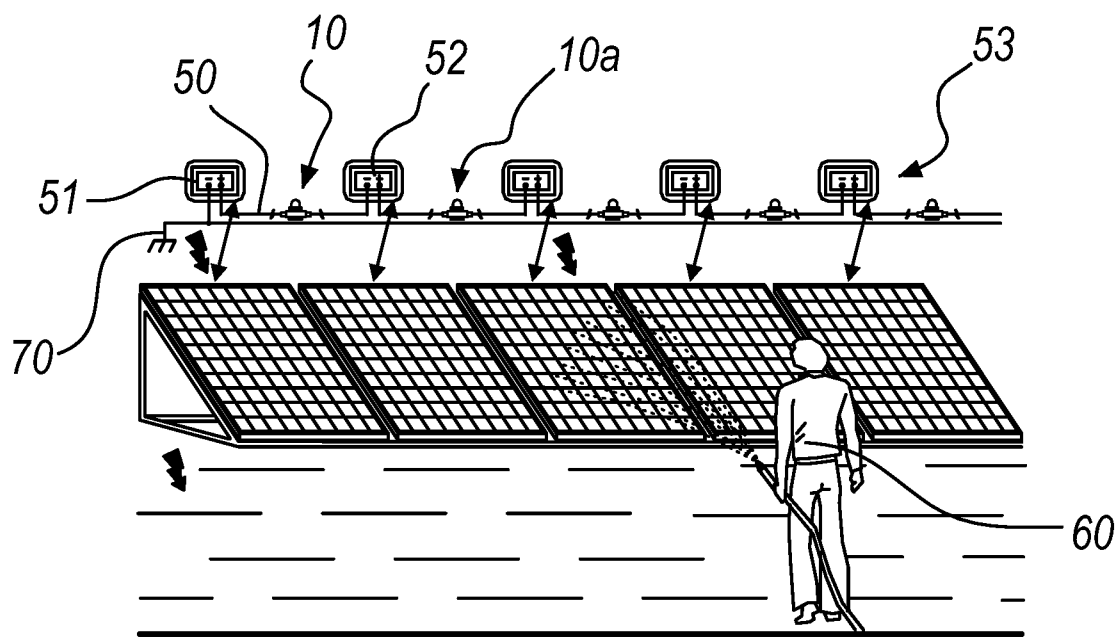


Fig. 9

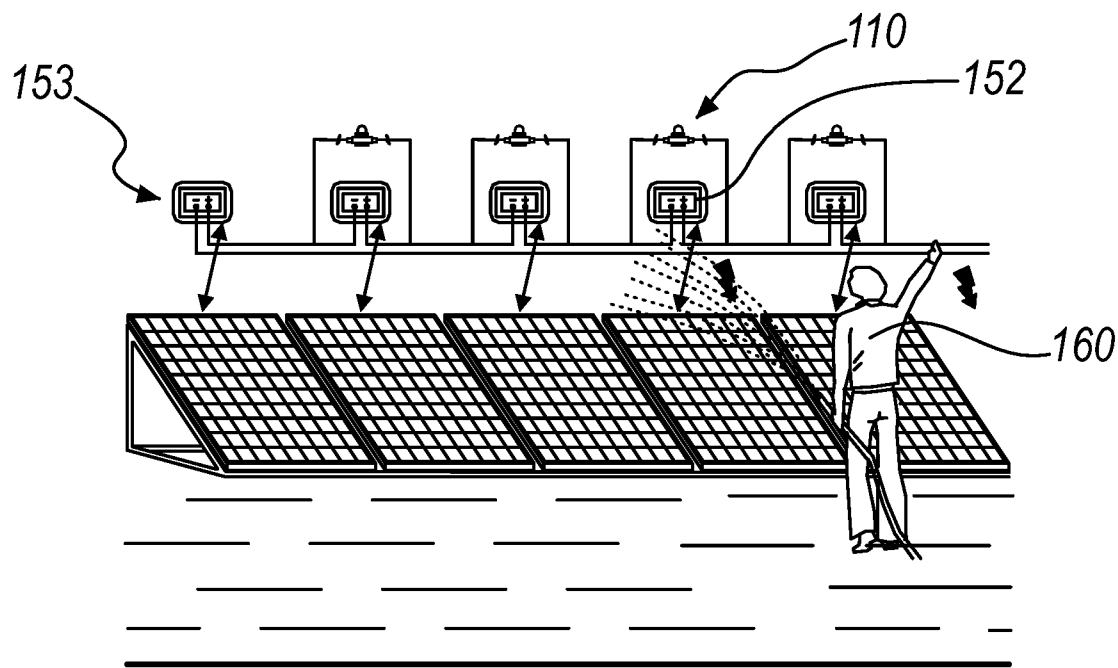


Fig. 10