



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102019000000076
Data Deposito	04/01/2019
Data Pubblicazione	04/07/2020

Classifiche IPC

Titolo

**DISPOSITIVO E UN PROCEDIMENTO PER LA MISURA DEL CONTENUTO IDRICO DEL SUOLO,
DELLA VEGETAZIONE E DEL MANTO NEVOSO**

TITOLARE: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

DESCRIZIONE

CAMPO DI APPLICAZIONE

5 La presente invenzione riguarda un dispositivo e un
procedimento per la misura del contenuto idrico del
suolo, della vegetazione e del manto nevoso. In
particolare, la presente invenzione riguarda un
dispositivo e un procedimento per la misura del contenuto
10 idrico del suolo, della vegetazione e del manto nevoso
su larga scala.

STATO DELLA TECNICA

Come è noto, le misurazioni del contenuto idrico possono
essere effettuate utilizzando diverse tipologie di
15 dispositivi.

È nota ad esempio la misurazione del contenuto idrico
del suolo sfruttando sonde puntuali di tipo
elettromagnetico, da cui è possibile ricavare
un'indicazione relativa ad un volume di terreno di circa
20 un dm³.

Esistono inoltre sistemi che sfruttano il
telerilevamento e utilizzano immagini provenienti da
satelliti o da droni. Attraverso dei modelli matematici
vengono poi messe in correlazione le informazioni
25 rilevate con quelle disponibili da stazioni meteo o altri

centri che mettono a disposizione banche dati relative alla climatologia.

Sono inoltre noti alcuni tentativi di applicare una tecnologia basata sulla misura dei neutroni ambientali
5 indotti dai raggi cosmici al suolo. Infatti, è stato dimostrato che esiste una correlazione abbastanza chiara tra flusso dei neutroni e contenuto medio idrico del suolo, della vegetazione e del manto nevoso.

Come noto, la produzione di neutroni di energia tra
10 l'epitermico e il lento (0.5eV - 1 keV) è influenzata in modo regolare dalla presenza di idrogeno, che a sua volta è direttamente collegata al contenuto di acqua. Questa informazione, opportunamente elaborata da modelli matematici, si presta per rispondere all'esigenza di
15 conoscere in tempo reale (con frequenza da oraria a giornaliera) la condizione di disponibilità idrica dei terreni coltivati, del manto nevoso e della vegetazione. Inoltre, questa misura fornisce informazioni mediate su un'area estesa fino ad alcuni ettari, e fino a profondità
20 di circa 50-60 cm.

Ad oggi esistono alcune tipologie di rilevatori per neutroni ambientali adatti a questo tipo di applicazione.

Le sonde attuali sono basate su tecnologie di rivelazione
25 a gas (ad es. Elio-3, Boro-10) che implicano elevati

prezzi di produzione e di vendita, verosimilmente non destinati a diminuire, ma anzi ad aumentare. Tali sonde sono ottimizzate per la ricerca e non per un uso continuativo in agricoltura e/o nel monitoraggio ambientale.

Per questi motivi, questo tipo di sonde sono utilizzate ad oggi solamente in progetti di ricerca scientifica.

L'arte nota, seppur utilizzata ed apprezzata, non è perciò esente da inconvenienti.

10 Ad esempio, nel caso di misure puntuali con sonde elettromagnetiche, per monitorare centinaia o migliaia di ettari coltivati o terreni che presentano un elevato grado di disomogeneità servirebbe un numero molto elevato di sonde, rendendo di fatto il monitoraggio antieconomico.

15 Nel caso del telerilevamento, le limitazioni sono dovute a diversi aspetti, tra cui:

- la periodicità definita delle immagini satellitari (bassa circa una immagine a settimana, nel caso delle immagini a più alta risoluzione) e la possibilità che tali immagini siano localmente oscurate dalla nuvolosità;

20 - limiti legali e pratici nell'uso delle rilevazioni con droni;

25 - difficoltà nella correlazione tra le informazioni

estratte dalle immagini e il contenuto idrico nel suolo
realmente disponibile per la vegetazione. Durante la
crescita delle piante le immagini aeree valutano
sostanzialmente, nel migliore dei casi, lo stato della
5 vegetazione, ma non hanno accesso diretto alla
situazione del suolo sottostante, ed in ogni caso
l'informazione riguarda solo i primi centimetri di
suolo.

Infine, nel caso dei sistemi noti che misurano i neutroni
10 ambientali, questi sono di fatto troppo costosi per
essere economicamente vantaggiosi.

Inoltre, il flusso di neutroni ambientali, oltre che
dall'umidità del suolo, è dipendente anche dal flusso
incidente dei raggi cosmici che è variabile a seconda
15 della posizione geografica, dal periodo dell'anno e
dalle condizioni atmosferiche locali. Le sonde per
neutroni ambientali di tipo noto, fanno uso di dati
forniti da alcuni centri di ricerca sparsi nel mondo.
L'utilizzo di questo dato però non è molto preciso perché
20 potrebbe essere rilevato a diverse centinaia di
chilometri di distanza e la sua fruibilità non è
garantita in alcun modo, essendo i dati messi a
disposizione a discrezione del centro di ricerca.

PRESENTAZIONE DELL'INVENZIONE

25 E' quindi sentita l'esigenza di risolvere gli

inconvenienti e limitazioni citati in riferimento all'arte nota.

Pertanto è sentita l'esigenza di mettere a disposizione un dispositivo per la misura del contenuto idrico che
5 sia più affidabile rispetto ai sistemi dell'arte nota, ma che al tempo stesso sia meno costoso.

Inoltre, è sentita l'esigenza di mettere a disposizione un dispositivo per la misura del contenuto idrico del suolo, della vegetazione e del manto nevoso che sia in
10 grado di fornire dati affidabili, relativi ad un'area significativamente ampia.

Ancora, è sentita l'esigenza di mettere a disposizione un dispositivo e un procedimento per la misura del contenuto idrico del suolo e della vegetazione che sia
15 adatto ad essere utilizzato in agricoltura per la cosiddetta irrigazione di precisione.

Tali esigenze sono soddisfatte da un dispositivo per la misura del contenuto idrico del suolo, della vegetazione e del manto nevoso in accordo con la rivendicazione 1,
20 e da un procedimento per la misura del contenuto idrico del suolo, della vegetazione e del manto nevoso secondo la rivendicazione 16.

DESCRIZIONE DEI DISEGNI

Ulteriori caratteristiche ed i vantaggi della presente
25 invenzione risulteranno maggiormente comprensibili dalla

descrizione di seguito riportata di suoi esempi preferiti e non limitativi di realizzazione, in cui:

5 - la figura 1 mostra in forma schematica un dispositivo per la misura del contenuto idrico del suolo secondo la presente invenzione;

 - la figura 2 mostra in forma schematica una forma di realizzazione alternativa di un dispositivo per la misura del contenuto idrico del suolo secondo la presente invenzione;

10 - la figura 3 mostra in forma schematica alcuni componenti di un dispositivo secondo la presente invenzione in una vista parzialmente esplosa;

 - le figure 4 e 5 mostrano in forma in forme schematica una vista laterale e una vista frontale di un
15 componente di un dispositivo secondo la presente invenzione;

 - la figura 6 mostra in forma schematica alcuni componenti di un dispositivo secondo la presente invenzione; e

20 - la figura 7 mostra in forma schematica alcuni componenti del dispositivo di figura 5 in una vista parzialmente esplosa.

Gli elementi o parti di elementi in comune tra le forme di realizzazione descritte nel seguito saranno indicati
25 con medesimi riferimenti numerici.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA

In figura 1 viene mostrato in forma schematica nel suo complesso un dispositivo per la misura del contenuto idrico del suolo, della vegetazione e del manto nevoso (di seguito menzionato anche come dispositivo), che viene indicato con il riferimento 12.

Il dispositivo 12 comprende almeno un primo modulo 20 adatto alla misura di un flusso di raggi cosmici incidenti al suolo e almeno un secondo modulo 40 adatto alla misura di un flusso di neutroni ambientali.

Il dispositivo comprende inoltre una unità di controllo 60 collegata all' almeno un primo modulo 20 e all' almeno un secondo modulo 40. L' unità di controllo 60 è adatta ad elaborare le misurazioni dell' almeno un primo modulo 20 e dell' almeno un secondo modulo 40 per stabilire la misura del contenuto idrico.

In particolare il dispositivo 12 è particolarmente adatto alla misura del contenuto idrico del suolo, della vegetazione oppure del manto nevoso.

In accordo ad una possibile forma di realizzazione, il primo modulo 20 comprende uno scintillatore di primo modulo 202, ed almeno un misuratore di luce di primo modulo 204, adatto alla misurazione della luce emessa dallo scintillatore di primo modulo 202.

Come noto, lo scintillatore è un materiale capace di

emettere impulsi di luce, nel campo del visibile o dell'ultravioletto, quando viene attraversato da fotoni di alta energia o da particelle cariche, e quindi anche dal flusso incidente di raggi cosmici.

5 Per la misura del flusso di raggi cosmici incidenti, attraverso la rilevazione di neutroni di alta energia [$E > 2 \text{ MeV}$], protoni e muoni, si è trovato particolarmente vantaggioso l'utilizzo di uno scintillatore plastico. Uno scintillatore di questo tipo è ad esempio quello
10 commercializzato con il nome EJ-200 da Eljen Technology. In accordo ad una possibile forma di realizzazione, l'almeno un misuratore di luce di primo modulo 204 adatto alla misurazione della luce emessa dallo scintillatore di primo modulo 202 può essere un fotomoltiplicatore al
15 silicio, noto anche come SiPM (Silicon PhotoMultiplier). Come noto, i fotomoltiplicatori al silicio sono prodotti direttamente da una struttura stratificata di silicio su cui vengono predisposte matrici costituite da array di microcelle su un substrato in silicio. Ciascuna
20 microcella è un fotodiodo a valanga (Avalanche Photodiode, o APD) a singolo fotone.

I fotomoltiplicatori di tipo SiPM hanno volumi, peso, consumo e prezzi molto ridotti rispetto ai fotomoltiplicatori tradizionali con tubi a vuoto. Sono
25 inoltre estremamente più robusti da un punto di vista

meccanico e non richiedono un'alimentazione ad alto
voltaggio (circa 1000 V) tipica dei tubi
fotomoltiplicatori.

Come verrà spiegato più avanti, la misura del flusso di
5 raggi cosmici incidenti viene utilizzata per
normalizzare la misura dei neutroni ambientali rispetto
alle variazioni del flusso incidente dei raggi cosmici.
In accordo ad una possibile forma di realizzazione della
presente invenzione, l'almeno un secondo modulo 40
10 comprende: una prima lastra 402 ed una seconda lastra
404 realizzate almeno parzialmente con scintillatore; e
una guida di luce 406 interposta tra prima lastra 402 e
seconda lastra 404. Il secondo modulo 40 comprende
inoltre almeno un misuratore di luce di secondo modulo
15 408, 410 adatto alla misurazione della luce convogliata
dalla guida di luce 406.

In accordo ad una possibile forma di realizzazione, il
secondo modulo 40 prevede l'utilizzo di un rivestimento
di polietilene 412, 414. Il rivestimento può comprendere
20 una lastra inferiore 412 e una lastra superiore 414, a
copertura almeno parziale della prima lastra 402 e della
seconda lastra 404.

Il polietilene di cui è composto il rivestimento può
essere in alta o bassa densità, e può avere uno spessore
25 variabile fra 1 e 10 cm. La funzione del rivestimento è

quella di moderare l'energia dei neutroni ambientali.

La prima lastra 402 e la seconda lastra 404 possono comprendere cristalli di scintillatore in una matrice a base siliconica.

5 Vantaggiosamente, la prima lastra 402 e la seconda lastra 404 possono comprendere cristalli di scintillatore e cristalli a base di Litio (ad esempio Li-6 arricchito) o Boro (ad esempio B-10 arricchito), in una matrice a base siliconica.

10 La matrice siliconica garantisce una maggiore resistenza meccanica dei fogli di scintillatore e una migliore resistenza al calore rispetto ad altri tipi di matrice. In accordo ad una possibile forma di realizzazione, la prima lastra 402 e la seconda lastra 404 comprendono
15 cristalli di scintillatore ZnS(Ag).

La guida di luce 406 può essere realizzata come un piatto solido WLS, oppure come un fascio di fibre ottiche WLS. Con WLS si intende un materiale che, colpito da una certa lunghezza d'onda, ne emette una di una lunghezza d'onda
20 diversa.

Lo spostamento di lunghezza d'onda riduce gli effetti di auto assorbimento nel materiale emettitore e permette di trasportare efficacemente la luce di scintillazione fino al dispositivo 408 e 410.

25 Vantaggiosamente il secondo modulo 40 può comprendere

due misuratori di luce di secondo modulo 408, 410 adatti alla misurazione della luce convogliata dalla guida di luce 406. In accordo ad una possibile forma di realizzazione, mostrata nell'esempio di figura 3, i due
5 misuratori di luce 408, 410 possono essere predisposti in corrispondenza di due lati opposti della guida di luce 406.

In accordo ad una possibile forma di realizzazione, l'almeno un misuratore di luce di secondo modulo 408,
10 410 è adatto alla misurazione della luce convogliata da detta guida di luce 406 è un fotomoltiplicatore al silicio (SiPM). Vantaggiosamente, il fotomoltiplicatore al silicio di secondo modulo è sostanzialmente lo stesso del primo modulo.

15 Nella forme di realizzazione mostrate nelle figure allegate, il primo modulo 20 che misura il flusso di muoni utilizza un singolo SiPM, mentre il secondo modulo 40 che misura i neutroni ambientali utilizza preferibilmente due SiPM e quindi due punti di lettura,
20 in modo da ridurre drasticamente il rumore elettronico del SiPM anche a basse soglie.

La prima lastra 402 e la seconda lastra 404 hanno giacitura sostanzialmente quadrata avente lunghezza del lato compresa tra 100 mm e 200 mm e spessore compreso
25 tra 0.2 mm e 2 mm.

Vantaggiosamente, la parte dei sensori può essere concepita in modo modulare, in modo da poter aggiungere, su richiesta, altri moduli per la misura del flusso di neutroni ambientali al fine di aumentare l'efficienza di rivelazione e ridurre i tempi di misura.

In accordo ad una possibile forma di realizzazione, il dispositivo può comprendere una alimentazione elettrica (non mostrata) con almeno un pannello solare e una batteria tampone.

10 Vantaggiosamente, il dispositivo ha dimensioni uguali o inferiori ad un cubo avente lato 400 mm.

Il dispositivo può essere impermeabile, in particolare può essere (IP65).

L'unità di controllo, nella logica modulare del dispositivo, può presentarsi come una scheda dedicata contenente una serie di canali con componenti standard per discriminare e integrare i segnali elettrici prodotti dai SiPM. La scheda provvede inoltre all'alimentazione a basso voltaggio dei SiPM (poche decine di Volt) con sistema di feedback per la compensazione degli scostamenti dovuti alle variazioni di temperatura.

Vantaggiosamente, la scheda può essere adatta a poter ospitare l'elettronica necessaria per più moduli di misurazione del flusso di neutroni.

I segnali selezionati dalle unità di controllo possono essere digitalizzati e letti da un micro PC Linux a basso consumo (Raspberry PI, Beaglebone o equivalente), che li processa in tempo reale utilizzando software dedicato di
5 analisi della forma dell'impulso.

Il dispositivo 12 può essere predisposto inoltre con un modulo per la connessione remota (non mostrato) che permette l'invio dei dati elaborati all'esterno, attraverso connessione wifi o equivalente, ovvero GSM a
10 un server esterno.

Il procedimento per la misura del contenuto idrico comprende le fasi di:

- predisporre un dispositivo 12 per la misurazione del contenuto idrico comprendente: almeno un primo
15 modulo 20 adatto alla misura del flusso dei raggi cosmici incidenti e cioè di neutroni di alta energia, protoni e muoni provenienti dalle interazioni dei raggi cosmici primari con gli strati alti dell'atmosfera; almeno un secondo modulo 40 adatto alla misura del flusso di
20 neutroni ambientali; e una unità di controllo 60 collegata all'almeno un primo modulo 20 e all'almeno un secondo modulo 40.

Il procedimento comprende inoltre una fase di elaborazione delle misurazioni effettuate dal primo
25 modulo 20 e dal secondo modulo 40 mediante l'unità di

controllo 60 per ottenere una misura del contenuto idrico, ottenuta a partire dalla misurazione del flusso di neutroni ambientali normalizzata rispetto alla misurazione del flusso di raggi cosmici incidenti.

5 In particolare, il procedimento è particolarmente adatto alla misura del contenuto idrico del suolo, della vegetazione o del manto nevoso.

Sono quindi ora evidenti i vantaggi che è possibile conseguire con la presente invenzione.

10 In particolare, il dispositivo ed il procedimento consentono di misurare il numero di neutroni epitermici-lenti ed anche di misurare il flusso primario di raggi cosmici, fondamentale per la corretta normalizzazione del dato.

15 Il dispositivo è di fatto autonomo, in particolare non presenta la necessità di rielaborare i dati dopo aver scaricato le informazioni sul flusso dei raggi cosmici incidenti dai centri di ricerca che li mettono a disposizione, eventualmente con svariate ore o giorni di
20 ritardo. La misurazione è quindi sostanzialmente in tempo reale.

L'informazione di contenuto idrico fornito dal dispositivo, copre un gap di risoluzione spaziale e temporale che manca nel mercato. Infatti, con i sistemi
25 dell'arte nota si passa da sensori elettromagnetici, che

forniscono un dato istantaneo, ma relativo a un volume non superiore a un decimetro, ai sistemi satellitari con risoluzioni dell'ordine dei chilometri e una risoluzione temporale di una o più settimane.

5 Il dispositivo della presente invenzione è adatto a misurare il contenuto idrico di alcuni ettari in un tempo che varia fra un'ora e una giornata. Inoltre, media il dato anche in profondità, fino a 50-60 cm.

In questo modo, viene superato il problema delle
10 rilevazioni satellitari che danno un'informazione prettamente superficiale.

Il dato fornito, quindi, è l'informazione mancante sul contenuto idrico del suolo sulla scala degli ettari e supera la disomogeneità del suolo che impedisce
15 l'utilizzo delle sonde elettromagnetiche per questo scopo.

Il presente dispositivo può essere utilizzato ad esempio per:

- la ricerca in campo idrogeologico/climatologico:
20 misura del contenuto idrico del suolo per validazione dei modelli previsionali con monitoraggio su breve e lungo periodo;

- la ricerca in campo nivo/glaciologico:
monitoraggio del contenuto di acqua presente nel bacino
25 nivoglaciale; il dato è interessante da monitorare

specialmente in primavera per conoscere la disponibilità idrica e monitorare eventuali piene improvvise causate da scioglimenti repentini del manto nevoso.

- il monitoraggio climatologico: monitoraggio su
5 lungo periodo della variabilità climatica locale.

- l'irrigazione di precisione: conoscenza del contenuto idrico del suolo per ottimizzare l'umidità presente nel suolo al fine di minimizzare la necessità di trattamenti ovvero di irrigazione e massimizzare la
10 produzione agricola.

Alle forme di realizzazione descritte sopra, la persona esperta potrà, al fine di soddisfare specifiche esigenze, apportare modifiche e o sostituzioni di elementi descritti con elementi equivalenti, senza per
15 questo uscire dall'ambito delle rivendicazioni allegate.

TITOLARE: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo (12) per la misura del contenuto idrico
5 del suolo, della vegetazione e del manto nevoso,
comprendente:

- almeno un primo modulo (20) adatto alla misura di
un flusso di raggi cosmici incidenti al suolo;

10 - almeno un secondo modulo (40) adatto alla misura
di un flusso di neutroni ambientali; e

- una unità di controllo (60) collegata a detto
almeno un primo modulo (20) e a detto almeno un secondo
modulo (40);

15 in cui detta unità di controllo (60) è adatta ad
elaborare le misurazioni di detto almeno un primo modulo
(20) e detto almeno un secondo modulo (40) per stabilire
la misura del contenuto idrico del suolo, della
vegetazione e del manto nevoso.

20 2. Dispositivo (12) secondo la rivendicazione 1,
caratterizzato dal fatto che detto primo modulo (20)
comprende uno scintillatore di primo modulo (202); ed
almeno un misuratore di luce di primo modulo (204) adatto
alla misurazione della luce emessa dallo scintillatore
di primo modulo (202).

25 3. Dispositivo (12) secondo la rivendicazione 2,

caratterizzato dal fatto che detto scintillatore di primo modulo (202) è uno scintillatore plastico.

4. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-3, caratterizzato dal fatto che detto
5 almeno un misuratore di luce di primo modulo (204) adatto alla misurazione della luce emessa dallo scintillatore di primo modulo (202) è un fotomoltiplicatore al silicio.

5. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che
10 detto secondo modulo (40) comprende: una prima lastra (402) ed una seconda lastra (404) realizzate almeno parzialmente con scintillatore; tra detta prima lastra (402) e detta seconda lastra (404) essendo interposta una guida di luce (406); detto secondo modulo (40)
15 comprendendo inoltre almeno un misuratore di luce di secondo modulo (408, 410) adatto alla misurazione della luce convogliata da detta guida di luce (406).

6. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che
20 il secondo modulo (40) prevede l'utilizzo di un rivestimento di polietilene (412, 414) con lo scopo di moderare l'energia dei neutroni ambientali.

7. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-6, caratterizzato dal fatto che detta
25 prima lastra (402) e detta seconda lastra (404)

comprendono cristalli di scintillatore in una matrice a base siliconica.

8. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-7, caratterizzato dal fatto che detta
5 prima lastra (402) e detta seconda lastra (404) comprendono cristalli di scintillatore e cristalli a base di Litio o Boro, in una matrice a base siliconica.

9. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-8, caratterizzato dal fatto che detta
10 prima lastra (402) e detta seconda lastra (404) comprendono cristalli di scintillatore ZnS(Ag).

10. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-9, caratterizzato dal fatto che detta guida di luce (406) è un piatto solido WLS o un fascio
15 di fibre ottiche WLS.

11. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-10, caratterizzato dal fatto che detto secondo modulo (40) comprende due misuratori di luce di secondo modulo (408, 410) adatti alla misurazione della
20 luce convogliata da detta guida di luce (406).

12. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-11, caratterizzato dal fatto che detto almeno un misuratore di luce di secondo modulo (408, 410) adatto alla misurazione della luce convogliata da
25 detta guida di luce (406) è un fotomoltiplicatore al

silicio.

13. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-12, caratterizzato dal fatto che detta prima lastra (402) e detta seconda lastra (404) hanno
5 giacitura sostanzialmente quadrata avente lunghezza del lato compresa tra 100 mm e 200 mm e spessore compreso tra 0.2 mm e 2 mm.

14. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto di
10 comprendere una alimentazione elettrica con almeno un pannello solare e una batteria tampone.

15. Dispositivo (12) secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto di avere dimensioni uguali o inferiori ad un cubo avente
15 lato 400 mm.

16. Procedimento per la misura del contenuto idrico del suolo, della vegetazione e del manto nevoso, comprendente le fasi di:

- predisporre un dispositivo (12) per la
20 misurazione del contenuto idrico del suolo, della vegetazione e del manto nevoso comprendente: almeno un primo modulo (20) adatto alla misura del flusso di neutroni di alta energia, protoni e muoni provenienti dalle interazioni dei raggi cosmici con gli strati alti
25 dell'atmosfera; almeno un secondo modulo (40) adatto

alla misura del flusso di neutroni ambientali; e una
unità di controllo (60) collegata a detto almeno un primo
modulo (20) e detto almeno un secondo modulo (40);

5 - elaborazione delle misurazioni effettuate dal
primo modulo (20) e dal secondo modulo (40) mediante
l'unità di controllo per ottenere una misura del
contenuto idrico del suolo, della vegetazione e del manto
nevoso;

10 in cui la misura del contenuto idrico del suolo, della
vegetazione e del manto nevoso è ottenuta a partire dalla
misurazione del flusso di neutroni ambientali
normalizzata rispetto alla misurazione del flusso raggi
cosmici incidenti al suolo.

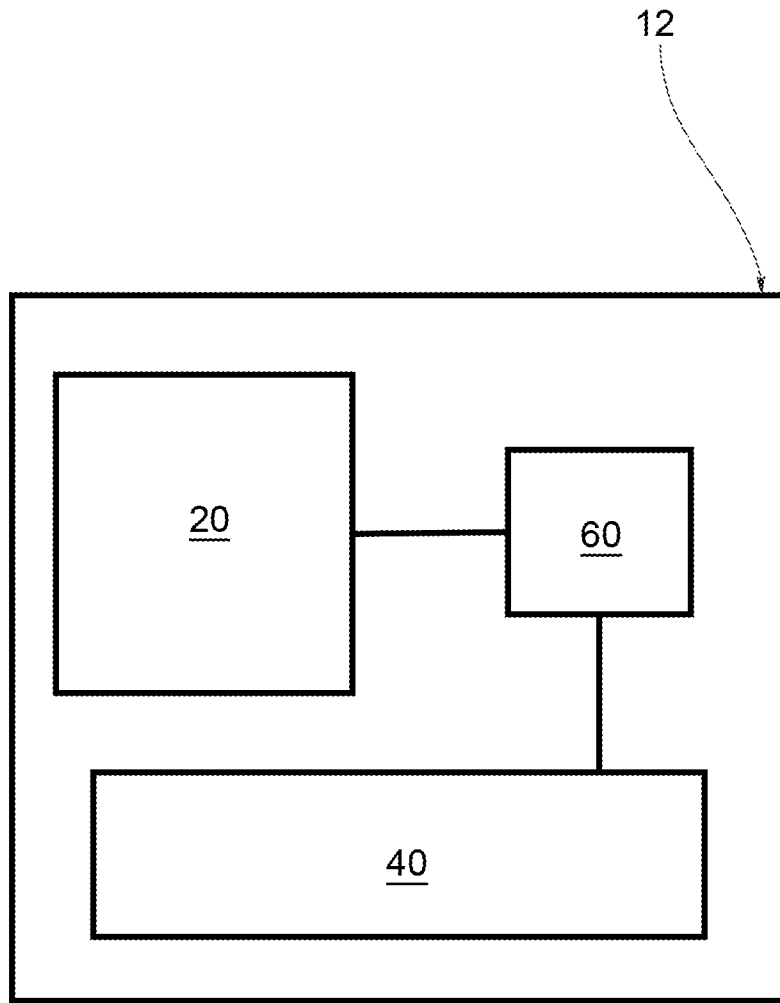


FIG.1

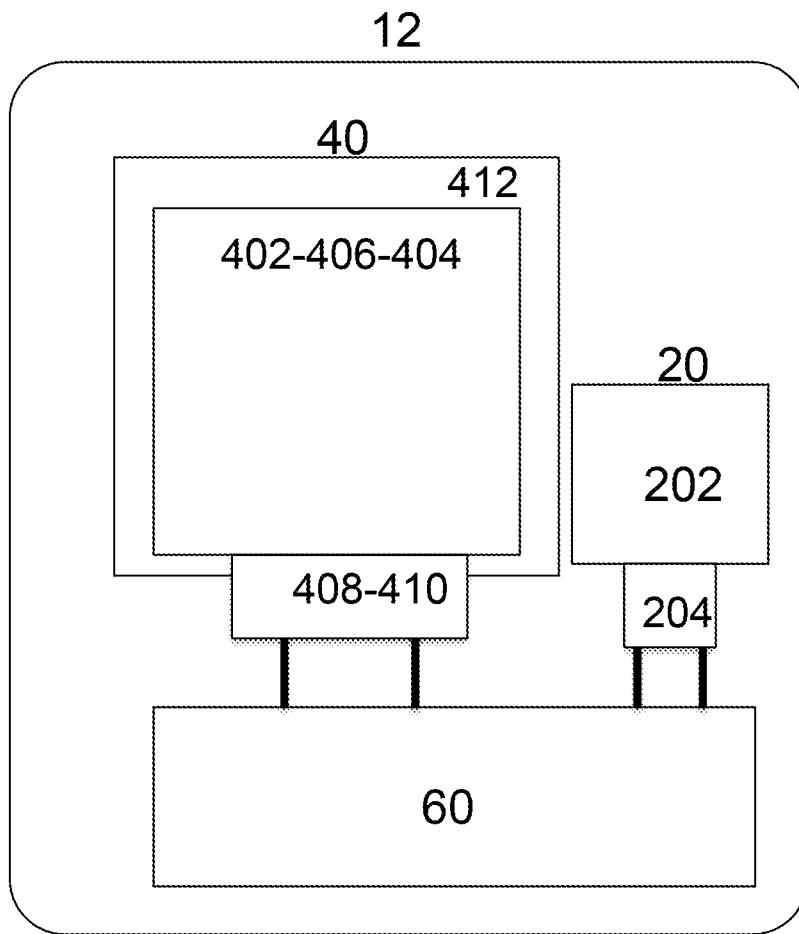


FIG.2

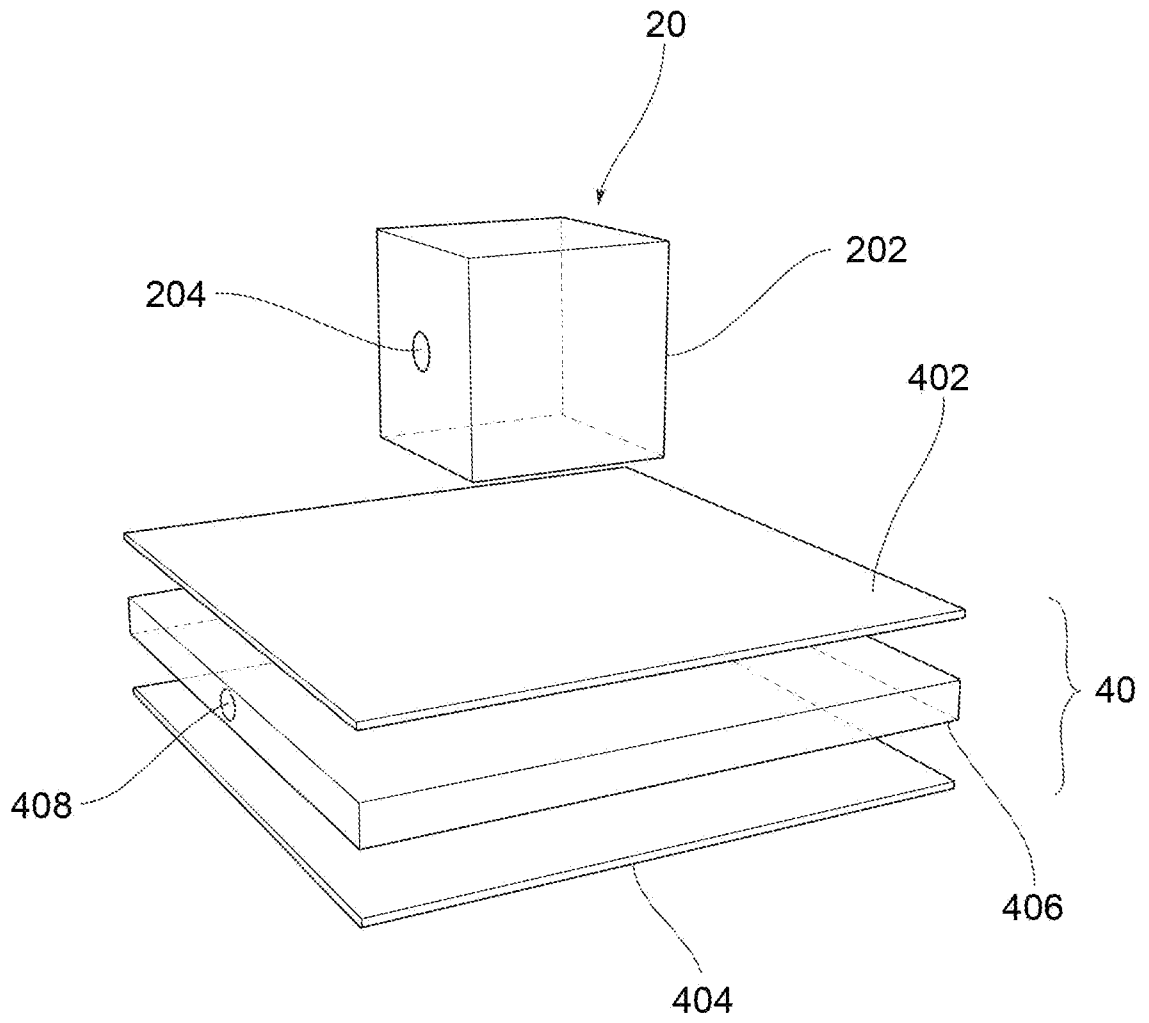


FIG.3

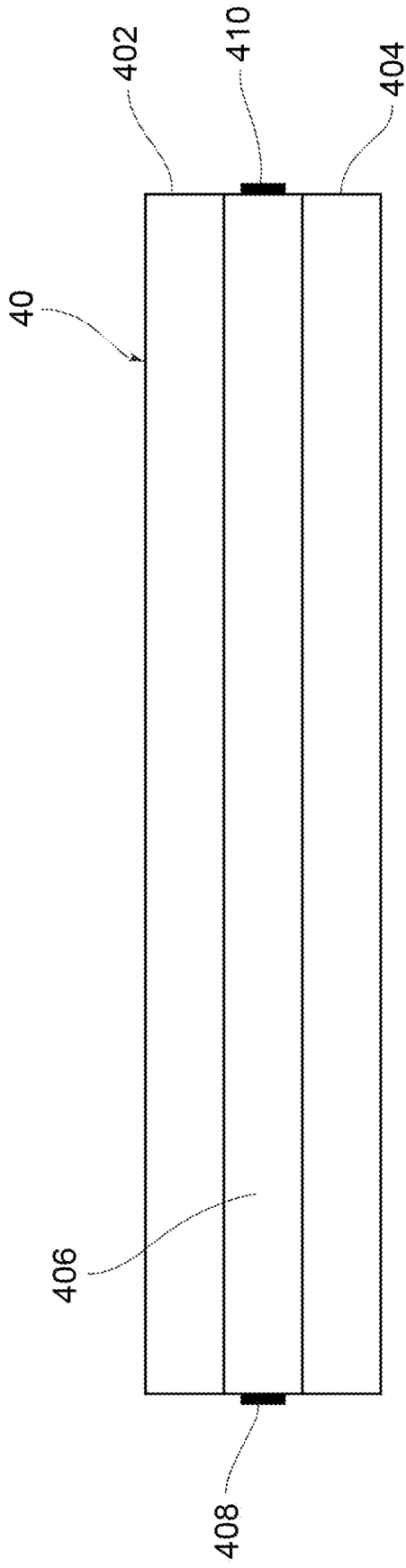


FIG. 4

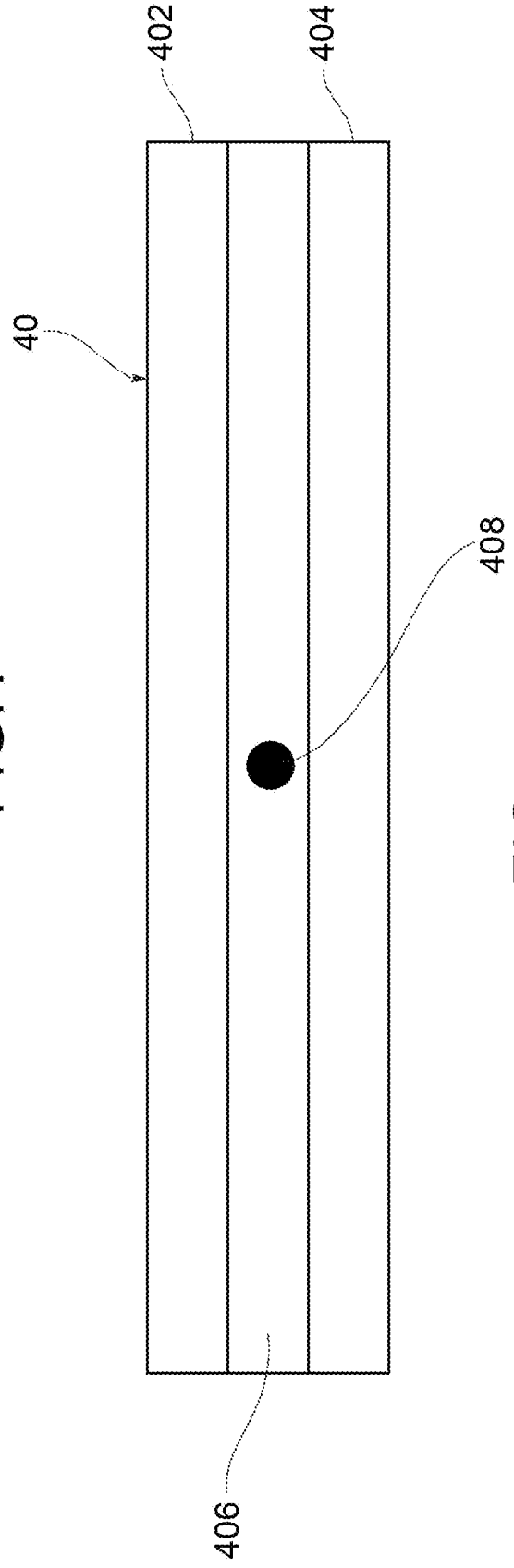


FIG. 5

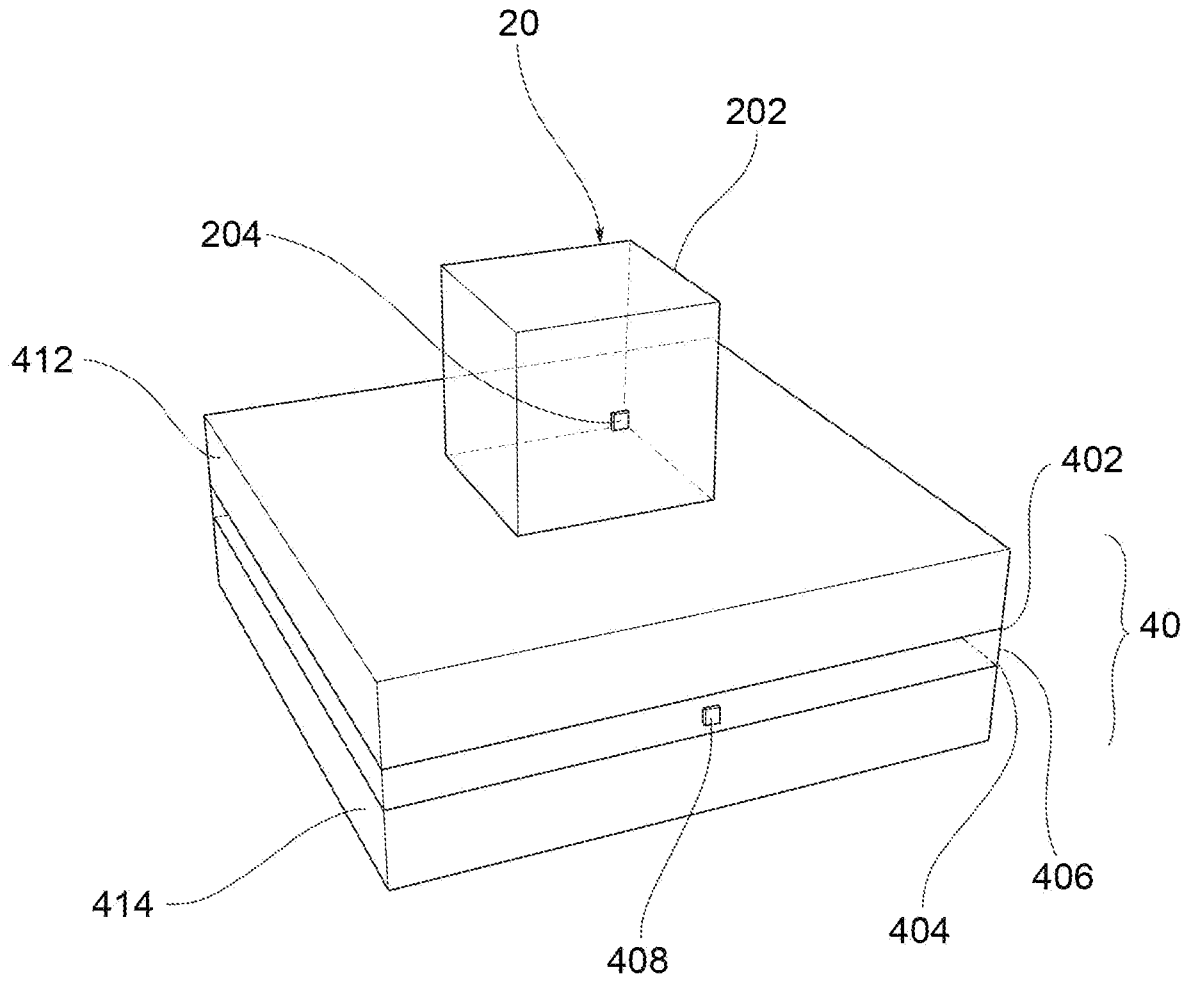


FIG.6

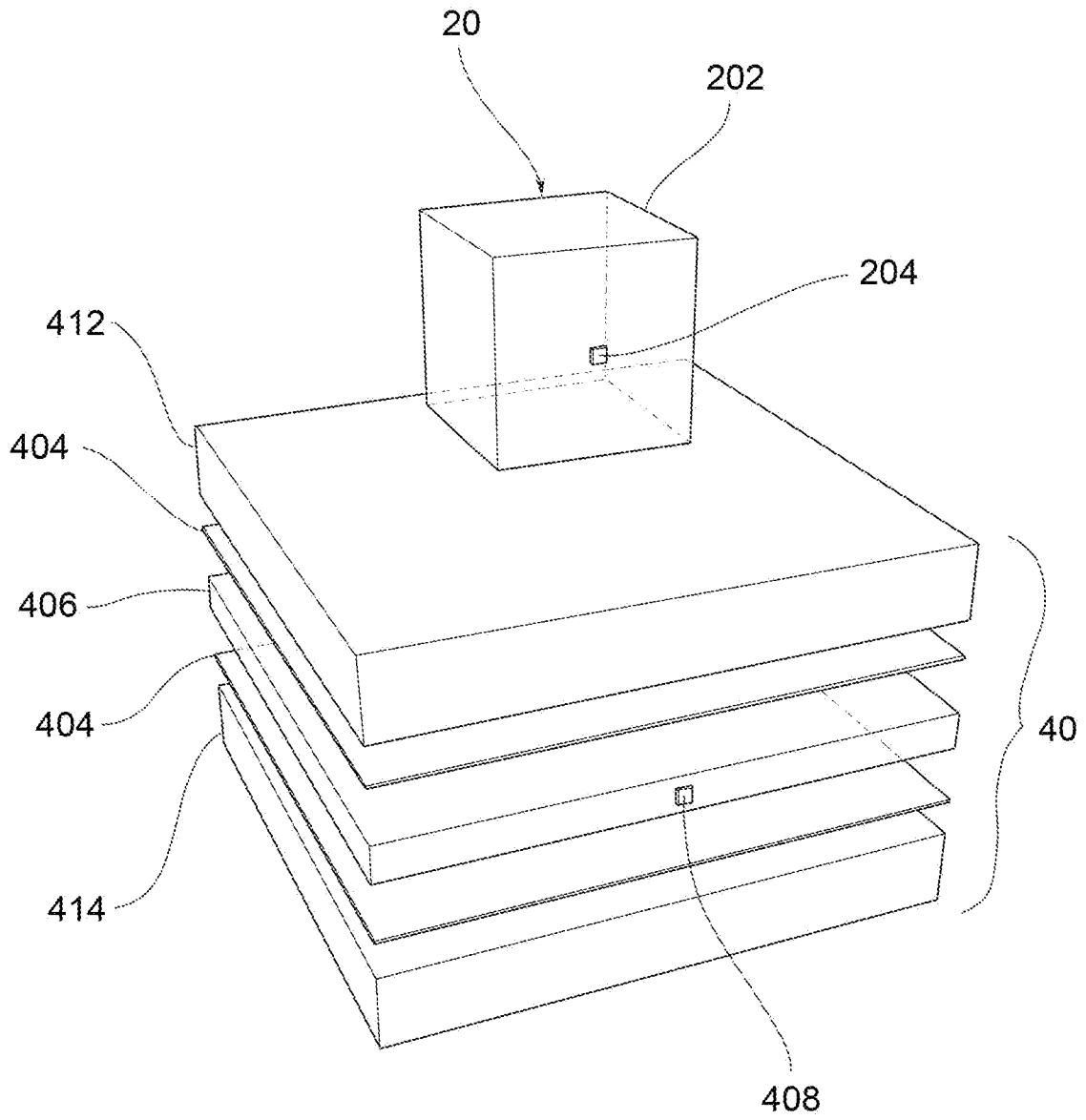


FIG.7