



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

DOMANDA NUMERO	102007901543609
Data Deposito	23/07/2007
Data Pubblicazione	23/01/2009

Titolo

SENSORE TATTILE FLESSIBILE E METODO PER OTTENERLO.

fornisca informazioni sensoriali simili a quelle della pelle umana quando si entra in contatto con essa. Un siffatto sensore deve presentare caratteristiche e prestazioni elevate in termini di funzionalità, 5 sensibilità, complianza, flessibilità, morbidezza e densità.

Sono noti dispositivi con funzione di sensore tattile, tra cui quello descritto in JP61041938 avente una struttura di base rigida sulla quale è disposta 10 una matrice di componenti optoelettronici, comprendente una pluralità di elementi luminosi ed una di elementi sensibili posizionati su due piani distinti sovrapposti. Per ciascun elemento luminoso è prevista una coppia di elementi sensibili 15 raggiungibili dalla luce emessa dalle sorgenti. Gli elementi luminosi emettono radiazioni in direzione ortogonale al piano della struttura di base.

Tale dispositivo ha lo svantaggio di non essere flessibile e quindi non adattabile alla forma 20 dell'oggetto da ricoprire e quindi risulta non utilizzabile per rivestire una superficie, quale in particolare una superficie che cambia forma nel tempo, ad esempio di una ortesi o una protesi robotica.

Un altro svantaggio del suddetto dispositivo noto 25 è che, richiedendo un elevato numero di sorgenti luminose, comporta un considerevole consumo di

corrente elettrica.

Un ulteriore svantaggio del suddetto dispositivo noto è che presenta un ingombro in spessore tale da impedirne l'utilizzo come pelle artificiale.

5 Sintesi dell'invenzione

Nella descrizione che segue per sorgente luminosa si intende una qualsiasi sorgente di radiazione elettromagnetica visibile da un sensore ottico, e quindi estendentesi anche oltre il campo di radiazione
10 visibile dall'occhio umano.

È scopo della presente invenzione fornire un sensore tattile avente una superficie estesa in grado di rilevare il contatto e la pressione con un corpo esterno, rilevando intensità della azione tattile e
15 posizione di applicazione dell'azione stessa, nonchè in grado di rilevare la tipologia e la forma del corpo stesso, in cui tale sensore sia flessibile e quindi utilizzabile come pelle artificiale sensorizzata.

Un altro scopo della presente invenzione è fornire
20 un sensore tattile in grado di fornire, alla persona che vi entra in contatto, una sensazione simile a quella del contatto con la pelle umana.

Ulteriore scopo della presente invenzione è fornire un sensore tattile che richieda per il suo
25 funzionamento una quantità di energia elettrica ridotta.

Un altro scopo della presente invenzione è fornire un sensore tattile optoelettronico avente una elevata resistenza agli urti e a pressioni esercitate anche per lungo periodo.

5 Un ulteriore scopo della presente invenzione è fornire un sensore tattile che abbia una elevata densità di elementi sensibili e quindi una buona risoluzione spaziale.

 È ancora scopo della presente invenzione fornire
10 un sensore tattile optoelettronico di semplice produzione e quindi economico.

Un altro scopo della presente invenzione è fornire un sensore tattile in grado di misurare un range molto ampio di pressioni.

15 Un altro scopo della presente invenzione è fornire un metodo per produrre un siffatto sensore tattile.

 Questi ed altri scopi sono soddisfatti da un sensore tattile avente una superficie sensibile estesa in grado di rilevare il contatto con un corpo esterno,
20 caratterizzato dal fatto di comprendere:

- uno strato flessibile di supporto estendentesi parallelamente a detta superficie sensibile, comprendente:

- una matrice di elementi sensibili alla luce;
25 - almeno una sorgente luminosa che emette una radiazione luminosa secondo un angolo

prefissato rispetto a detto strato flessibile di supporto;

- un circuito elettronico che connette detti elementi sensibili e detta almeno una
5 sorgente;

- uno strato di silicone trasparente depositato su detto strato flessibile di supporto e che sommerge detti elementi sensibili, detta almeno una sorgente luminosa e detto circuito;

10 - una copertura schermante che ricopre esternamente detto strato di silicone trasparente, detta copertura schermante avendo al suo esterno detta superficie sensibile;

- mezzi associati a detto circuito elettronico per
15 correlare l'intensità luminosa ricevuta da detta matrice di elementi sensibili e la deformazione di detto strato flessibile.

In un siffatto dispositivo montato su un qualsiasi corpo, quando uno stimolo di pressione o di contatto
20 agisce sulla superficie sensibile, o sulla copertura schermante, viene provocata la deformazione elastica della copertura e dello strato di silicone trasparente sottostante; di conseguenza cambia la quantità di luce che, dopo essere stata emessa dalle sorgenti luminose
25 e aver attraversato lo strato di silicone trasparente, raggiunge per propagazione diretta, ma anche per

riflessione contro la copertura schermante, gli
elementi sensibili che in corrispondenza dello stimolo
segnalano quindi una variazione di illuminazione
ricevuta. Poiché tale quantità di luce dipende dalla
5 deformazione della copertura e dello strato di
silicone trasparente, dalla sua misura si può risalire
all'intensità della forza applicata sulla superficie
sensibile ed il punto di applicazione.

Tale sensore tattile può essere usato come pelle
10 artificiale in grado di percepire le forme in quanto
il sensore è in grado di fornire una specie d'immagine
della superficie che sta toccando l'intera matrice
sfruttando la grande complianza e conformanza che il
silicone possiede.

15 Vantaggiosamente, detta matrice di elementi
sensibili alla luce comprende una pluralità di
elementi disposti secondo un pattern predefinito,
detta almeno una sorgente luminosa essendo disposta
perifericamente rispetto a detta matrice di elementi
20 sensibili, preferibilmente lungo il contorno di detta
matrice. Una siffatta configurazione permette di avere
un'alta densità di elementi sensibili e quindi un'alta
risoluzione spaziale, dato che non deve essere
previsto tra di loro spazio per alloggiare le sorgenti
25 luminose. Inoltre, una siffatta configurazione
permette di utilizzare un ridotto numero di sorgenti

luminose, comportando una semplificazione costruttiva ed un risparmio energetico, quindi costi ridotti.

Vantaggiosamente, detta matrice di elementi sensibili, detta almeno una sorgente luminosa e detto
5 circuito risiedono sostanzialmente su un medesimo piano. In tal modo si ottiene un ridotto ingombro complessivo in altezza o in spessore. In particolare, detto circuito è ottenuto mediante fotolitografia di uno strato di rame su una faccia di uno strato
10 flessibile di polimide, o su entrambe le facce di detto strato flessibile di polimide, e su detto circuito sono applicati detta matrice di elementi sensibili e detta almeno una sorgente luminosa.

Preferibilmente, detto angolo prefissato rispetto
15 a detto strato flessibile è compreso tra 0° e 90° , in particolare tra 0° e 45° , preferibilmente a 0° . Tale angolo dipende dai risultati che si vogliono ottenere e dalle caratteristiche di sensibilità desiderate.

Preferibilmente, detta copertura schermante ha una
20 faccia interna riflettente, in particolare bianca, ed una faccia esterna di colore scuro, in particolare nera. In altre parole, la faccia interna permette la riflessione interna della luce, mentre la faccia esterna ha lo scopo di impedire che la luce esterna
25 disturbi il dispositivo o che la radiazione interna si disperda nell'ambiente.

Secondo una possibile forma realizzativa, può essere previsto un ulteriore strato esterno che ricopre detta faccia esterna di detta copertura con un materiale morbido che replichi il colore della pelle umana.

Vantaggiosamente, è previsto almeno uno strato morbido trasparente interposto tra detto strato di silicone trasparente e detta copertura schermante, detto strato morbido trasparente essendo molto più morbido di detto strato di silicone trasparente.

In particolare, detto strato morbido trasparente è scelto tra:

- uno strato di silicone morbido;
- una camera d'aria o di gas.

Vantaggiosamente, è prevista una pluralità di strati morbidi trasparenti sovrapposti tra detto strato di silicone trasparente e detta copertura schermante, detti strati morbidi trasparenti essendo di differenti durezze, in particolare disposti in ordine crescente di durezza procedendo da detta copertura verso detto strato flessibile di supporto.

Il possibile stimolo esterno provoca la deformazione della copertura in silicone, di conseguenza cambia la quantità di luce vista dagli elementi sensibili in corrispondenza dello stimolo. Un contatto delicato può essere rilevato grazie al fatto

che il primo strato sotto la copertura è costituito da silicone trasparente altamente morbido (o aria), di conseguenza il silicone può facilmente flettersi per variare la luce interna. Se la forza esterna è elevata
5 tale strato altamente morbido di silicone morbido (o aria) è completamente compresso ed interviene lo strato di silicone trasparente sottostante che allo stesso modo, deformandosi, permetterà agli elementi sensibili di rilevare una diminuzione della quantità
10 di luce.

Vantaggiosamente, ogni elemento sensibile ha un'uscita analogica, derivante ad esempio da un fotodiode, un fototransistore o una fotoresistenza a seconda dell'optocomponente che si utilizza come
15 elemento sensibile. Detta uscita analogica che varia proporzionalmente alla quantità di luce che riceve, di conseguenza, varia proporzionalmente alla compressione della camera siliconica attraverso la quale si propaga la luce emessa dalle sorgenti luminose.

20 Preferibilmente detti mezzi associati a detto circuito elettronico per correlare l'intensità luminosa ricevuta da detta matrice di elementi sensibili e la deformazione di detto strato flessibile comprendono mezzi di calcolo che determinano la
25 variazione nel tempo dei segnali luminosi ricevuti da ciascun elemento sensibile. In particolare, è

possibile identificare il punto dove la pressione è applicata e stimare l'intensità di tale pressione, effettuando una mappatura 3D della matrice. Inoltre, è possibile utilizzare il sensore come un rilevatore di
5 forme, ad esempio l'utilizzo di reti neurali.

Secondo un ulteriore aspetto della presente invenzione, i suddetti scopi sono soddisfatti da un metodo per ottenere un sensore tattile avente una superficie sensibile estesa in grado di rilevare il
10 contatto con un corpo esterno, detto metodo comprendendo le fasi di:

- prevedere uno strato flessibile di supporto estendentesi parallelamente a detta superficie sensibile;
- 15 - disporre su detto strato flessibile una matrice di elementi sensibili alla luce;
- disporre su detto strato flessibile almeno una sorgente luminosa che emette secondo un angolo prefissato rispetto a detto strato flessibile
20 di supporto in direzione di detti elementi;
- disporre su detto strato flessibile un circuito elettronico che connette detti elementi sensibili e detta almeno una sorgente;
- 25 - depositare su detto strato flessibile uno strato di silicone trasparente in modo da

sommergere dette sorgenti luminose, detti
elementi sensibili e detto circuito,

- ricoprire esternamente detto strato di silicone
trasparente con una copertura schermante che
5 ricopre esternamente detta pluralità di strati
morbidi trasparenti, detta copertura schermante
avendo al suo esterno detta superficie sensibile.

Secondo ancora un altro aspetto della presente
invenzione, i suddetti scopi sono soddisfatti da un
10 metodo per misurare un contatto con un corpo mediante
un sensore tattile avente una superficie sensibile
estesa in grado di rilevare il contatto con detto
corpo, detto metodo comprendendo le fasi di:

- disporre uno strato flessibile di supporto
15 estendentesi parallelamente a detta superficie
sensibile;
- disporre su detto strato flessibile una
matrice di elementi sensibili alla luce;
- disporre su detto strato flessibile almeno una
20 sorgente luminosa che emette secondo un angolo
prefissato rispetto a detto strato flessibile
di supporto in direzione di detti elementi;
- disporre su detto strato flessibile un
circuito elettronico che connette detti
25 elementi sensibili e detta almeno una
sorgente;

- depositare su detto strato flessibile uno strato di silicone trasparente in modo da sommergere dette sorgenti luminose, detti elementi sensibili e detto circuito;
- 5 - ricoprire esternamente detto strato di silicone trasparente con una copertura schermante che ricopre esternamente detta pluralità di strati morbidi trasparenti, detta copertura schermante avendo al suo esterno
- 10 detta superficie sensibile;
- rilevare i segnali ricevuti da ciascun elemento sensibile di detta matrice;
- rilevare la variazione nel tempo dei segnali luminosi ricevuti da ciascun elemento
- 15 sensibile;
- determinare la deformata di detta copertura.

Vantaggiosamente, detto strato di silicone trasparente è ottenuto con una fase di deposito di una successione di strati morbidi trasparenti sovrapposti,

20 detti strati morbidi trasparenti essendo disposti in ordine crescente di durezza procedendo da detta superficie sensibile verso detto supporto flessibile.

Breve descrizione dei disegni

L'invenzione verrà di seguito illustrata con la

25 descrizione che segue di una sua forma realizzativa, fatta a titolo esemplificativo e non limitativo, con

riferimento ai disegni annessi in cui:

- la figura 1 mostra un disegno esploso in vista prospettica di un sensore secondo l'invenzione in cui è mostrata una pluralità di strati che vengono sovrapposti ;
- la figura 2 mostra in pianta uno strato flessibile di supporto sul quale sono integrati i componenti optoelettronici contenuti nel dispositivo;
- la figura 3 mostra una sezione trasversale di siffatto sensore;
- le figure 4, 5 e 6 mostrano un'applicazione di un siffatto dispositivo nel contatto tramite un dito umano, in cui in figura 4 il dito sfiora la superficie sensibile, in figura 5 il dito comprime solo uno strato trasparente più morbido ed in figura 6 il dito preme con maggior forza comprimendo sia lo strato trasparente più morbido che quello meno morbido;
- la figura 7 mostra uno schema a blocchi che descrive il funzionamento di un dispositivo secondo l'invenzione.

Descrizione delle forme di realizzazione preferite.

In figura 1 è illustrato un disegno esploso di una forma realizzativa possibile di un sensore tattile avente una superficie sensibile estesa 5' in grado di rilevare il contatto con un corpo esterno.

L'invenzione descritta è ottenuta sfruttando l'optoelettronica. Il sensore comprende uno strato di supporto flessibile 1 molto sottile che rappresenta lo stampato del circuito elettrico stesso sul quale
5 vengono saldati tutti i componenti optoelettronici necessari: una matrice di elementi sensibili 7, il cui numero dipende dalla grandezza e risoluzione spaziale che si vuole avere, e sorgenti luminose 6 che emettono parallelamente al piano del circuito 1 in direzione
10 degli elementi sensibili 7 e poste lungo i lati della matrice.

A seconda dei risultati che si vogliono ottenere, le sorgenti luminose 6 possono essere montate anche con un certo angolo di inclinazione rispetto al piano,
15 ad esempio tra 0° e 45°. Gli elementi optoelettronici sono sommersi da un sottile strato di silicone trasparente 2. Il tutto è ricoperto da una copertura in silicone costituita da due strati uniti 4 e 5: quello interno 4 bianco per permettere la riflessione
20 interna della luce, quello esterno nero 5 per evitare che la luce esterna disturbi il dispositivo. Non è categorico l'uso del colore nero, può essere utilizzato anche un altro colore scuro o addirittura realizzare un ulteriore strato esterno, non mostrato,
25 in silicone che replichi il colore della pelle umana, ad esempio per le applicazioni su protesi di arto. Tra

la copertura 4 e 5 appena descritta e lo strato di silicone trasparente è presente almeno un ulteriore strato di silicone trasparente 3 molto più morbido del precedente o in alternativa uno strato d'aria.

5 Ovviamente, tale strato trasparente morbido intermedio 3 non è necessario, ma è in grado di aumentare il range di pressioni rilevabili dal sensore, come anche, possono essere previsti più piani a sensibilità diverse, ad esempio in ordine di durezza crescente
10 partendo dalla superficie sensibile 5', quindi dalla copertura 4 e 5 verso lo strato flessibile di supporto 1.

Infatti, il possibile stimolo esterno provoca la deformazione della copertura 4 e 5 in silicone, di
15 conseguenza cambia la quantità di luce vista dagli elementi sensibili 7 in corrispondenza dello stimolo. Nelle figure 4-6 è mostrata l'applicazione di un sensore secondo l'invenzione nel contatto da parte di un dito 10. Un contatto delicato può essere rilevato
20 grazie al fatto che lo strato trasparente 3 sotto la copertura 4 e 5 è costituito da silicone trasparente altamente morbido (o aria), di conseguenza il silicone può facilmente flettersi per variare la luce interna. Come mostrato in figura 6, se la forza esterna
25 applicata dal dito 10 è elevata, lo strato trasparente 3 di silicone morbido (o aria) è completamente

compresso ed interviene lo strato di silicone trasparente sottostante 2 che allo stesso modo, deformandosi, permetterà agli elementi sensibili 7 di rilevare una diminuzione della quantità di luce.

5 I materiali scelti per gli strati trasparenti, ad esempio silicone, conferiscono al dispositivo una elevata compliance, e quindi la caratteristica di deformarsi localmente in corrispondenza dello stimolo, in particolare aderendo localmente alla forma esterna
10 al profilo del dito che sta applicando pressione.

In una possibile forma realizzativa di un sensore secondo l'invenzione, ma non limitativa, esso può avere ad esempio forma quadrata con lato di 24 mm e spessore di 3,20 mm. Ovviamente possono essere
15 realizzati sensori secondo l'invenzione di dimensioni anche molto diverse senza uscire dall'ambito dell'invenzione. Nel caso di forma quadrata può essere prevista una matrice di elementi sensibili distribuiti sullo strato di supporto, ad esempio di 5x5 elementi
20 sensibili.

Il numero di sorgenti luminose 6 per ogni lato della matrice e mostrate in figura 2, può variare a seconda della grandezza della matrice stessa. Le distanze tra le sorgenti luminose 6 e la matrice e le
25 distanze tra gli elementi sensibili 7 stessi possono variare a seconda delle esigenze di realizzazione.

A seconda dei "range" di forze in gioco è possibile utilizzare siliconi trasparenti con diverse durezze tra la copertura esterna e l'optoelettronica. Anche il numero di differenti strati di silicone è a
5 piacere.

In figura 7 è mostrato uno schema a blocchi che descrive il funzionamento di un dispositivo secondo l'invenzione. Quando uno stimolo di pressione 30 agisce sulla superficie sensibile del sensore tattile
10 flessibile 31, la matrice di elementi sensibili riceve una quantità di luce che dipende dalla compressione degli strati flessibili trasparenti e ciascun elemento sensibile produce un segnale analogico di tensione proporzionale allo stimolo nel punto in cui si trova
15 ciascun sensore. Si ottiene così una matrice di n segnali di tensione 32. Tali segnali vengono poi trasmessi ad un sistema di acquisizione 33 che può inviare i segnali in uscita ad un PC 35 per una successiva elaborazione per ottenere una mappa grafica
20 3D 37 che permette di visualizzare la distribuzione sul sensore tattile. I segnali in uscita dal sistema di acquisizione possono essere inviati ad un sistema di controllo 34 che può interagire col PC 35 e fornire in uscita segnali di comando per un dispositivo
25 meccanico o mecatronico 36.

La descrizione di cui sopra di varie forme

esecutive specifiche è in grado di mostrare l'invenzione dal punto di vista concettuale in modo che altri, utilizzando la tecnica nota, potranno modificare e/o adattare in varie applicazioni tali
5 forme esecutive specifiche senza ulteriori ricerche e senza allontanarsi dal concetto inventivo, e, quindi, si intende che tali adattamenti e modifiche saranno considerabili come equivalenti delle forme esecutive specifiche. I mezzi e i materiali per realizzare le
10 varie funzioni descritte potranno essere di varia natura senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione. Si intende che le espressioni o la terminologia utilizzate hanno scopo puramente descrittivo e per questo non limitativo.

RIVENDICAZIONI

1. Un sensore tattile avente una superficie sensibile estesa in grado di rilevare il contatto con un corpo esterno, caratterizzato dal fatto di comprendere:
- uno strato flessibile di supporto estendentesi parallelamente a detta superficie sensibile, comprendente:
 - una matrice di elementi sensibili alla luce;
 - almeno una sorgente luminosa che emette una radiazione luminosa secondo un angolo prefissato rispetto a detto strato flessibile di supporto;
 - un circuito elettronico che connette detti elementi sensibili e detta almeno una sorgente;
 - uno strato di silicone trasparente depositato su detto strato flessibile di supporto e che sommerge detti elementi sensibili, detta almeno una sorgente luminosa e detto circuito;
 - una copertura schermante che ricopre esternamente detto strato di silicone trasparente, detta copertura schermante avendo al suo esterno detta superficie sensibile;
 - mezzi associati a detto circuito elettronico per correlare l'intensità luminosa ricevuta da detta

matrice di elementi sensibili e la deformazione di detto strato flessibile.

2. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 1, in cui detta matrice di elementi sensibili alla luce
5 comprende una pluralità di elementi disposti secondo un pattern predefinito, detta almeno una sorgente luminosa essendo disposta perifericamente rispetto a detta matrice di elementi sensibili, preferibilmente lungo il contorno di detta matrice.
- 10 3. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 1, in cui detta matrice di elementi sensibili, detta almeno una sorgente luminosa e detto circuito risiedono sostanzialmente su un medesimo piano.
- 15 4. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 1, in cui detto angolo prefissato rispetto a detto strato flessibile è compreso tra 0° e 90° , in particolare tra 0° e 45° , preferibilmente a 0° .
5. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 1, in cui detta copertura schermante ha una faccia
20 interna riflettente, in particolare bianca, ed una faccia esterna di colore scuro, in particolare nera.
6. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 1, può essere previsto un ulteriore strato esterno che
25 ricopre detta faccia esterna di detta copertura con un materiale morbido che replichi il colore della

pelle umana.

7. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 1 in cui è previsto almeno uno strato morbido trasparente interposto tra detto strato di silicone trasparente e detta copertura schermante, detto strato morbido trasparente essendo molto più morbido di detto strato di silicone trasparente.
8. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 7, in cui detto strato morbido trasparente è scelto tra:
- uno strato di silicone morbido;
 - una camera d'aria o di gas.
9. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 1, in cui è prevista una pluralità di strati morbidi trasparenti sovrapposti tra detto strato di silicone trasparente e detta copertura schermante, detti strati morbidi trasparenti essendo di differenti durezze, in particolare disposti in ordine crescente di durezza procedendo da detta copertura verso detto strato flessibile di supporto.
10. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 1, in cui ogni elemento sensibile ha un'uscita analogica, derivante ad esempio da un fotodiodo, un fototransistore o una fotoresistenza a seconda dell'optocomponente che si utilizza come elemento sensibile.

11. Un sensore tattile, secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi associati a detto circuito elettronico per correlare l'intensità luminosa ricevuta da detta matrice di elementi sensibili e la deformazione di detto strato flessibile comprendono mezzi di calcolo che determinano la variazione nel tempo dei segnali luminosi ricevuti da ciascun elemento sensibile.
12. Un metodo per ottenere un sensore tattile avente una superficie sensibile estesa in grado di rilevare il contatto con un corpo esterno, detto metodo comprendendo le fasi di:
- prevedere uno strato flessibile di supporto estendentesi parallelamente a detta superficie sensibile;
 - disporre su detto strato flessibile una matrice di elementi sensibili alla luce;
 - disporre su detto strato flessibile almeno una sorgente luminosa che emette secondo un angolo prefissato rispetto a detto strato flessibile di supporto in direzione di detti elementi;
 - disporre su detto strato flessibile un circuito elettronico che connette detti elementi sensibili e detta almeno una sorgente;
 - depositare su detto strato flessibile uno strato di silicone trasparente in modo da sommergere

dette sorgenti luminose, detti elementi sensibili e detto circuito,

- ricoprire esternamente detto strato di silicone trasparente con una copertura schermante che
5 ricopre esternamente detta pluralità di strati morbidi trasparenti, detta copertura schermante avendo al suo esterno detta superficie sensibile.

13. Un metodo per misurare un contatto con un corpo
10 mediante un sensore tattile avente una superficie sensibile estesa in grado di rilevare il contatto con detto corpo, detto metodo comprendendo le fasi di:

- disporre uno strato flessibile di supporto
15 estendentesi parallelamente a detta superficie sensibile;
- disporre su detto strato flessibile una matrice di elementi sensibili alla luce;
- disporre su detto strato flessibile almeno una
20 sorgente luminosa che emette secondo un angolo prefissato rispetto a detto strato flessibile di supporto in direzione di detti elementi;
- disporre su detto strato flessibile un circuito elettronico che connette detti elementi
25 sensibili e detta almeno una sorgente;
- depositare su detto strato flessibile uno strato

- di silicone trasparente in modo da sommergere dette sorgenti luminose, detti elementi sensibili e detto circuito;
- 5 - ricoprire esternamente detto strato di silicone trasparente con una copertura schermante che ricopre esternamente detta pluralità di strati morbidi trasparenti, detta copertura schermante avendo al suo esterno detta superficie sensibile;
- 10 - rilevare i segnali ricevuti da ciascun elemento sensibile di detta matrice;
- rilevare la variazione nel tempo dei segnali luminosi ricevuti da ciascun elemento sensibile;
- determinare la deformata di detta copertura.
- 15 **14.** Un metodo, secondo la rivendicazione 12 o 13, in cui detto strato di silicone trasparente è ottenuto con una fase di deposito di una successione di strati morbidi trasparenti sovrapposti, detti strati morbidi trasparenti essendo disposti in
- 20 ordine crescente di durezza procedendo da detta superficie sensibile verso detto supporto flessibile.

p.p. Scuola Superiore di Studi Universitari S. Anna

Fig.1

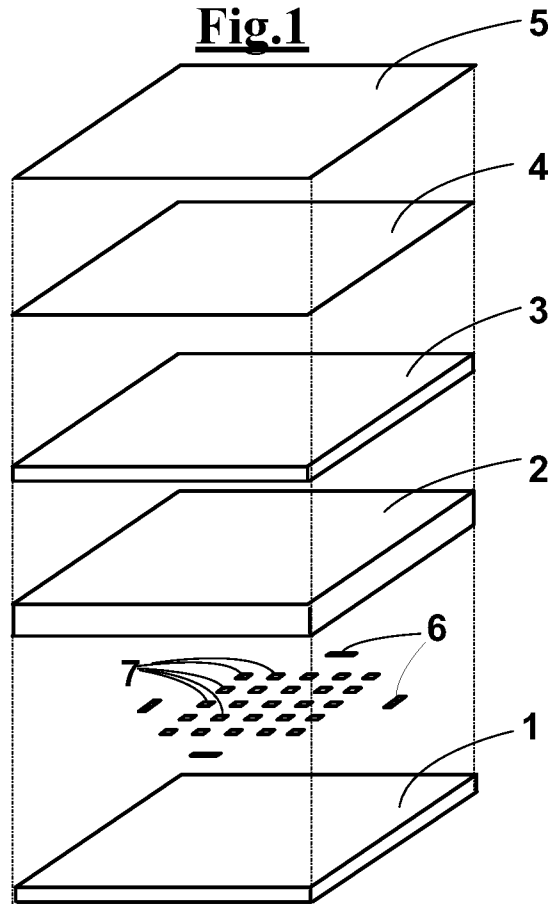


Fig.2

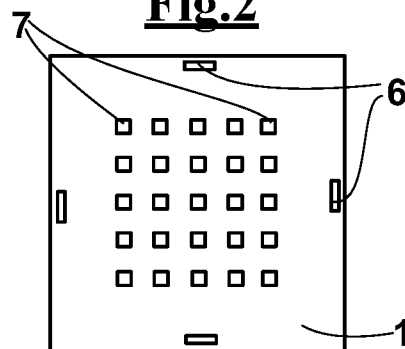


Fig.3

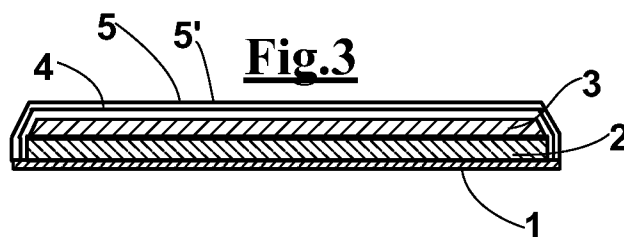


Fig.4

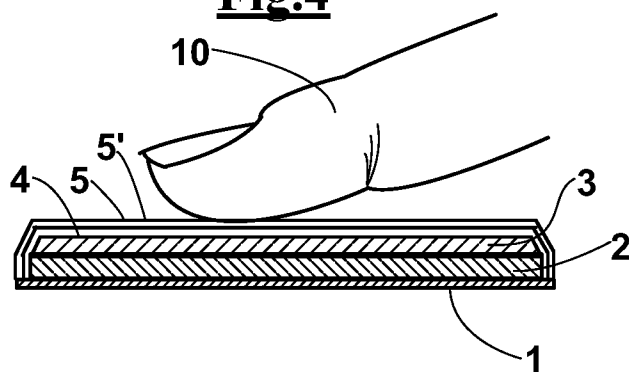


Fig.5

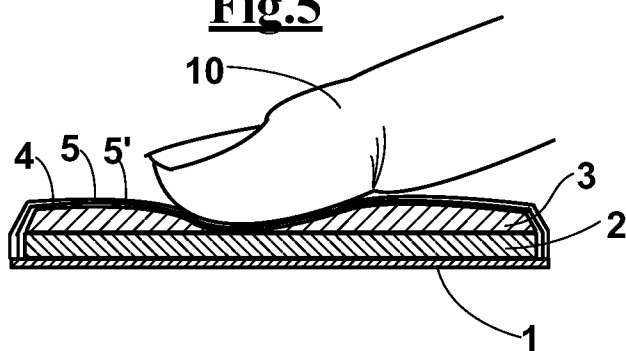


Fig.6

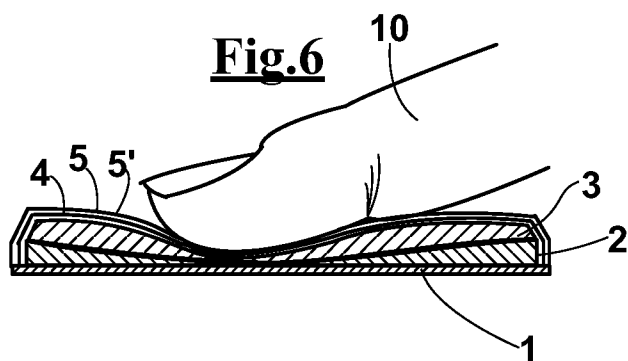


Fig.7

