



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102015000055504
Data Deposito	25/09/2015
Data Pubblicazione	25/03/2017

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	06	K	19	02

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	06	K	19	077

Titolo

Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile
--

Descrizione del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

“Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile”

di: **ZANESI Davide**

a Lecco (LC)

Inventore: ZANESI Davide

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Introduzione

La presente invenzione è relativa alla categoria, particolarmente innovativa, dei dispositivi elettronici realizzati su supporti tessili. In particolare la seguente invenzione tratta di un dispositivo per la conservazione di dati realizzato su supporto tessile estremamente flessibile.

Il dispositivo è in grado di interagire con smartphone, tablet, computer o altri dispositivi elettronici mediante sistemi a radiofrequenza (RFID), ad esempio attraverso la codifica NFC, sistema di trasmissione dati unificato e consorziato.

Il mondo dei dispositivi a radiofrequenza è un settore d'avanguardia e di grande interesse economico: poter conservare informazioni è molto importante in svariati campi applicativi (si pensi al settore logistico, anti-contraffazione o comunicazione). La possibilità di utilizzare questi prodotti su supporto tessile, quindi applicabile a capi di abbigliamento o tessuti in genere, è un traguardo tecnologico avveniristico ed indice di progresso. Questi fattori rendono l'utilizzo di chip e dispositivi NFC particolarmente interessanti per lo sviluppo di nuovi mercati, per soddisfare l'esigenza di innovazione e risparmio economico,

al centro dell'economia odierna.

Vi è dunque particolare interesse per sistemi sempre più tecnicamente performanti, che contestualmente siano economici, e che appaiano "esteticamente" come simbolo di progresso tecnologico. Ancora, si ricercano sistemi possibilmente integrati, in modo da crear il minor ingombro possibile, ottimizzando comfort, estetica e funzionalità.

Il settore dei dispositivi elettronici realizzati su supporti tessili è un chiaro esempio di quanto sopra descritto. In particolare, vogliamo definire con tale termine una determinata arte costruttiva elettronica, non più posta su substrati rigidi o semi-flessibili (quali silicio o plastiche), ma ottenuta direttamente su tessuti, tramite tecnologie avanzate. Tale novità permetterà non solo di facilitare l'utilizzo di questi nuovi dispositivi elettronici in ambiti dove sono già comunemente utilizzati, ma di aprire il loro utilizzo a nuove funzioni fino ad ora impensabili; si cita "i programmatori dovrebbero cominciare a concepire network che possano "finire" direttamente dentro le persone e le loro vite, computer indossabili e tessuti intelligenti" (William J. Mitchell intervistato da Arianna Dagnino, Sole 24 Ore, 24 febbraio 2004, p. 11, Tecnologia & Scienze).

Allo stato dell'arte, con "dispositivi elettronici realizzati su supporti tessili" si definiscono tutti quei dispositivi utilizzati per regolare il passaggio di corrente elettrica attraverso di essi e/o il valore di tensione elettrica ai loro capi, le quali componentistiche sono direttamente realizzate su tessuto. Nella fattispecie particolare della suddetta invenzione bisogna prendere come riferimento i dispositivi a radiofrequenza.

Tale tecnologia sfrutta un segnale elettromagnetico avente frequenza standardizzata, dai 125 Khz ai 5,8 Ghz (ad esempio 13,56 MHz nella codifica NFC), per scambiare informazioni da un dispositivo reader a un dispositivo tag in maniera contact-less. Essendo il dispositivo tag

generalmente privo di alimentazione propria ed essendo, quindi, alimentato dalla portante proveniente dal reader, è ovvio che risulti fondamentale l'accoppiamento energetico dei due dispositivi. Dalla teoria delle Antenne è noto che per emettere un'onda elettromagnetica a una certa frequenza e avente quindi una lunghezza d'onda pari a

$$\lambda = c/f$$

dove c è la velocità della luce e f la frequenza dell'onda, bisogna disporre di un'antenna almeno delle dimensioni di mezza lunghezza d'onda. Eseguendo i calcoli si trova una $\lambda=22$ metri, quindi è necessario disporre di un'antenna di 11 metri affinché sia possibile propagare l'onda.

Essendo invece le antenne comunemente utilizzate in ambito RFID o NFC di dimensioni molto piccole rispetto alle grandezze appena calcolate è più corretto trattare la questione da un punto di vista di accoppiamento di campi tra i due dispositivi piuttosto che parlare di antenne e campi elettromagnetici. Questo è il motivo del raggio di funzionamento limitato della tecnologia NFC.

In particolare, la quasi totalità dei dispositivi reader legati al mondo delle radiofrequenze, genera un campo magnetico a partire da una corrente generata in un sistema a spire; è il caso perciò di analizzare il problema come un caso di induttori mutuamente accoppiati.

La legge fisica alla base dello scambio di energia e, quindi, dell'accoppiamento elettromagnetico di due sistemi di spire (induttori) è la legge di Faraday-Lenz, nota anche come legge di Faraday sull'elettromagnetismo o legge dell'induzione elettromagnetica. Essa costituisce una delle quattro equazioni di Maxwell ed è alla base della correlazione dei fenomeni elettrici con quelli magnetici nel caso non stazionario.

La legge afferma che in una linea chiusa, in presenza di un campo magnetico, si genera una forza elettromotrice, e, quindi, un movimento di carica se l'elemento è conduttore, pari all'opposto della variazione nell'unità di tempo del flusso magnetico del campo attraverso la superficie delimitata da tale linea chiusa.

Parafrasando, ciò significa che in tutti i casi in cui si ha una variazione delle linee di flusso del campo magnetico all'interno di un circuito chiuso, e, quindi, i casi in cui si abbia un campo magnetico variabile nel tempo, i casi in cui il circuito sia in moto relativo rispetto al campo magnetico e i casi in cui il campo magnetico sia in moto relativo rispetto al circuito, si genera nel circuito una corrente.

L'aspetto fondamentale di tale corrente è che questa ha verso tale per cui il campo magnetico che essa genera nella spira si oppone al campo magnetico che ha generato la corrente stessa. Ciò è strettamente legato al principio di conservazione dell'energia ed è evidenziato dal segno meno nella relazione precedente.

In un dispositivo a radiofrequenza, quindi, si viene a generare una corrente a causa della variazione delle linee di flusso del campo magnetico all'interno dell'antenna del tag perché il campo magnetico è variabile nel tempo. Tale corrente alimenta e fornisce informazioni a un circuito integrato saldato sull'antenna, e, questo, a sua volta, alimenta la spira in maniera tale da generare un campo magnetico di risposta al reader. Tali correnti sono generalmente non volute perché nella maggior parte dei casi ciò che producono è semplicemente un riscaldamento per Effetto Joule che diminuisce l'efficienza del sistema. Tra i casi non voluti basti pensare ai trasformatori e alle macchine elettriche; tra i casi in cui tali correnti vengono sfruttate in maniera utile si citano invece i forni a induzione o i freni magnetici. Il motivo per cui le correnti di Foucault risultano utili per amplificare il segnale magnetico in ambito

radiofrequenza è che queste producono un campo magnetico che è sì in opposizione a quello di partenza, ma che, se la geometria dello strato conduttivo lo consente, risulta essere recuperabile e con segno utile dal dispositivo a radiofrequenza.

La tecnologia NFC è comunemente utilizzata per le comunicazioni contact-less a corto raggio basate sull'identificazione a radiofrequenza (RFID) standard utilizzando l'induzione tramite campo magnetico per consentire la comunicazione tra dispositivi elettronici, compresi i dispositivi mobili di comunicazione wireless. Tali comunicazioni a corto raggio vengono utilizzate solitamente per servizi di pagamento e acquisto, come chiavi elettroniche, per servizi di identificazione o configurazione del dispositivo oppure per la condivisione di informazioni.

Tale tecnologia wireless permette di scambiare dati tra dispositivi entro una breve distanza, come pochi centimetri, e viene comunemente utilizzata da dispositivi portatili di comunicazione per sostituire soluzioni wi-fi o Bluetooth.

Ad oggi i prodotti utilizzando la tecnologia NFC presentano supporti rigidi o semi-flessibili. Più comunemente i dispositivi NFC sono montati su supporti plastici costituiti da polimero (i più utilizzati sono PET e PU). Le varianti ad oggi presenti a questa soluzione prevedono o la sostituzione del supporto plastico con uno cartaceo, oppure il montaggio su supporti di polimerici e successivamente l'accoppiamento ad un tessuto (i c.d. tag accoppiati), come ad esempio le etichette intelligenti.

È però ormai noto agli esperti del settore che la realizzazione di un dispositivo NFC su supporto rigido o semi-flessibile presenta, sia in fase di realizzazione che, soprattutto, nelle successive fasi di utilizzo pratico, molteplici problemi, i quali hanno posto un freno alla realizzazione di progetti con tale tecnologia, sia per motivi economici che per

limiti di fattibilità oggettiva.

Solitamente i dispositivi NFC ad oggi esistenti sono realizzati, come già accennato in precedenza, stampando o accoppiando uno strato conduttivo a forma di spirale su un polimero (o supporto diverso). Per funzionare l'antenna deve essere dimensionata in maniera corretta per ottenere una induttanza in grado di reagire alla lunghezza d'onda di trasmissione (nel nostro caso 13.6MHz). Di conseguenza vengono generati dei loop conduttivi di cui sono calcolate tutte le misure. Al termine del loop viene saldato o incollato un chip elettronico o il die elettronico (silicio dopato).

Come enunciato in molti testi, le tracce conduttive realizzate su supporti flessibili devono rispettare delle regole che impongono un limite alle pieghe tollerabili. Ne deriva di conseguenza che tali tracce siano poco resistenti alle flessioni, specialmente quelle laterali. In molte esperienze avute, questi prodotti hanno evidenziato come le rotture fossero spesso legate al cedimento delle saldature del chip sulle tracce conduttive. Inoltre la composizione a spire tramite la quale viene stampato il circuito elettronico e il posizionamento del microchip tramite saldatura o incollaggio rendono l'intero dispositivo estremamente fragile e vulnerabile. La rottura o la manomissione di una sola di tali spire, nonché il distaccamento del chip, comporterebbero l'inoperatività dell'intero sistema NFC e la sua delicatezza comporta la rinuncia all'uso di questa tecnologia in vari ambiti. Un altro fattore negativo relativo agli NFC esistenti riguarda il supporto in materiale rigido o semi-flessibile sul quale viene stampato lo stesso dispositivo, che ne limita la flessibilità e conseguentemente il numero di applicazioni possibili.

Lo scopo principale della presente invenzione è dunque sviluppare un dispositivo a radiofrequenza direttamente su supporto tessile, al fine di eliminare le criticità

precedentemente riscontrate e permettere l'utilizzo del dispositivo su prodotti di abbigliamento, nell'ambito dell'arredamento e nel settore dei tessuti in generale.

In secondo luogo, con la presente invenzione si vuole descrivere un nuovo processo base di costruzione di dispositivi a radiofrequenza adatti alla trasmissione e ricezione di segnali elettromagnetici. Sulla base di questo nuovo processo verranno prese in considerazione le diverse tipologie di dispositivi a radiofrequenza realizzabili a seconda dell'uso che gli si vorrà attribuire.

Ciò che la presente invenzione si pone inoltre come obiettivo, in modo particolarmente inventivo, è realizzare un sistema di trasmissione e ricezione dei dati, operante in radiofrequenza, che invece di utilizzare l'accorpamento induttivo sfrutti un principio nuovo e particolarmente vantaggioso di riflessione del campo magnetico generato dal sistema emettitore. La soluzione risulta molto vantaggiosa per l'applicazione su supporto tessile.

Il risultato della presente invenzione è dunque un innovativo dispositivo elettro-tessile creato direttamente sul tessuto molto più affidabile rispetto ai prodotti attualmente in commercio.

Ancora uno scopo della presente invenzione è descrivere come un elemento metallico, avente geometria studiata, permetta una riflessione ottimizzata del campo elettromagnetico in grado, non solo di bloccare la trasmissione in radiofrequenza, ma anche di amplificarne l'efficacia (misurabile in distanza di lettura, area di lettura e compatibilità con reader commerciali).

Ancora uno scopo della presente invenzione è realizzare ad esempio sistemi di conservazione di dati e informazioni in ambito medicale, fashion, comunicazione, arredamento, logistica, anti-contraffazione e svariati altri mercati non ancora mappati.

Per realizzare detti scopi, il dispositivo tessile deve avere varie funzioni attive e gli elementi elettronici devono essere integrati sul tessuto stesso.

In particolare, la presente invenzione utilizza moduli elettronici a radio frequenza già presenti sul mercato ma di scarsa efficacia e distribuzione. Tali moduli sono stati ideati per la tracciatura di PCB rigidi o per essere co-iniettati in prodotti plastici rigidi. Tali dispositivi funzionano solo in presenza di reader appositi e non sono interfacciabili con smartphone commerciali.

In modo particolarmente vantaggioso, e innovativo, tale modulo viene sfruttato su un supporto tessile, unendo al modulo un riflettore metallico appositamente sagomato che amplifica in segnale entrante e uscente dal modulo a radiofrequenza.

E' noto in fisica che avvicinando un elemento metallico di qualsiasi natura ad un dispositivo elettromagnetico, questo inibisce la trasmissione e la ricezione dei dati conservati nella memoria. E' noto inoltre che elementi metallici vengono utilizzati per schermare abiti e attrezzature dall'influsso di onde elettromagnetiche.

Si osserva che, ogni forma di realizzazione preferita della presente invenzione descrive, utilizzando lo stesso principio fisico, applicazioni differenti, ed ognuna di dette applicazioni, comprende l'utilizzo di materiali, geometrie e forme produttive e realizzative adeguate allo scopo, che possono però variare a seconda dell'ambito applicativo. La presente invenzione descriverà diverse forme di realizzazione preferite, tutte basate sullo stesso principio (ma che si prefiggono obiettivi diversi), ed utilizzanti materiali differenti, ma tutti utili ai fini del procedimento descritto qui di seguito.

Tramite l'utilizzo di questo principio fisico è possibile risolvere molti dei problemi sopra indicati, in modi che verranno illustrati strada facendo, come ad esempio il problema poc' anzi illustrato delle rotture sulle antenne plastiche.

La realizzazione di suddetto dispositivo avviene o applicando direttamente una lamina metallica al tessuto oppure successivamente alla stesura di un materiale polimerico dielettrico e idrorepellente.

Il vantaggio di una struttura multilivello, oltre a quello di migliorare le caratteristiche globali del dispositivo stesso, è la maggior resistenza ad eventuali rotture dello schermo riflettente metallico. Inoltre questo substrato migliora l'adesione dello strato metallico sul tessuto; inoltre diminuisce il tasso di umidità che attraversa la barriera e la conseguente durata del dispositivo migliora.

Questi ed ulteriori vantaggi ottenuti grazie alla presente invenzione, nonché dettagli più specifici, verranno descritti qui di seguito e risulteranno chiari alla lettura della seguente descrizione dettagli di alcune sue forme di realizzazione preferite, da considerarsi in riferimento alle annesse tavole di disegni di cui:

In fig1: è rappresentata la struttura multi-livello del dispositivo descritto;

in fig2: è rappresentata la sezione della struttura multi-livello del dispositivo descritto;

in fig3: è rappresentata una forma di realizzazione del dispositivo

in fig4 e 5 : sono rappresentate ulteriori forme di realizzazioni differenti del dispositivo descritto.

In particolare, come accennato in precedenza, le figure qui allegate rappresentano diverse forme di realizzazione e di fasi realizzative secondo la presente invenzione. Per il processo di assemblaggio in particolare si utilizzano materiali elettricamente conduttivi, materiali

dielettrici e tessuti. Detti materiali, applicati mediante tecnologia serigrafica, incollaggio o termopressatura, vengono applicati su substrati tessili di varia natura, preferibilmente poliesteri, cotone, tessuti non tessuti, tessuti tecnici, tessuti accoppiati o tessuti spalmati. Come mostrato nelle figure che qui di seguito verranno descritte più nel dettaglio, il dispositivo può essere creato ad esempio da un multistrato composto da materiale dielettrico termosaldabile a base di poliuretano, alluminio e materiale termosaldabile a base poliuretano.

Partendo dal tessuto, la produzione del dispositivo può avvenire da lavorazione a rotolo, a fogli o a pezze già tagliate con geometria definitiva. La pezzatura può avvenire mediante taglio laser, fustellatura o taglio meccanico.

Successivamente al tessuto viene applicato uno strato dielettrico ad esempio PUT (poliuretano termo-adesivo). Questo materiale può essere già pre-formato e applicato mediante termo-prensa, stampato mediante tecniche come serigrafia, stampa digitale, spalmatura e flessografia, o è possibile applicarlo anche mediante incollaggio o cucitura. In caso di lavorazione in fogli o a rotolo, i singoli elementi di materiale dielettrico sono posizionati su linyer rigido o semirigido per garantirne il posizionamento e il centraggio con i restanti elementi del dispositivo.

Lo spessore o la geometria dello strato dielettrico sono del tutto ininfluenti sul funzionamento del dispositivo, andando a modificare esclusivamente la finitura finale del prodotto e la flessibilità del dispositivo. Lo strato conduttivo viene realizzato mediante una lamina di materiale conduttivo come ad esempio alluminio. E' possibile utilizzare qualunque materiale conduttivo. Lo spessore dello strato conduttivo varia dai 2.5 micron ai

200 micron. Lo spessore della lamina non influisce sul funzionamento finale del dispositivo.

Questa lamina può essere intagliata per via meccanica, fustellata, water-jet, taglio laser.

Inoltre lo strato metallico può essere anche stampato mediante processo serigrafico o ink-jet o ottenuto per stampaggio in 3D.

Inoltre è possibile ottenere lo strato conduttivo cucendo pezzi di tessuto conduttivo.

Inoltre è possibile ottenere lo strato conduttivo ricamando la geometria con fili conduttivi.

Per fissare lo strato conduttivo ai substrati inferiori è possibile incollare il suddetto elemento con colle per tessuti o simili.

Migliori risultati sono stati ottenuti con un riflettore metallico di misure esterne 32 x 35 mm, con una fessura centrale di dimensione 1.5mm. Riflettori di forme e dimensioni diverse hanno dato risultati migliori o peggiori a seconda delle dimensioni dell'antenna del reader (elemento emittente dell'onda elettromagnetica).

Successivamente viene posizionato e fissato il modulo elettronico a radiofrequenza, ad esempio il modello LXMS33HCNK-167 (nome commerciale) prodotto da Murata.

Suddetto modulo contiene al suo interno il die e una piccola antenna dimensionata in modo da rispettare la normativa e l'accordatura a 13.56 Mhz.

Il modulo elettronico si posiziona in un punto preciso mediante braccio meccanico cartesiano o sistema pick&place. Per fissare il dispositivo viene utilizzato un collante applicato sotto al dispositivo o direttamente sui substrati inferiori.

Il multi-strato così formatosi viene chiuso con un secondo strato dielettrico anch'esso sagomato con le tecniche precedentemente indicate.

Il materiale dielettrico può essere un polimero termo-saldabile come ad esempio il PUT.

Completata la creazione della sezione del sistema a multistrato, in caso di lavorazione a rotolo o in fogli si passa alla pezzatura dei singoli elementi mediante tagli meccanici o al laser.

Le geometrie dello strato conduttivo possono essere varie, calcolate e ricavate per ottenere il corretto effetto di amplificazione del segnale.

E' fondamentale sottolineare che, uno dei punti che rende detto dispositivo particolarmente innovativo e vantaggioso è che, detto dispositivo, si può realizzare utilizzando materiali conduttivi con varie geometrie e spessori, strati dielettrici con varie geometrie e spessori, su supporti tessili di varia natura. I risultati ottenuti hanno dimostrato che, ognuna delle descritte forme di realizzazione è funzionale e performante, e quindi detto processo permette di realizzare differenti applicazioni e di ottenere varie soluzioni tecnologiche.

Si osservi che, la differenza fondamentale rispetto alle tecnologie già esistenti è apparsa evidente già dalle prime sperimentazioni di detto dispositivo. Infatti già durante la prima sperimentazione si è riscontrato che utilizzando detto dispositivo è stato possibile ottenere lo scambio di dati tra il dispositivo tessile ed uno smartphone. Detta sperimentazione, ha dimostrato la possibilità di poter realizzare un elevato numero di geometrie, ottenibile con caratteristiche di lettura differenti riscontrabili. Partendo dalla distanza in cui posizionare la fonte emittente dell'onda è possibile verificare l'efficacia o meno di tutte le geometrie in sperimentazione. Inoltre, verifiche effettuate mediante appositi tester hanno confermato che i valori delle distanze di lettura del dispositivo rispetto alla fonte emittente sono uguali o addirittura maggiori rispetto alle letture effettuate con i tradizionali dispositivi a radiofrequenza ottenuti per sistema induttivo.

Ancora, si specifica che, l'assenza di collegamento con componenti elettronici rigidi, come ad esempio il die nei dispositivi a induzione, riduce al minimo le possibili rotture del dispositivo stesso.

Si osserva infine che, in caso di lesione o rottura dello strato conduttivo, il dispositivo continua comunque ad operare con una riduzione delle performance nell'ordine del 25/35%.

A titolo di mero esempio, si osserva ulteriormente che, nel contesto dei dispositivi a radiofrequenza, i chip elettronici siano compatibili con le codifiche standardizzate e gestite da consorzio NFC. Ad esempio si fa riferimento ISO 14443 type A.

Il tessuto utilizzato a titolo d'esempio è preferibilmente un tessuto di poliestere, o cotone, o cotone-poliestere od ancora tessuto non tessuto. Il vantaggio dell'utilizzo di un tessuto di poliestere è che ha elasticità limitata, e per questo è possibile pensare di utilizzare con affidabilità spessori di materiale conduttivo limitati, in quanto questo deve avere una limitata resistenza alla trazione, e questo permette, in modo particolarmente vantaggioso di avere una elevata affidabilità nel funzionamento.

Si è inoltre verificato che, preferibilmente, detto materiale conduttivo deve aver il minor valore di resistività interno ed uno spessore indicativo di 24 micron. Detto valore può essere anche diverso e varia a seconda delle esigenze di flessibilità e costi produttivi.

In particolare più nel dettaglio, il processo secondo la presenta invenzione comprende i seguenti passaggi:

- a) Pezzatura del tessuto, o srotolamento della bobina
- b) Posizionamento su una forma calibrata o su un piano aspirato calibrato.
- c) Pezzatura del primo strato dielettrico termo-adesivo ad esempio PUT.

- d) Centraggio del primo strato dielettrico termo-adesivo mediante bracci cartesiani o maschere di posizionamento
- e) Termo-pressatura del materiale dielettrico secondo specifiche del materiale richiesto (20 secondi a 165° C ad esempio).
- f) Pezzatura del riflettore metallico secondo geometria e spessore desiderati
- g) Stesura di un sottile strato di materiale adesivo (evapora col calore)
- h) Posizionamento del riflettore metallico mediante controllo CNC o maschere di posizionamento
- i) Applicazione del punto di colla mediante controllo CNC o stencil
- j) Posizionamento del modulo elettronico a radiofrequenza ,ad esempio LXMS33HCNK-167, in un punto calibrato mediante controllo CNC o maschere di posizionamento
- k) Pezzatura materiale termo-adesivo dielettrico ad esempio PUT
- l) Centraggio materiale termo-adesivo dielettrico mediante controllo CNC o maschere di posizionamento
- m) Termo-pressatura del materiale dielettrico secondo specifiche del materiale richiesto (20 secondi a 165°C ad esempio).
- n) Rifilatura del dispositivo mediante taglio laser, taglio meccanico o waterjet.

Tra ogni fase, ovviamente, vengono effettuate tutte le fasi di centraggio e alimentazione proprie dei sistemi per creazione di prodotti multistrato.

E' stato verificato che detto processo, che si realizza seguendo tutte le fasi descritte, può essere modificato a seconda delle esigenze tecniche e di prestazioni richieste dal dispositivo.

In particolare l'utilizzo di materiali dielettrici come ad esempio il PUT sono adatti all'utilizzo sul tessile, essendo usati come noto per la creazione di ornamenti e personalizzazione di prodotti di abbigliamento o arredamento.

I dispositivi che utilizzano il procedimento sopra descritto, in modo particolarmente vantaggioso, risultano molto flessibili ed il riflettore metallico non si lacera in maniera significativa (o in grado di inibire il dispositivo) in caso di manipolazione del tessuto; inoltre è stato verificato che la barriera all'acqua dei materiali dielettrici (preferibilmente, ma non necessariamente disposti sia sotto che sopra al riflettore metallico e l'incapsulamento dell'elemento elettrico) rende il dispositivo effettivamente lavabile, stirabile e, grazie ad un profilo di solo tessuto, cucibile con metodi noti agli esperti del settore.

Una forma di realizzazione preferita dell'invenzione, che è risultata particolarmente utile e performante, è qui riportata a mero titolo d'esempio: molto d'attualità è l'utilizzo di dispositivi per conservare informazioni su t-shirt con cotone leggeri e quindi molto flessibili.

Con il procedimento secondo la presente invenzione:

- Partenza da maglia di cotone o simili (polo, felpe etc, per esempio jersey 135 grammi pettinato)
- Posizionamento su manichino come da arte nota
- Centraggio della zona su cui creare il dispositivo
- Pezzatura del primo strato dielettrico termo-adesivo ad esempio PUT.
- Centraggio del primo strato dielettrico termo-adesivo
- Termo-pressatura del materiale dielettrico
- Pezzatura del riflettore metallico secondo geometria e spessore desiderata

- Stesura di un sottile strato di materiale adesivo (evapora col calore)
- Posizionamento del riflettore metallico
- Applicazione del punto di colla
- Posizionamento dell'elemento elettronico
- Pezzatura materiale termo-adesivo dielettrico
- Centraggio materiale termo-adesivo dielettrico
- Termo-pessatura del materiale dielettrico

Seguendo questo procedimento innovativo, si ottiene il dispositivo NFC direttamente sulla t-shirt o altro capo di abbigliamento. E' possibile, modificando la tipologia di materiale dielettrico utilizzato, realizzare il dispositivo NFC su diversi substrati tessili con risultati pressoché identici. Come visto in precedenza, è possibile realizzare questi dispositivi su pezze esterne (in bobina o in pezze) e poi cucirle in un secondo momento in modo da poterle applicare ovunque sulla maglia. Detta maglia, una volta indossata da un qualsiasi individuo, contiene salvate svariate informazioni come ad esempio informazioni mediche per il primo soccorso, indicazione e posizioni su mappe per rintracciare il domicilio, numeri di telefono da contattare in caso di emergenze o anche link ad indirizzi internet, cataloghi aziendali, video, foto etc. Inoltre, sfruttando la codifica NFC tutti i contenuti digitali (1024 bits) sono utilizzabili su smartphone tradizionali.

E' possibile, in caso di necessità di riduzione di costi e necessità di maggior flessibilità, di eliminare il primo strato di materiale dielettrico. In particolare per prodotti da applicare su maglierie leggere risulta molto vantaggioso:

- Pezzatura del tessuto, o srotolamento della bobina
- Posizionamento su una forma calibrata o su un piano aspirato calibrato.

- Pezzatura del riflettore metallico
- Posizionamento del riflettore metallico
- Applicazione del punto di colla
- Posizionamento dell'elemento elettronico
- Pezzatura materiale termo-adesivo dielettrico
- Centraggio materiale termo-adesivo dielettrico Termo-pressatura del materiale dielettrico
- Rifilatura del dispositivo mediante taglio laser, taglio meccanico o waterjet.

Questo dispositivo risulta più sottile (circa 50 micron) e di conseguenza più flessibile. Il prodotto è adatto da applicare su prodotti molto leggeri che non necessitano di una lunga durata e devono necessariamente avere costi limitati.

Un ulteriore esempio di forma di realizzazione preferita secondo la presente invenzione, che dimostra l'effettiva versatilità del procedimento qui descritto, è la creazione di un dispositivo con un elevato tasso di durata e affidabilità necessario in ambito bio-medicale e di sicurezza sul lavoro.

Modello realizzativi del dispositivo NFC a lunga durata:

- Pezzatura del tessuto, o srotolamento della bobina
- Posizionamento su una forma calibrata o su un piano aspirato calibrato
- Pezzatura del primo strato dielettrico termo-adesivo
- Centraggio del primo strato dielettrico termo-adesivo
- Termo-pressatura del materiale dielettrico
- Stampaggio dello strato conduttivo mediante materiali elettricamente conduttivo attraverso tecnologia serigrafica, ink-jet, flessografia, spruzzo, coating o stampaggio 3D.
- Polimerizzazione dei materiali conduttivi

- Applicazione del punto di colla
- Posizionamento dell'elemento elettronico
- Pezzatura materiale termo-adesivo dielettrico ad esempio PUT
- Centraggio materiale termo-adesivo dielettrico mediante controllo CNC o maschere di posizionamento
- Termo-pressatura del materiale dielettrico secondo specifiche del materiale richiesto (20 secondi a 165°C ad esempio).
- Rifilatura del dispositivo mediante taglio laser, taglio meccanico o waterjet.

Analogamente al modello realizzativo precedente, il dispositivo è ottenibile sia su pezza o rotolo o direttamente su un capo di abbigliamento, oppure su tessuti da arredamento, lenzuola, tovaglie e tovaglioli etc. L'esperienza acquisita indica che, come esposto in altri brevetti, la stampa di materiali conduttivi permette una maggior elasticità dello strato metallico, riducendo o eliminando direttamente eventuali lesioni dello strato stesso mantenendo un rendimento di funzionalità del dispositivo costante e garantendo il suo funzionamento nel tempo. Questo fattore lo rende molto indicato in utilizzi medicali in cui per normativa è richiesta una forte affidabilità dei dispositivi che in caso di emergenza devono garantire le performance.

Di contro si indica che il suddetto processo aumenta in maniera significativa i tempi di produzione in quanto il materiale conduttivo per polimerizzare alle caratteristiche desiderate impiega diverso tempo (ad esempio 25 minuti per materiali commerciali).

Inoltre prima di poter stampare lo strato conduttivo è necessario asportare un lyner necessario a proteggere lo strato dielettrico e a mantenerlo in forma durante la lavorazione.

Per migliorare il modello si potrebbe procedere nel seguente modo:

- Pezzatura del tessuto, o srotolamento della bobina
- Posizionamento su una forma calibrata o su un piano aspirato calibrato.
- Stampaggio dello strato dielettrico mediante tecnica serigrafica, ink-jet, flessografia, spruzzo, coating o stampaggio 3D.
- Polimerizzazione del materiale dielettrico
- Stampaggio dello strato conduttivo mediante materiali elettricamente conduttivo attraverso tecnologia serigrafica, ink-jet, flessografia, spruzzo, coating o stampaggio 3D.
- Polimerizzazione dei materiali conduttivi.
- Applicazione del punto di colla
- Posizionamento dell'elemento elettronico
- Pezzatura materiale termo-adesivo dielettrico ad esempio PUT
- Centraggio materiale termo-adesivo dielettrico mediante controllo CNC o maschere di posizionamento
- Termo-pressatura del materiale dielettrico secondo specifiche del materiale richiesto (20 secondi a 165°C ad esempio).
- Rifilatura del dispositivo mediante taglio laser, taglio meccanico o waterjet.

Dati i tempi più ampi, l'aver eliminato una lavorazione si dimostra una scelta utile ed efficace sui costi complessivi del prodotto.

Specialmente, ma non solo, nell'ambito fashion e dell'arredamento, è possibile creare fornire il dispositivo NFC con una finitura diversa dal polimero termo-saldato.

Nell'utilizzo del dispositivo accade che sia applicato su prodotti di alta gamma, con un design studiato e con la necessità di inserirsi in un sistema di prodotto "completo". Esempio è un bracciale dal forte carattere innovativo indossabile da bambini. Questo bracciale è

realizzato in tessuto e il dispositivo NFC viene creato su una parte di esso. Per aumentare il livello estetico e la flessibilità del prodotto, il dispositivo viene così realizzato:

- Pezzatura del tessuto secondo design definitivo
- Posizionamento su una forma calibrata o su un piano aspirato calibrato.
- Pezzatura del primo strato dielettrico termo-adesivo
- Centraggio del primo strato dielettrico termo-adesivo
- Termo-pressatura del materiale dielettrico
- Pezzatura e posizionamento del riflettore metallico o stampaggio dello strato conduttivo mediante materiali elettricamente conduttivi.
- Applicazione del punto di colla
- Posizionamento dell'elemento elettronico
- Stesura materiale dielettrico mediante serigrafica o tramite applicazione di speciali vernici (ad esempio vernici a base PU o siliconiche).
- Rifilatura del dispositivo mediante taglio laser, taglio meccanico o waterjet.

In questo modo, controllando il processo di stampa si ottiene un prodotto con una finitura superficiale migliore. Inoltre, avendo lo stato in serigrafia o a spruzzo uno spessore inferiore al materiale termo-adesivo, il dispositivo risulterà più flessibile.

Un ulteriore modello di realizzazione consiste nella creazione di dispositivi con maggior distanza di lettura. La distanza di lettura permette di interagire con i dispositivi NFC da una distanza superiore. Dall'esperienza maturata risulta che la distanza di lettura del dispositivo fin qui descritto è intorno ai 15 mm, in linea con i dati di lettura dei dispositivi tradizionali ad induzione. Si pensi ora di realizzare una divisa scolastica per ragazzi con il dispositivo

NFC integrato: per monitorare i movimenti degli alunni vengono posizionati dei reader lungo il percorso (porte dei pullman) accessi a scuola, accessi ai bagni. Questi accessi vengono attivati e gestiti dal dispositivo NFC indossato sulla divisa dei ragazzi. Per ottimizzare le funzionalità associate al dispositivo, si rende necessaria una distanza di lettura maggiore rispetto ai 15 millimetri indicati in precedenza. Studi e sperimentazioni hanno portato alla creazione di dispositivi NFC tessili con un modulo elettronico a radiofrequenza interno con dimensioni maggiori. Il risultato è stata una distanza di lettura anche di 40 mm. Infatti il dispositivo elettrico, come ad esempio il modulo LXMS33HCNK-167, ha una dimensione indicativa di 3 millimetri per 3 millimetri. Usando un modulo con le stesse caratteristiche ma con dimensioni maggiori (anche da 10 x 10 mm), le distanze di lettura sono notevolmente aumentate. Il dispositivo risulta però maggiormente invasivo. Inoltre, le caratteristiche elettroniche del modulo NFC dipendono dalla tipologia di die inserito. In commercio esistono svariati die con caratteristiche di memoria e prestazioni differenti. La scelta della tipologia di die utilizzabile dipende dalle prestazioni attese dal dispositivo NFC tessile.

Infine riportiamo i dati sulle performance del dispositivo tessile NFC al variare delle geometrie dell'elemento riflettente. Dalle letture e dai test effettuati, utilizzando svariati modelli e tipologie di smartphone e reader, è risultato che la misura ottimale del riflettore è di 32 per 35 millimetri. Dai test è inoltre emerso che maggiori sono le dimensioni dell'antenna emittente e maggiore è il campo di lettura del dispositivo. In questo caso si consiglia infatti di creare un riflettore più grande. In caso invece di antenne sui reader più piccoli è consigliabile creare dei riflettori più piccoli così da migliorare l'effetto di lettura del dispositivo. Anche le geometrie variano dalle performance richieste. Possono essere

creati dispositivi con riflettori circolari, quadrati o a geometria complessa. È fondamentale che in qualsiasi geometria sperimentata sia creata una zona di inversione del campo magnetico così da ottenere l'effetto fisico di riflessione del campo.

Su alcuni modelli di dispositivo NFC, sui riflettori sono stati praticati dei fori o delle fessure per migliorare l'adesione di tutti gli strati. Inoltre il bordo può essere sagomato così da migliorare ulteriormente l'adesione dei due strati dielettrici. Dalle sperimentazioni effettuate è emerso un aumento dell'affidabilità dei dispositivi con le seguenti caratteristiche.

Detto dispositivo innovativo ha ambiti di applicazione davvero vasti. Ci limitiamo ad elencarne, in modo esemplificativo ma non riduttivo, quelli in cui risulta essere molto competitivo e diversificato, soprattutto per quelle applicazioni in cui è importante avere un elevato tasso di flessibilità del tessuto e nelle quali è consigliato il lavaggio del prodotto:

- Nel settore dell'abbigliamento sportivo, ad esempio, si programma il dispositivo per conservare indicazioni medico/sanitario per il primo soccorso degli atleti, oppure i contatti essenziali per l'abbigliamento da trekking.
- Nell'abbigliamento moda per la realizzazione di maglie, polo, felpe etc, interattive per salvare tutti i dati desiderati sullo stesso indumento (nome del proprietario, certificati di originalità e tracciatura di produzione, contatti in caso di emergenza).
- Nell'ambito sanitario per salvare informazioni mediche di anziani e malati cronici, oppure, per ospedali e case di cura, la possibilità di salvare sulla maglia intima la scheda medica del paziente.
- Nell'ambito Promotion & Merchandising è possibile salvare messaggi digitali, foto, video, cataloghi etc in t-shirt e abbigliamento promozionale.

- Indumenti per animali in cui salvare la posizione della casa o un contatto del padrone dell'animale.
- Tessuti da arredamento, per produzioni pregiate, così da indicare l'originalità del manufatto.
- Tovaglie, tovaglioli, asciugamani o accappatoi in cui salvare servizi digitali a ristoranti e alberghi.
- Carrozze e passeggini in caso di smarrimento o furto etc.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile (1), ideato e realizzato sul principio fisico della riflessione del campo magnetico generato da una trasmissione elettromagnetica, comprendente l'utilizzo di tessuti come supporto, materiali isolanti dielettrici, materiali conduttivi quali lamine di metallo o elementi stampati, moduli a radiofrequenza con antenna incorporata realizzati secondo le normative e le unificazioni internazionali e realizzato seguendo, o dalla combinazione, dei seguenti passaggi:

a) pezzatura del tessuto (1), srotolamento della bobina o utilizzo di prodotti tessili già conformati.

b) applicazione di uno strato di materiale dielettrico (2) mediante termo-pressatura, stampaggio serigrafico, ink-jet, flessografia, spruzzo, coating o stampaggio 3D.

c) Posizionamento del riflettore metallico (3) precedentemente pre-formato mediante controllo CNC, maschere di posizionamento oppure stampato mediante materiali elettricamente conduttivo attraverso tecnologia serigrafica, ink-jet, flessografia, spruzzo, coating o stampaggio 3D.

d) Posizionamento e incollaggio di un modulo elettronico a radiofrequenza (4) con antenna incorporato di varie dimensioni.

e) Chiusura del multi-strato ottenuto con un secondo materiale dielettrico (5) mediante termo-pressatura, stampaggio serigrafico, ink-jet, flessografia, spruzzo, coating o stampaggio 3D.

f) Eventuale rifilatura del dispositivo attraverso taglio meccanico o taglio laser lasciando un lembo per la cucitura del dispositivo su altri prodotti tessili.

2. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile (1) realizzato secondo la rivendicazione 1 , comprendente inoltre, in ogni fase, operazioni di centraggio ed alimentazione proprie della creazione di dispositivi a multistrato.

3. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile (1) secondo la rivendicazione 1 in cui si utilizza un modulo a radiofrequenza con antenna incorporata (4), posizionandolo su un riflettore metallico (3) in lamina o stampato con geometria studiata.

4. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile (1) secondo le rivendicazioni precedenti in cui lo strato di materiale conduttivo (3) è ottenuto direttamente sul tessuto.

5. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile (1) secondo le rivendicazioni precedenti in cui i materiali dielettrici (2) (5) sono polimeri applicabili al tessuto mediante termo-pressatura, stampa serigrafica, stampa ink-jet, flessografia, coating o stampaggio 3D.

6. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile secondo le rivendicazioni precedenti, in cui detto substrato tessile (1) è preferibilmente un tessuto ad

esempio del tipo poliestere, cotone, cotone-poliestere, tessuto non tessuto, tessuti tecnici, tessuti accoppiati o tessuti spalmati.

7. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile (1) secondo le rivendicazioni precedenti in cui lo strato conduttivo (3), indistintamente da come realizzato, permetta l'inversione del campo magnetico mediante riflessione dell'onda elettromagnetica proveniente dal reader.

8. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile (1) secondo le rivendicazioni precedenti in cui il multistrato ottenuto viene incapsulato con un materiale dielettrico (5) mediante termo-pressatura, stampa serigrafica, stampa ink-jet, flessografia, coating o stampaggio 3D.

9. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile (1) secondo le rivendicazioni precedenti in cui viene lasciato un elemento di solo tessuto (1) necessario alla cucitura del dispositivo su tessuti o capi d'abbigliamento.

10. Dispositivo elettronico a radio frequenza passivo realizzato su supporto tessile (1) secondo le rivendicazioni precedenti in grado di rispettare le codifiche internazionali per la radio frequenza in ambito passivo.

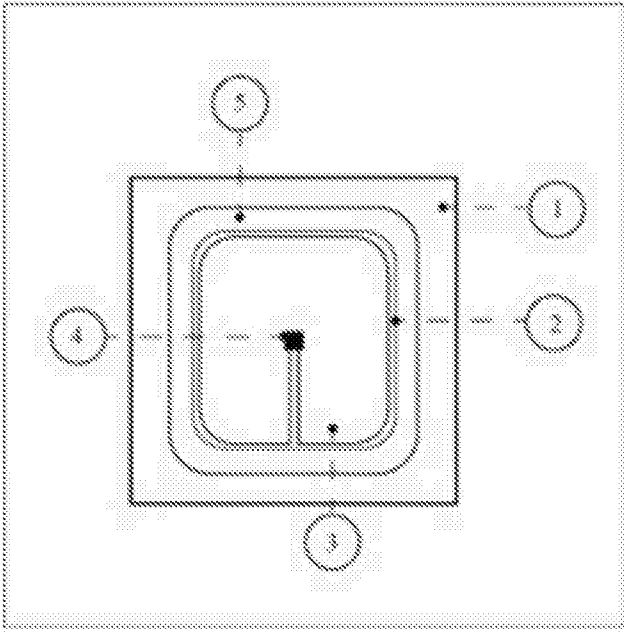


fig 1

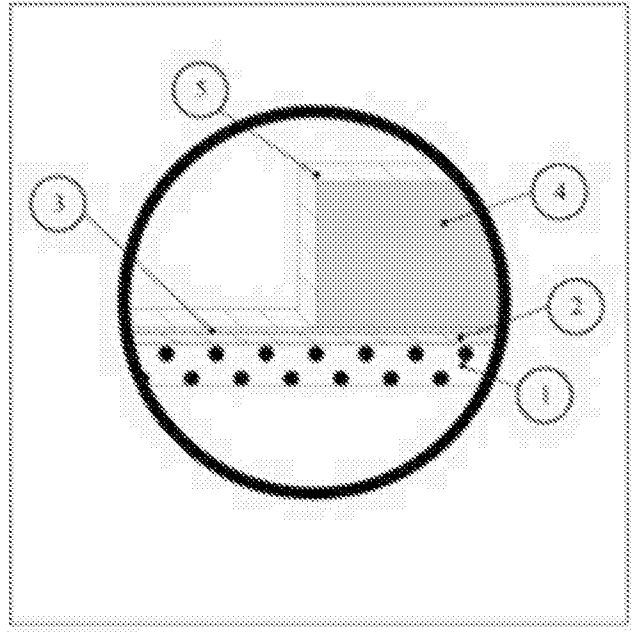


fig 2

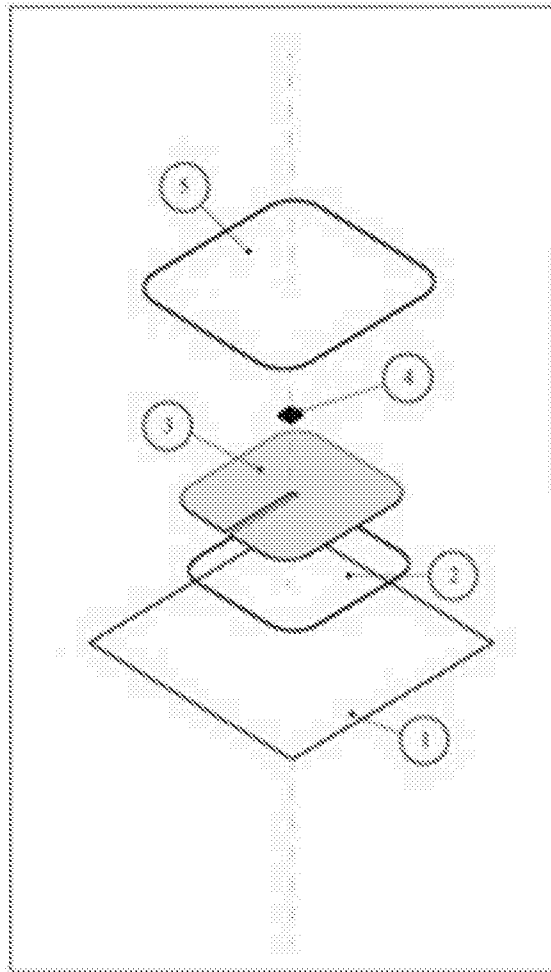


fig 3

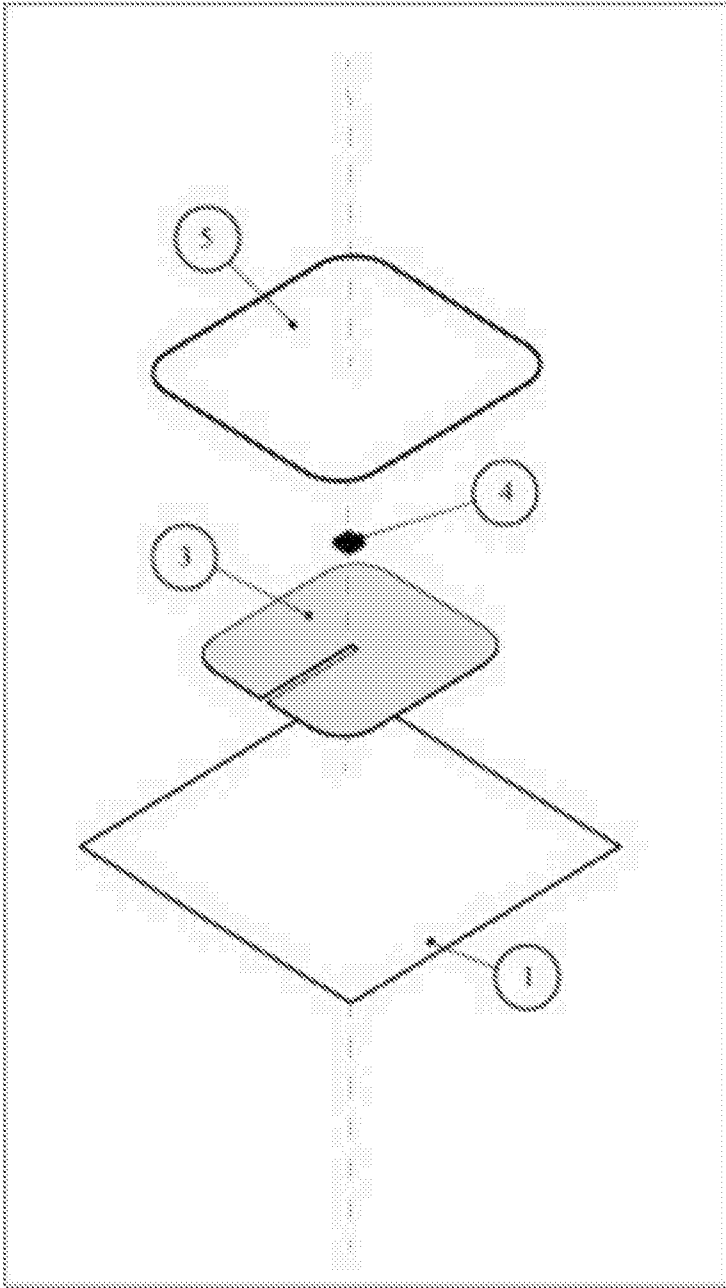


fig 4

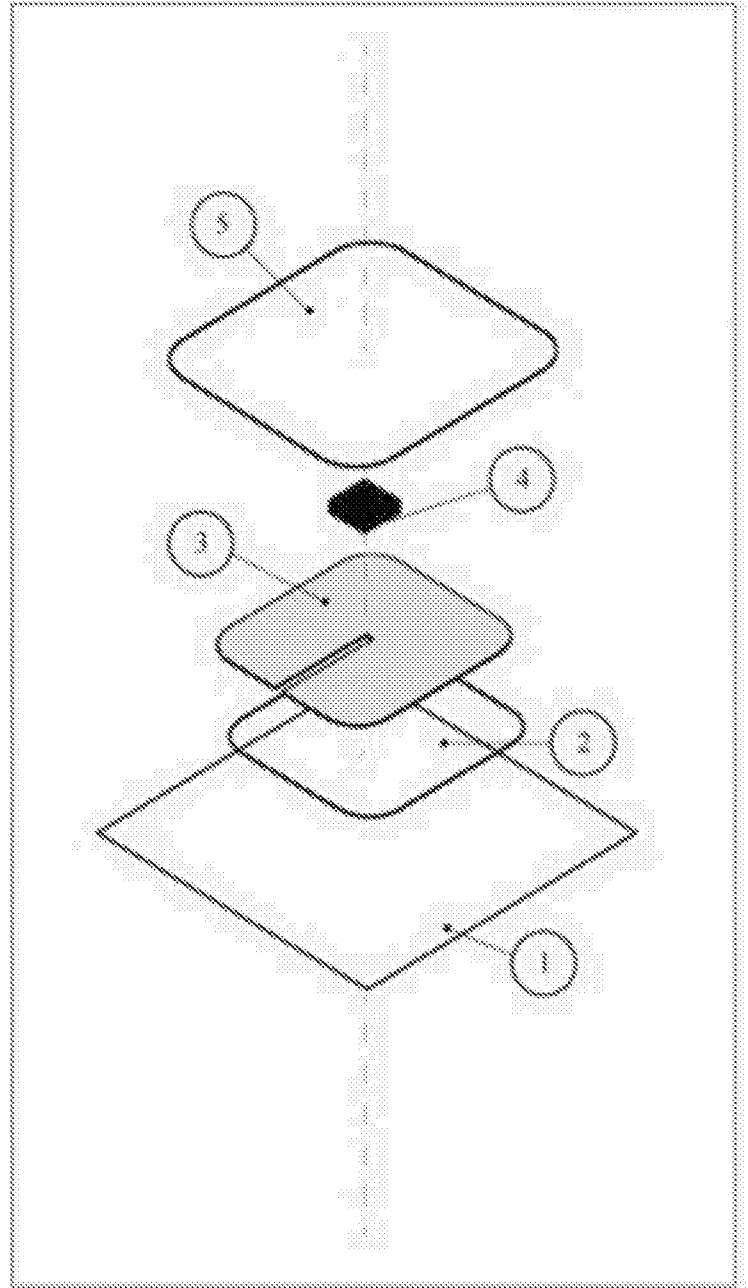


fig 5