

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000021308
Data Deposito	05/08/2021
Data Pubblicazione	05/02/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	06	K	19	077

Titolo

DISPOSITIVO DI POTENZIAMENTO DI TAG RFID/NFC

DESCRIZIONE

dell'Invenzione Industriale dal titolo:

DISPOSITIVO DI POTENZIAMENTO DI TAG RFID/NFC

a nome: TERTIUM TECHNOLOGY SRL

di nazionalità: italiana

con sede in: Via Emilia 323 D – 56121 PISA

mandatario: Dott. Ing. Marco Giovanni MARI

studio: ING. MARI & C. SRL – Viale S. Concordio, 473/B - 55100

Lucca

inventori designati: CONSANI, Marco

LOSACCO, Michele

DELL'IMMAGINE, Andrea

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Campo tecnico di applicazione

L'invenzione si rivolge al settore dei dispositivi di comunicazione con tecnologia RFID (Radio Frequency Identification) o NFC (Near Field Communication).

Più in dettaglio, l'invenzione riguarda un dispositivo di potenziamento di tag RFID/NFC passivi, in particolar modo del tipo HF (High Frequency).

Tecnica preesistente

Con le sigle RFID (Radio Frequency Identification) e NFC (Near Field Communication) sono identificati sistemi di comunicazione a radiofrequenza a corto raggio, basati sulla capacità di particolari etichette elettroniche (definite "tag") di memorizzare dati e di fornirne

l'accesso da remoto (in lettura e/o scrittura) a particolari apparati di interrogazione ad esse corrispondenti (definiti "reader").

Le tecnologie RFID o NFC consentono di realizzare sistemi automatizzati di acquisizione/memorizzazione di informazioni riguardanti persone o cose, ed in particolar modo di sistemi di identificazione personale, di pagamento elettronico, di gestione logistica, di tracciamento di merci, di allarme e/o antifurto, ecc..

Indipendentemente dalla funzione svolta, i sistemi RFID o NFC comprendono in genere:

- una pluralità di etichette elettroniche (tag), contenenti dati inerenti le funzioni svolte dai sistemi stessi;
- un apparato fisso o portatile di interrogazione (reader) di dette etichette elettroniche (tag);
- un sistema informatico di gestione dei dati accessibili da detto apparato di interrogazione (reader).

Come noto, i sistemi RFID o NFC manifestano spesso le seguenti problematiche:

- la lettura dei tag da parte dei reader può essere resa difficoltosa dalla ridotta area di lettura coperta dai reader stessi;
- la lettura dei tag da parte dei reader può essere resa difficoltosa dalle diverse dimensioni delle rispettive antenne, avendo le antenne dei tag un'area spesso inferiore a 1 cm² e le antenne dei reader un'area spesso superiore a 20 cm²;
- la lettura dei tag da parte dei reader può essere intralciata o impedita da ostacoli fisici interposti tra di essi.

Pertanto, nell'ambito dello specifico stato della tecnica, sono già noti dispositivi elettronici atti a risolvere, almeno parzialmente, le problematiche suesposte.

In commercio è reperibile un dispositivo elettronico noto come "Sniper HF", atto a convertire segnali RFID ad ampio raggio in segnali RFID focalizzati, in modo da consentire la lettura e/o la scrittura, da parte di reader RFID di tipo standard, di informazioni contenute in chip di piccole dimensioni (8 mm), integrati in tag RFID di tipo passivo.

Tale dispositivo presenta le negatività di poter essere accoppiato esclusivamente a reader RFID e di non contemplare meccanismi di calibrazione e/o ottimizzazione della frequenza di accoppiamento a detti reader RFID.

Dal brevetto US2011/0291805A1 è noto invece un dispositivo elettronico comprendente un'antenna RFID primaria e un'antenna RFID remota, poste in comunicazione reciproca tramite un circuito di collegamento, in modo tale che i dati memorizzati su un chip RFID possano essere trasferiti a un lettore RFID posizionando detta antenna primaria in prossimità di detto reader RFID e detta antenna remota in prossimità di detto chip RFID.

Tale dispositivo presenta le negatività di essere composto da elementi che richiedono una fase di assemblaggio elettrico che ne incrementa tempi e costi di produzione e di non contemplare meccanismi di calibrazione e/o ottimizzazione della frequenza di accoppiamento a chip e reader RFID.

Presentazione dell'invenzione

È scopo dell'invenzione quello di superare completamente le problematiche esposte in precedenza attraverso la realizzazione di un dispositivo a radiofrequenza, di tipo analogico, privo di componentistica elettronica discreta da dover assemblare, ma comunque provvisto di un congegno di calibrazione ed ottimizzazione del funzionamento, avente la forma di un'etichetta adesiva o di una tessera plastificata, atto ad essere associato a tag RFID/NFC allo scopo di incrementarne le possibilità di lettura da parte di reader omologhi, anche in condizioni operative non ottimali.

Lo scopo dell'invenzione è raggiunto con un dispositivo di potenziamento di tag RFID/NFC secondo la rivendicazione principale indipendente 1.

Ulteriori caratteristiche dell'invenzione sono descritte nelle rivendicazioni dipendenti.

Un dispositivo di potenziamento di tag RFID/NFC, secondo l'invenzione, produce i seguenti importanti vantaggi:

- permette di incrementare l'area e la distanza di lettura di tag RFID/NFC, in modo da consentire la lettura di detti tag da parte di reader omologhi, senza richiederne il posizionamento in stretta prossimità di detti reader e senza intervenire sulla potenza dei reader stessi;
- permette di focalizzazione l'area di lettura di tag RDIF/NFC, in modo da consentire la lettura di detti tag da parte di reader omologhi, indipendentemente dalle dimensioni delle rispettive antenne;

- permette di modificare selettivamente la posizione dell'area di lettura di tag RFID/NFC, in modo da favorire la lettura di detti tag da parte di reader omologhi, anche in presenza di ostacoli fisici interposti tra di essi;
- pur essendo privo di singoli componenti elettronici, include comunque un congegno di calibrazione ed ottimizzazione del funzionamento che permette di variare selettivamente la frequenza di risonanza del dispositivo, per meglio adattarla alle frequenze di risonanza di tag e/o di reader RFID/NFC ai quali viene associato;
- permette di variare selettivamente la propria frequenza di risonanza in fase di produzione, ad opera del costruttore, oppure in fase di utilizzo, ad opera dell'utente finale;
- può essere prodotto in versione finita e pronta all'uso senza subire procedimenti industriali di assemblaggio elettrico, con conseguente riduzione dei tempi e dei costi di produzione.

Breve descrizione dei disegni

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla descrizione più dettagliata esposta nel seguito, con l'aiuto dei disegni che ne mostrano modi d'esecuzione preferiti, illustrati a titolo esemplificativo e non limitativo, in cui:

- la fig. 1 mostra, in schematizzazione, il principio di funzionamento e la conformazione circuitale di un dispositivo di potenziamento di tag RFID/NFC, secondo l'invenzione;
- le figg. 2-3-4 mostrano, rispettivamente in vista piana dall'alto e

dal basso e in vista prospettica tridimensionale, una prima variante del suddetto dispositivo, atta a consentire l'incremento dell'area e della distanza di lettura di tag RFID/NFC;

- le figg. 5-6-7 mostrano, rispettivamente in vista piana dall'alto e dal basso e in vista prospettica tridimensionale, una seconda variante del suddetto dispositivo, atta a consentire la focalizzazione dell'area di lettura di tag RDIF/NFC;
- le figg. 8-9-10 mostrano, rispettivamente in vista piana dall'alto e dal basso e in vista prospettica tridimensionale, una terza variante del suddetto dispositivo, atta a consentire la modifica della posizione dell'area di lettura di tag RFID/NFC.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

Con riferimento ai particolari delle figure, un dispositivo 1 di potenziamento di tag RFID/NFC, secondo una prima variante illustrata nelle figg. 2-3 e fungente da ingrandimento dell'area di lettura ed allungamento della distanza massima di lettura, comprende:

- un supporto 2 laminare, realizzato con materiale non conduttivo, di spessore variabile tra 25 e 200 micron;
- un circuito 3 a radiofrequenza, definente un oscillatore induttivo-capacitivo, di tipo passivo, che si estende su entrambe le facce del supporto 2 laminare.

Il dispositivo 1 può essere ottenuto con differenti modalità costruttive, ad esempio con le seguenti strutture:

- come un inlay RFID, integrante il supporto 2 laminare e il circuito 3 disposto sulle sue facce opposte;

- come un PCB, realizzato in Kapton, FR4 o similari, integrante il supporto 2 laminare e il circuito 3 disposto sulle sue facce opposte;
- come una struttura plastica o gommosa, realizzata con tecniche di stampa 3D di materiali isolanti e conduttivi, definenti rispettivamente il supporto 2 laminare e il circuito 3 disposto sulle sue facce opposte;
- come una struttura cartacea, definente il supporto 2 laminare, sulle cui facce opposte è disposto il circuito 3, realizzato con tecniche di stampa 2D di inchiostri conduttivi.

Il supporto 2 laminare permette di sostenere e di isolare elettricamente i componenti del circuito 3 disposti sulle sue facce opposte, nonché di accoppiare fisicamente il dispositivo 1 a tag RFID/NFC, con modalità adesive o meccaniche, preferibilmente di tipo reversibile.

Il circuito 3 comprende:

- un induttore L1, atto a fungere da antenna a radiofrequenza per interagire con antenne omologhe di tag e reader RFID/NFC;
- un condensatore C1 avente capacità invariabile e prefissata, atto a determinare la frequenza di risonanza massima del circuito 3;
- un condensatore C2 avente capacità selettivamente variabile, atto a consentire la taratura della frequenza di risonanza del circuito 3 tra un prefissato valore minimo e un prefissato valore massimo.

L'induttore L1, ha forma a spirale, è realizzato con materiale

conduttivo, ed è disposto su una delle facce del supporto 2 laminare, il quale si comporta come un isolante nei confronti di detto induttore 1.

Il condensatore C1 comprende una coppia di armature A1, A2, realizzate con materiale conduttivo, disposte sulle facce opposte del supporto 2 laminare, allineate su una stessa verticale e isolate elettricamente dal supporto 2 laminare interposto tra di esse, il quale si comporta come un dielettrico nei confronti di dette armature A1, A2 di detto condensatore C1.

Le armature A1, A2 del condensatore C1, disposte sulle facce opposte del supporto 2 laminare, sono collegate all'induttore L1, disposto su una sola faccia di detto supporto 2 laminare, per mezzo di punti P1 di interconnessione elettrica, passanti attraverso il supporto 2 laminare stesso.

Il condensatore C2 comprende una pluralità di condensatori C2i, ognuno dei quali comprendente una coppia di armature A3, A4, realizzate con materiale conduttivo, disposte sulle facce opposte del supporto 2 laminare, allineate su una stessa verticale e isolate elettricamente dal supporto 2 laminare interposto tra di esse, il quale si comporta come un dielettrico nei confronti di dette armature A3, A4 di detti condensatori C2i.

Il condensatore C2 non è quindi monolitico come il condensatore C1 ma è formato da un insieme di condensatori C2i più piccoli, tutti uguali, tutti distanziati da un opportuno divario, tutti collegati in parallelo. Data N la cardinalità dell'insieme suddetto, la capacità del condensatore C2 è data dalla formula $C2 = C2i * N$. Quest'ultima

assunzione è una semplificazione che può essere superata, ove opportuno, arrivando ad avere un insieme di condensatori C_{2i} tutti diversi l'uno dall'altro.

Il collegamento in parallelo dei condensatori C_{2i} è realizzato con due piste conduttive PT1, PT2, una delle quali che interconnette tutte le armature A3 disposte su di un lato del supporto 2 laminare e l'altra che interconnette tutte le armature A4 disposte sul lato opposto. Le piste conduttive PT1, PT2 non si sovrappongono mai e sono disegnate in modo che ogni condensatore C_{2i} venga messo in collegamento con il condensatore C_{2i+1} successivo.

In questo modo è possibile ottenere i seguenti risultati:

- tagliando le piste PT1, PT2 di collegamento dei condensatori C_{2i} si varia, a passi discreti, la capacità del condensatore C_2 dal valore massimo allo zero;
- tutti i possibili $N+1$ valori della capacità del condensatore C_2 sono ottenuti effettuando un unico taglio;
- il taglio delle piste PT1, PT2 di collegamento tra un condensatore C_{2i} e il successivo condensatore C_{2i+1} può a volte contemplare il taglio del supporto 2 laminare nella zona sottostante ad esse e subito limitrofa, ma essendo dette piste PT1, PT2 non sovrapposte, in quanto sfalsate tra loro, non è possibile che l'operazione di taglio possa metterle in cortocircuito entrambe, compromettendo il funzionamento dell'intero dispositivo 1.

Le armature A3, A4 dei condensatori C_{2i} sono collegate in

parallelo tra loro ed anche con le armature A1, A2 del condensatore C1 disposte sulla stessa faccia del supporto 2 laminare.

I condensatori C2i sono atti ad essere esclusi selettivamente dal condensatore C2 per determinare una variazione discretizzata e non continua della frequenza di risonanza del circuito 3, definendo perciò un meccanismo di calibrazione e ottimizzazione del funzionamento del dispositivo 1.

L'esclusione dei condensatori C2i dal condensatore C2 può essere realizzata sia durante la fase di produzione del dispositivo 1, ad opera del costruttore, sia durante la fase di utilizzo del dispositivo 1, ad opera dell'utente finale.

In particolar modo, ogni condensatore C2i determina una variazione di circa 0,05 Mhz della frequenza di risonanza del circuito 3.

Con riferimento ai particolari delle figg. 4-5, è illustrata una variante di realizzazione del dispositivo 1, comprendente un induttore L2, ricompreso nel circuito 3, di dimensioni inferiori a quelle dell'induttore L1 e collegato in serie al medesimo.

L'induttore L2 comprende una coppia di sezioni V1, V2, aventi forma a spirale, realizzate con materiale conduttivo, disposte sulle facce opposte del supporto 2 laminare e allineate su una stessa verticale.

Le sezioni V1, V2 dell'induttore L2, disposte sulle facce opposte del supporto 2 laminare, sono collegate all'induttore L1, disposto su una sola faccia di detto supporto 2 laminare, per mezzo di punti P2 di

interconnessione elettrica, passanti attraverso il supporto 2 laminare stesso.

Tale variante consente di focalizzare l'area di lettura qualora il rapporto tra l'area dell'antenna del tag RFID/NFC e l'area dell'antenna del lettore RFID/NFC sia molto inferiore a 1.

Con riferimento ai particolari delle figg. 6-7, è illustrata un'ulteriore variante di realizzazione del dispositivo 1, comprendente un induttore L3, ricompreso nel circuito 3, avente forma a spirale, realizzato con materiale conduttivo, distanziato dall'induttore L1 tramite un doppino C e collegato in parallelo al medesimo.

Il doppino C, disposto sulle facce opposte del supporto 2 laminare, è collegato agli induttori L1, L3, disposti su una sola faccia del supporto 2 laminare, per mezzo di punti P3 di interconnessione elettrica, passanti attraverso il supporto 2 laminare.

In particolar modo, il doppino C funge esclusivamente da collegamento tra l'induttore L3 e l'induttore L1, non fungendo in alcun modo da antenna a radiofrequenza.

Tale variante consente di traslare l'area di lettura dall'immediata vicinanza dell'oggetto provvisto di tag RFID/NFC ad una posizione più favorevole alla lettura, solitamente per superare ostacoli di tipo fisico.

Descrizione dettagliata del funzionamento dell'invenzione

I sistemi RFID/NFC di tipo noto basano il loro funzionamento sul principio del mutuo accoppiamento induttivo tra le antenne LT di almeno un tag T e l'antenna LL di almeno un reader R.

Il dispositivo 1 viene quindi associato a un tag T, di tipo RFID/NFC,

ed interposto tra detto tag T e un reader R, anch'esso di tipo RFID/NFC. Ciò consente di sfruttare doppiamente il sopracitato principio di mutuo accoppiamento induttivo, applicandolo simultaneamente all'antenna LT del tag T e all'antenna LL del reader R, tramite l'induttore L1 compreso nel circuito 3 del dispositivo 1.

L'interposizione del dispositivo 1 tra il tag T e il reader R produce un vantaggioso incremento dell'accoppiamento induttivo instaurato, tramite l'induttore L1 del circuito 3, tra l'antenna LT del tag T e l'antenna LL del reader R e di conseguenza un proporzionale vantaggioso incremento dell'area e della distanza entro cui detto tag T può essere letto da detto reader R.

I tag RFID/NFC di tipo noto definiscono circuiti a radiofrequenza risonanti a 13,56 MHz. Di conseguenza, le antenne dei reader RFID/NFC di tipo noto sono tarate sulla frequenza di 13,56 MHz allo scopo di assicurare il massimo trasferimento di energia verso i tag che, essendo dispositivi elettronici passivi, risultano privi di alimentazione elettrica autonoma.

Il circuito 3 del dispositivo 1 definisce un oscillatore induttivo-capacitivo, di tipo passivo, che deve essere tarato anch'esso sulla frequenza di 13,56 MHz per non impattare negativamente sul trasferimento di energia tra il reader R e il tag T, tra i quali il dispositivo 1 risulta interposto.

La taratura della frequenza di risonanza del circuito 3 si ottiene rimuovendo dal condensatore C2 i necessari condensatori C2i, tramite operazioni di taglio delle rispettive piste di collegamento PT1 o PT2.

A condensatore C2 intonso, la frequenza di risonanza del circuito 3 è di circa 12,5 MHz. A condensatore C2 completamente rimosso, la frequenza di risonanza del circuito 3 è di circa 14,5 MHz. Essendo il condensatore C2 composto da 40 condensatori C2i collegati in parallelo tra loro, è quindi possibile variare la frequenza di risonanza del circuito 3, discretamente, con passi di circa 0,05 MHz, fino a raggiungere la voluta frequenza di risonanza di 13,56 MHz.

Si noti che, dato l'incremento dell'accoppiamento induttivo instaurato tra l'antenna LT del tag T e l'antenna LL del reader R, una minima deviazione dal valore centrale di taratura dell'induttore L1 del circuito 3 del dispositivo 1 non comporta effetti negativi apprezzabili sulle comunicazioni instaurate tra detto tag T e detto reader R.

Da qui la possibilità di discretizzare la variazione del condensatore C2 e la conseguente tolleranza del sistema ternario costituito dal tag T, dal reader R, e dal dispositivo 1 tra essi interposto, a tarature non perfette o a perdite di sintonizzazione dovute a particolari condizioni di funzionamento.

Nella variante di realizzazione del dispositivo 1 mostrata nelle figg. 4-5, l'induttore L1 del circuito 3 del dispositivo 1 viene collegato in serie a un induttore L2, di dimensioni inferiori.

Ciò consente di determinare una vantaggiosa focalizzazione dell'area di lettura di un tag T associato al dispositivo 1, in modo da consentire un'agevole lettura di tag T integranti antenne LT di piccole dimensioni ($< 1 \text{ cm}^2$) anche da parte di reader R integranti antenne di medie-grandi dimensioni ($> 20 \text{ cm}^2$).

Nella variante di realizzazione del dispositivo 1 mostrata nelle figg. 6-7, l'induttore L1 del circuito 3 del dispositivo 1 viene collegato in parallelo a un induttore L3 e distanziato dal medesimo tramite un doppino C.

Ciò consente di determinare, tramite il doppino C, una vantaggiosa variazione della posizione dell'area di lettura di un tag T associato al dispositivo 1, in modo da favorire la lettura di detto tag T da parte di un reader R, anche in presenza di ostacoli fisici interposti tra di essi.

Tali varianti di realizzazione del dispositivo 1 mantengono inalterata la possibilità di tarare la frequenza di risonanza del circuito 3, tramite la rimozione di condensatori C2i dal condensatore C2 a mezzo di operazioni di taglio di rispettive piste di collegamento PT1 o PT2.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo (1) di potenziamento di tag RFID/NFC, caratterizzato dal fatto che comprende:

- un supporto (2) laminare, in materiale non conduttivo;
- un circuito (3) a radiofrequenza, atto a definire un oscillatore induttivo-capacitivo, di tipo passivo,

ove detto circuito (3) comprende, funzionalmente connessi tra loro:

- un primo induttore (L1) avente forma a spirale, atto a fungere da antenna a radiofrequenza per interagire con antenne (LT, LL) di tag (T) e reader (R) di tipo RFID/NFC;
- un primo condensatore (C1) di capacità fissa, atto a determinare la frequenza di risonanza massima del circuito (3);
- un secondo condensatore (C2) di capacità selettivamente variabile, atto a consentire la taratura della frequenza di risonanza del circuito (3) tra un valore minimo e un valore massimo,

ove il circuito (3) si sviluppa su entrambe le facce del supporto (2) laminare, ove il primo condensatore (C1) comprende una coppia di armature (A1, A2) e il secondo condensatore (C2) comprende una pluralità di condensatori (C2i) ognuno dei quali comprende una coppia di armature (A3, A4), ove dette armature (A1, A2) e dette armature (A3, A4) sono disposte sulle facce opposte del supporto (2) laminare, allineate su una stessa verticale, e sono isolate elettricamente dal supporto (2) laminare interposto tra di esse, e ove le coppie di armature (A3, A4) dei condensatori (C2i) sono atte

ad essere rimosse selettivamente dal secondo condensatore (C2) per determinare una variazione discretizzata della frequenza di risonanza del circuito (3).

2. Dispositivo (1) secondo la riv. 1, caratterizzato dal fatto che le armature (A3, A4) dei condensatori (C2i) sono collegate da piste conduttive (PT1, PT2) disposte in posizione sfalsata sulle facce opposte del supporto (2) laminare.
3. Dispositivo (1) secondo la riv. 1, caratterizzato dal fatto che il supporto (2) laminare comprende punti (P1, P2, P3) di interconnessione, atti a consentire il collegamento elettrico di componenti del circuito (3) disposti sulle facce opposte dello stesso.
4. Dispositivo (1) secondo la riv. 1, caratterizzato dal fatto che il circuito (3) comprende un secondo induttore (L2) di dimensioni inferiori a quelle del primo induttore (L1) e collegato in serie al medesimo,
ove detto secondo induttore (L2) permette di focalizzare l'area di lettura di tag (T) di tipo RDIF/NFC associati al dispositivo (1), in modo da consentire la lettura di detti tag (T) da parte di reader (R) omologhi, indipendentemente dalle dimensioni delle rispettive antenne (LT, LL).
5. Dispositivo (1) secondo la riv. 4, caratterizzato dal fatto che il secondo induttore (L2) comprende una coppia di sezioni (V1, V2) aventi forma a spirale, disposte sulle facce opposte del supporto (2) laminare e allineate su una stessa verticale.

6. Dispositivo (1) secondo la riv. 1, caratterizzato dal fatto che il circuito (3) comprende un terzo induttore (L3) avente forma a spirale, distanziato dal primo induttore (L1) tramite un doppino (C) e collegato in parallelo al medesimo, ove detto terzo induttore (L3) permette di modificare selettivamente la posizione dell'area di lettura di tag (T) di tipo RFID/NFC associati al dispositivo (1), in modo da favorire la lettura di detti tag (T) da parte di reader (R) omologhi, anche in presenza di ostacoli fisici interposti tra di essi.
7. Dispositivo (1) secondo la riv. 1, caratterizzato dal fatto che comprende una struttura scelta tra:
- un inlay RFID, integrante il supporto (2) laminare e il circuito (3) disposto sulle sue facce opposte;
 - un PCB, realizzato in Kapton, FR4 o similari, integrante il supporto (2) laminare e il circuito (3) disposto sulle sue facce opposte;
 - una struttura plastica o gommosa, realizzata con tecniche di stampa 3D di materiali isolanti e conduttivi, definenti rispettivamente il supporto (2) laminare e il circuito (3) disposto sulle sue facce opposte;
 - una struttura cartacea, definente il supporto (2) laminare, sulle cui facce opposte è disposto il circuito (3), realizzato con tecniche di stampa 2D di inchiostri conduttivi.

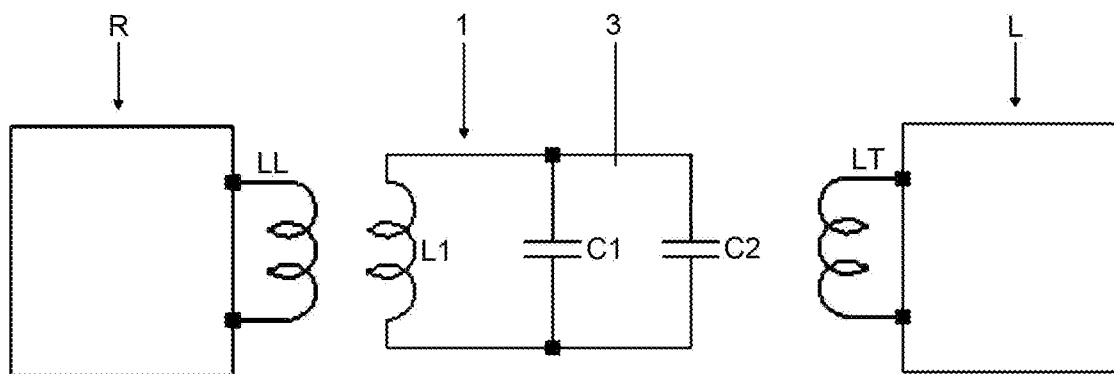


FIG. 1

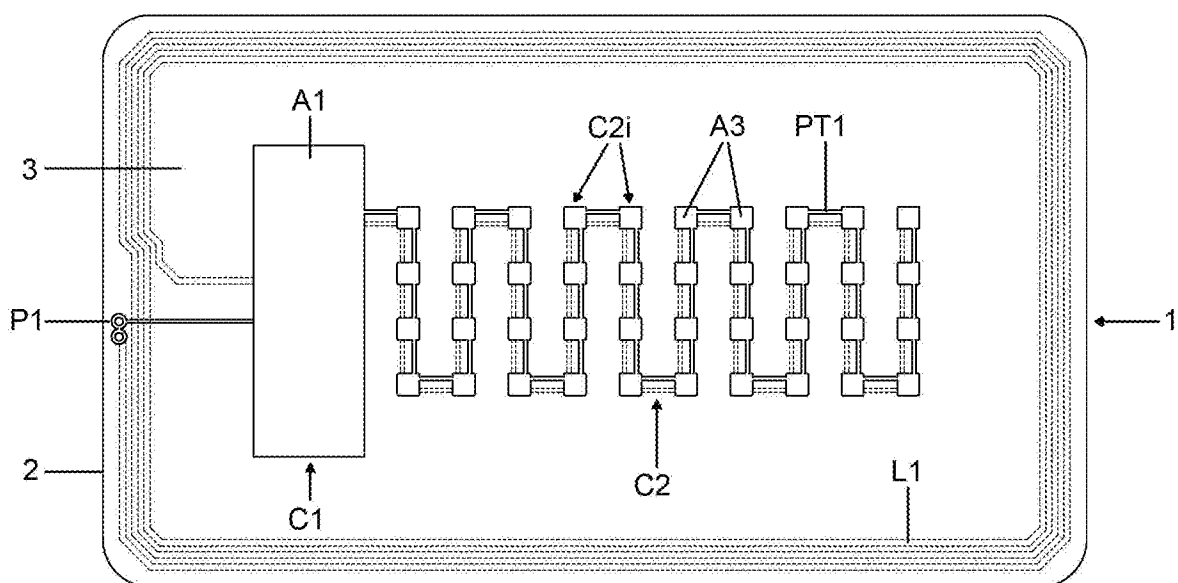


FIG. 2

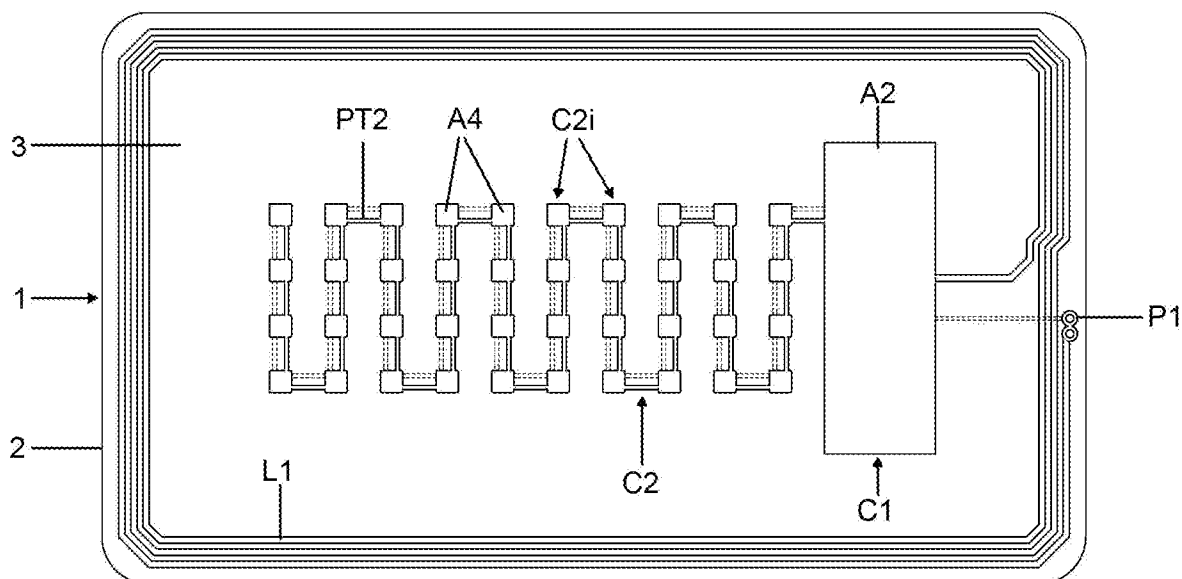
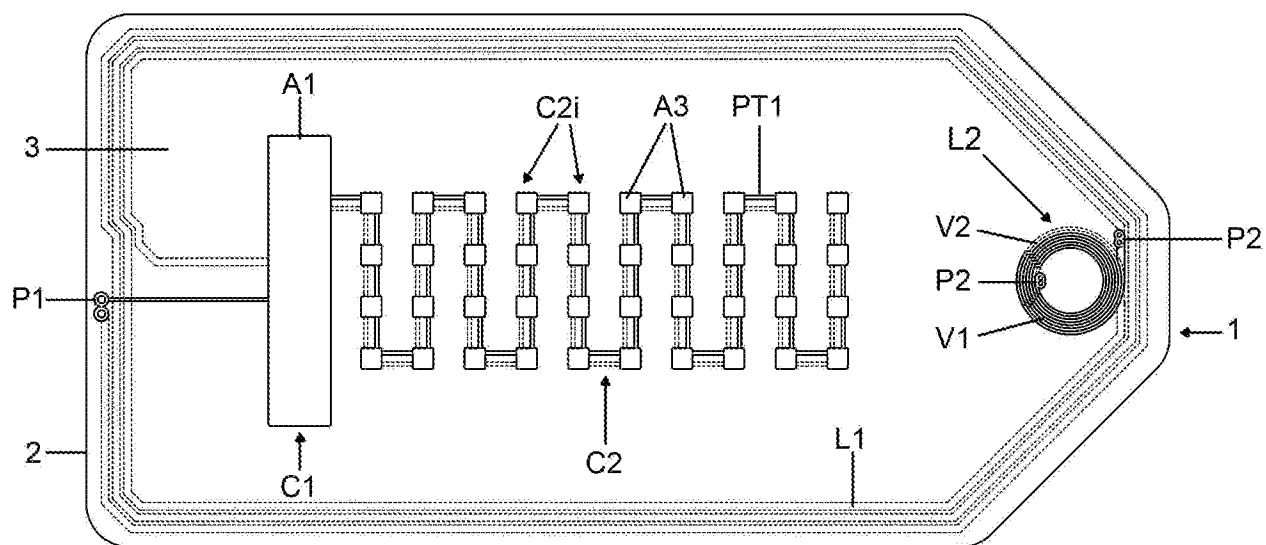
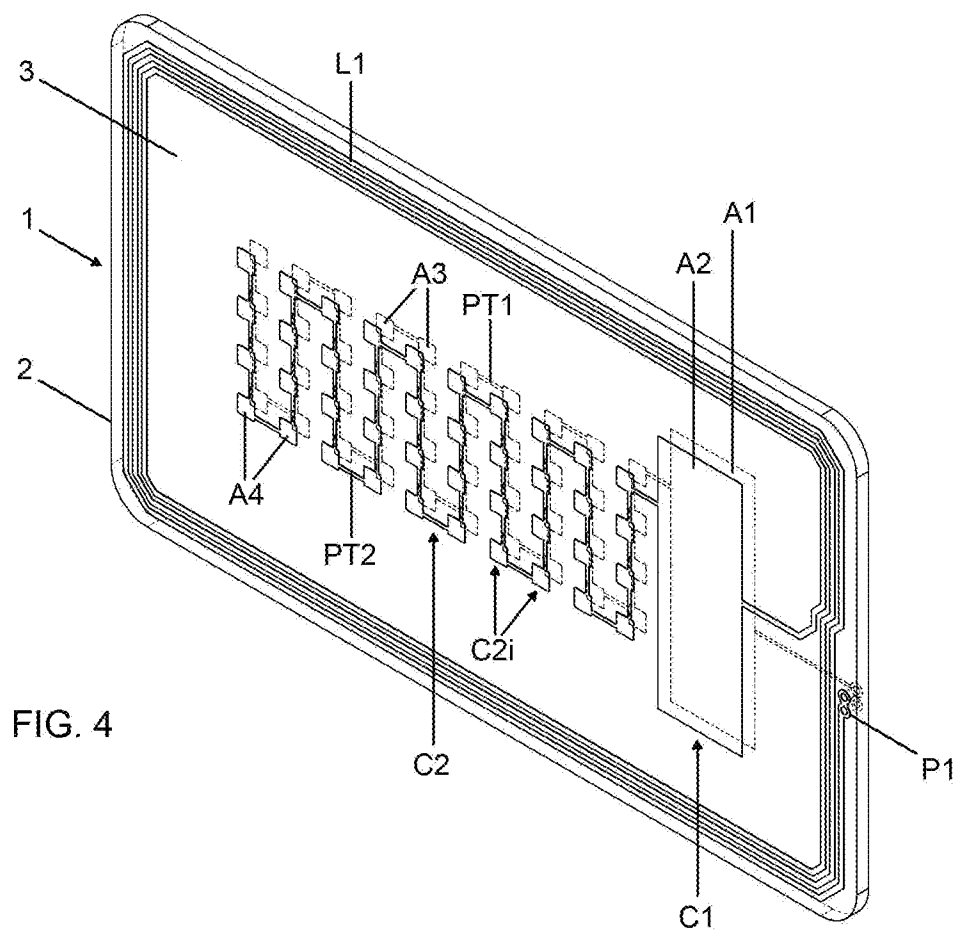


FIG. 3



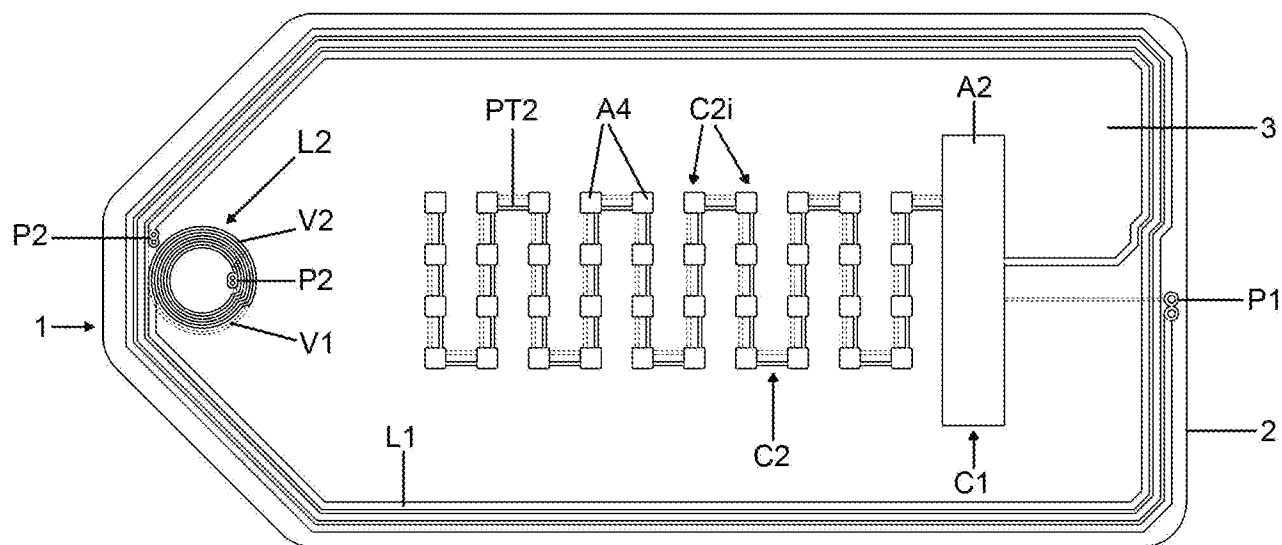


FIG. 6

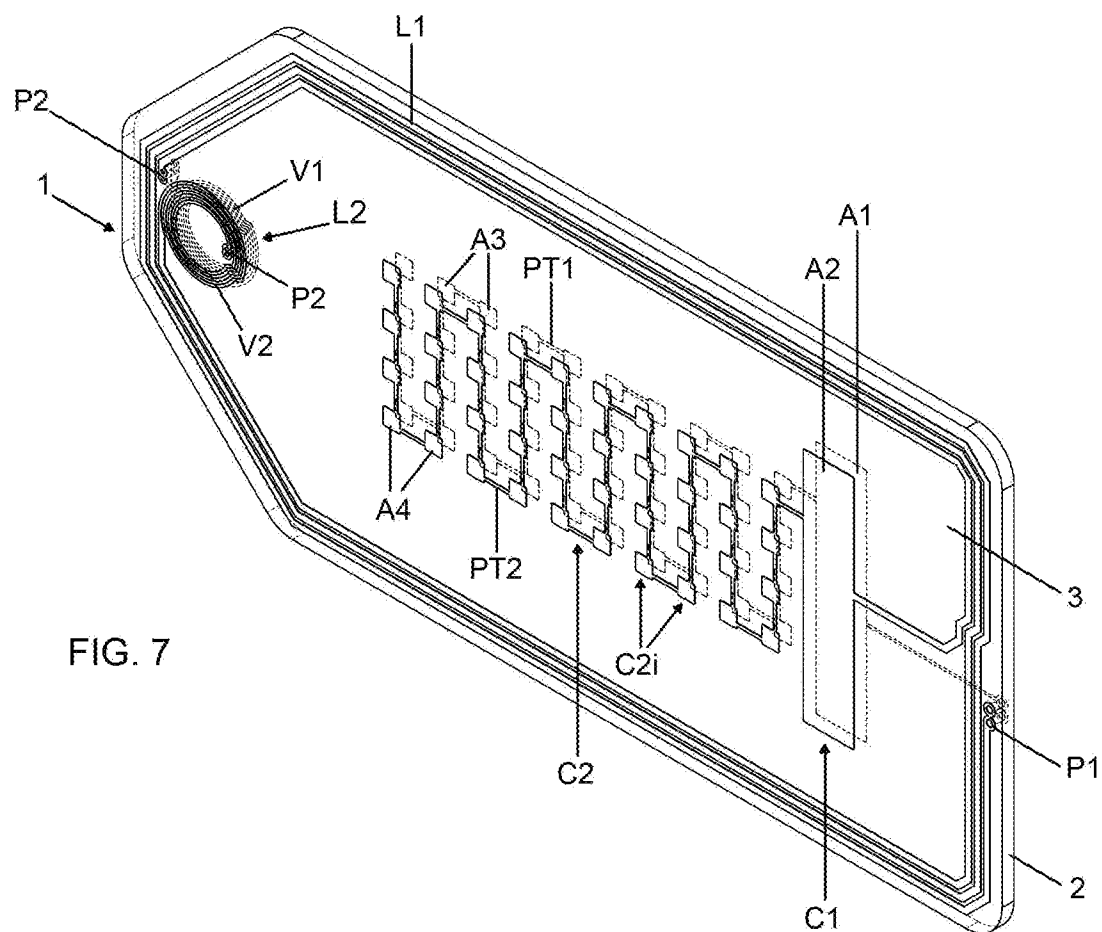


FIG. 7

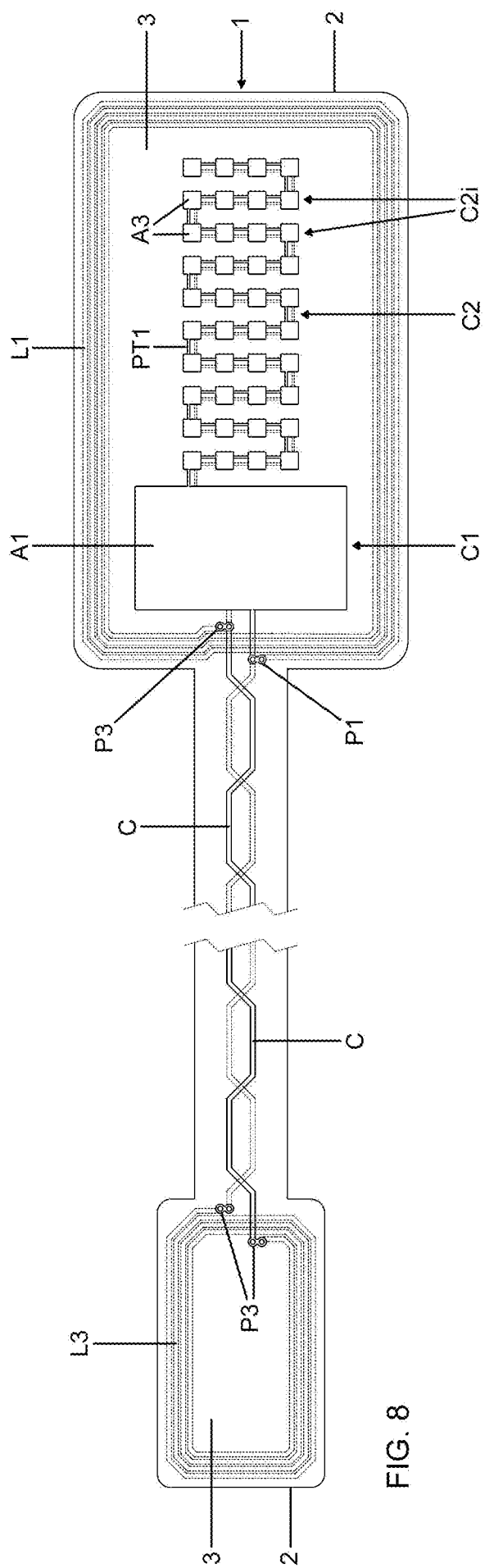


FIG. 8

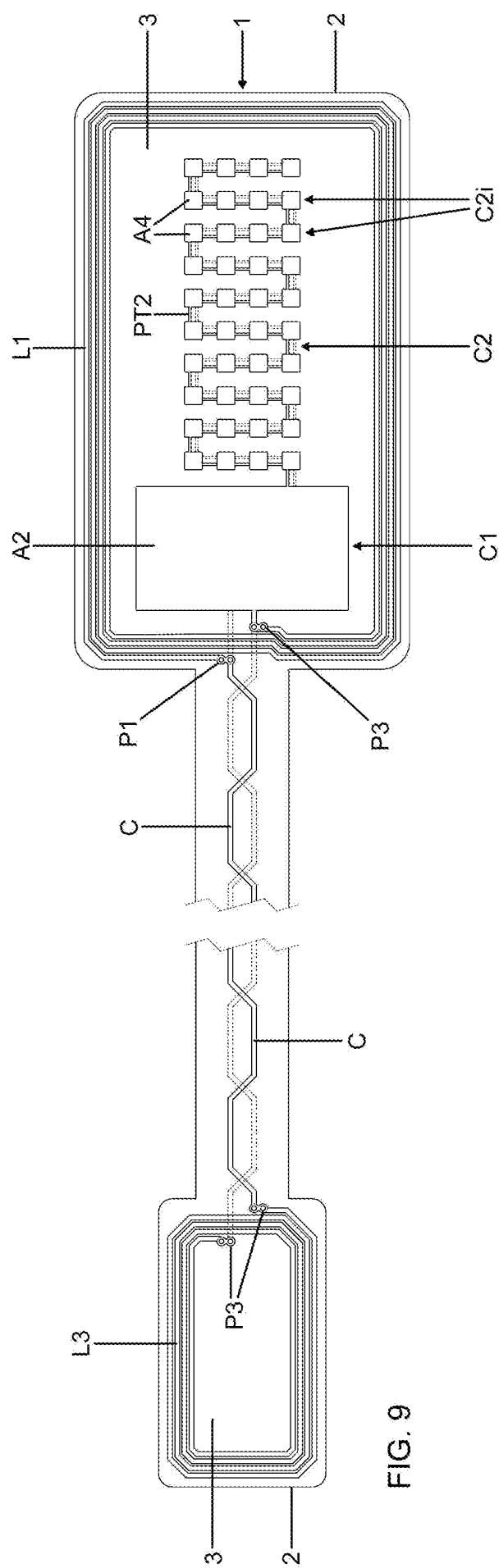


FIG. 9

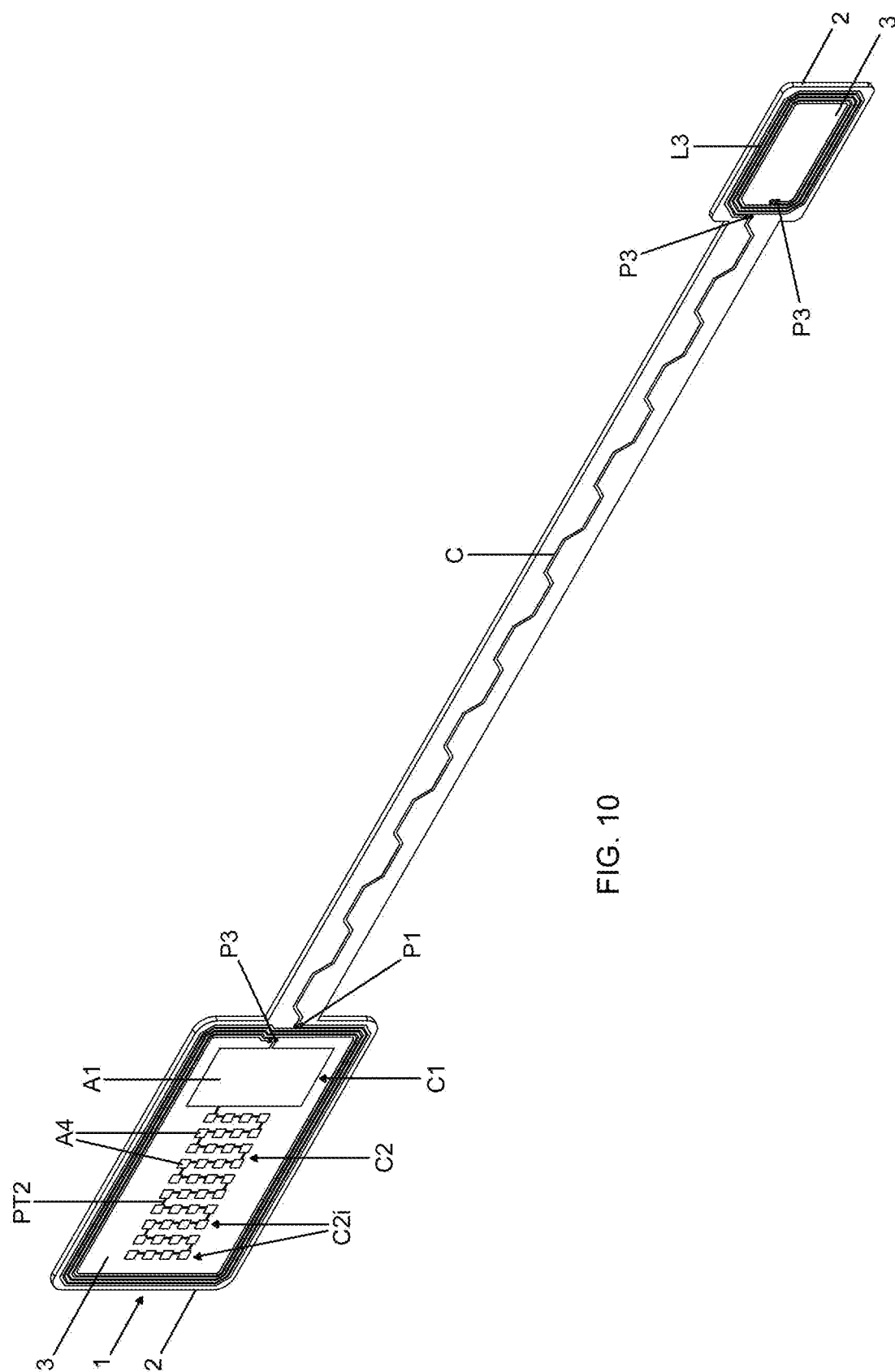


FIG. 10