



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102015000066515
Data Deposito	28/10/2015
Data Pubblicazione	28/04/2017

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	M	2	16

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	G	11	52

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	G	9	02

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	G	11	18

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	G	5	16

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	G	11	82

Titolo

**SUPERCONDENSATORE CON SEPARATORE MOBILE E METODO PER OPERARE UN
SUPERCONDENSATORE**

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:
"SUPERCONDENSATORE CON SEPARATORE MOBILE E METODO PER
OPERARE UN SUPERCONDENSATORE"

di STMICROELECTRONICS S.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: VIA C. OLIVETTI, 2

AGRATE BRIANZA (MB)

Inventori: SCURATI Mario Giovanni, MORELLI Marco

*** ***** ***

La presente invenzione è relativa a un
supercondensatore con separatore mobile e a un metodo per
operare di un supercondensatore.

Come è noto, i supercondensatori sono dispositivi per
l'immagazzinamento di energia e stanno trovando sempre
maggiore impiego in diversi settori per le loro
peculiarità. I supercondensatori si distinguono infatti sia
dai condensatori convenzionali, per la maggior densità di
energia immagazzinata (J/Kg), sia dalle batterie, per la
maggiore densità di potenza (W/Kg). Rispetto alle batterie,
in altre parole, i supercondensatori sono in grado di
caricarsi e di erogare l'energia immagazzinata in tempi
molto più rapidi, sebbene l'energia nel complesso
disponibile sia inferiore.

Gli impieghi dei supercondensatori sono i più vari,

sia per applicazioni di bassa tensione, sia per applicazioni di potenza.

A titolo di esempio, in bassa tensione i supercondensatori sono spesso utilizzati come sorgente di riserva (backup) per funzioni di memoria in un'ampia gamma di dispositivi, come telefoni cellulari, tablet e computer portatili; nelle applicazioni in modulazione di ampiezza di impulso nei dispositivi portatili che impiegano attuatori elettromeccanici (come sistemi di zoom e messa a fuoco automatica nelle fotocamere e videocamere, o dispositivi di parcheggio delle testine di lettura/scrittura in molti dispositivi di memoria di massa), allo scopo di prolungare la vita delle batterie principali; per l'immagazzinamento di energia convertita da pannelli fotovoltaici. Per quanto riguarda le applicazioni di potenza, i supercondensatori sono vantaggiosamente utilizzati ad esempio nei sistemi di recupero dell'energia cinetica dei veicoli per l'accumulo di energia in frenata e la restituzione in accelerazione. Supercondensatori sono anche utilizzati nei gruppi di continuità per gli interventi di breve periodo in cui è richiesta un'azione rapida. La combinazione con supercondensatori va a anche beneficio della vita delle batterie, che intervengono essenzialmente durante le interruzioni prolungate e sono generalmente chiamate a erogare correnti di picco minori. Per questo motivo,

inoltre, si possono utilizzare batterie più piccole.

I supercondensatori comprendono generalmente due elettrodi, ad esempio di alluminio o di ossido di rutenio, un elettrolita e un separatore. Gli elettrodi sono disposti a estremità di una camera riempita dall'elettrolita. Il separatore, che è definito da un setto poroso permeabile al passaggio di ioni, è collocato fra gli elettrodi e impedisce corti circuiti fra gli elettrodi stessi.

Il separatore è un elemento critico dei supercondensatori, perché concorre a determinare la resistenza serie equivalente (ESR, Equivalent Series Resistance) e la potenza erogabile dal supercondensatore, che è tanto maggiore quanto minore è la resistenza serie equivalente. Con le tecniche di fabbricazione attuali, gli spessori raggiungibili per i separatori sono nell'ordine dei 20 μ , dimensione che fissa il limite inferiore della resistenza serie equivalente e conseguentemente la massima potenza erogabile.

Un altro elemento critico dei supercondensatori, anch'esso influenzato dal separatore, è la corrente di scarica. Quando viene rimossa la sorgente di potenza che determina la carica del supercondensatore, si innesca infatti una corrente di scarica perché il separatore poroso consente un processo di migrazione inversa degli ioni che tende ad annullare la tensione fra gli elettrodi.

Le correnti di scarica sono in genere significative e determinano la scarica in tempi relativamente brevi o richiedono procedure di ricariche periodiche.

Scopo della presente invenzione è fornire un supercondensatore e un metodo per operare un supercondensatore che permettano di superare o almeno attenuare le limitazioni descritte.

Secondo la presente invenzione vengono forniti un supercondensatore e un metodo per operare un supercondensatore come definiti rispettivamente nelle rivendicazioni 1 e 18.

Per una migliore comprensione dell'invenzione, ne verranno ora descritte alcune forme di realizzazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 è una sezione trasversale attraverso un supercondensatore in accordo a una forma di realizzazione della presente invenzione, in una prima configurazione operativa;

- la figura 2 mostra il supercondensatore di figura 1 in una seconda configurazione operativa;

- la figura 3 mostra un dettaglio ingrandito del supercondensatore di figura 1;

- la figura 4 è uno schema a blocchi semplificato del supercondensatore di figura 1;

- la figura 5 è una sezione trasversale attraverso un supercondensatore in accordo a una diversa forma di realizzazione della presente invenzione, in una prima configurazione operativa;

- la figura 6 mostra il supercondensatore di figura 5 in una seconda configurazione operativa;

- la figura 7 è una sezione trasversale attraverso un supercondensatore in accordo a un'ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione; e

- la figura 8 mostra uno schema a blocchi semplificato di un dispositivo elettronico incorporante il supercondensatore di figura 1.

Con riferimento alle figure 1-3, un supercondensatore in accordo a una forma di realizzazione della presente invenzione è indicato con il numero 1 e comprende un involucro ("shell") 2, una camera 3, definita nell'involucro 2 e contenente un elettrolita 4, un primo elettrodo 5, un secondo elettrodo 6 e un separatore 7.

In una forma di realizzazione, l'involucro 2 comprende una struttura a cornice 10, disposta su una base 11 e chiusa da un coperchio 12 su un lato opposto alla base 11. La struttura a cornice 10, la base 11 e il coperchio 12 definiscono pareti della camera 3.

La struttura a cornice 10, ad esempio in materiale polimerico, presenta una cavità passante e definisce

lateralmente la camera 3. In una forma di realizzazione, la struttura a cornice e la base possono essere realizzate da una struttura di incapsulamento prestampata ("premolded package").

La camera 3 è chiusa e sigillata su lati opposti dalla base 11 e dal coperchio 12 ed è riempita dall'elettrolita 4. Il primo elettrodo 5 e il secondo elettrodo 6 sono disposti rispettivamente sulla base 11 e sul coperchio 12 e sono entrambi rivolti verso l'interno della camera 3, a contatto con l'elettrolita 4. In una forma di realizzazione, sia la base 11 sia il coperchio 12 possono essere definite da substrati ceramici o in un materiale composito formato da un tessuto di fibre di vetro in una matrice di resina epossidica, ad esempio FR4. Gli elettrodi 5, 6 possono essere realizzati secondo qualsiasi tecnica nota volta ad aumentare la superficie di contatto per unità di area fra gli elettrodi 5, 6 e l'elettrolita 4. Ad esempio, la realizzazione degli elettrodi 5, 6 può prevedere l'uso di grafene, nanotubi o silicio poroso.

La struttura a cornice 10 incorpora un substrato semiconduttore 15, che è fissato alla base 11 e supporta il separatore 7 all'interno della camera 3. Più in dettaglio, una porzione del substrato semiconduttore 15 definisce una struttura a cornice 16 interna alla struttura a cornice 10, che giace all'esterno, ed estendentesi attorno a una

porzione della camera 3. Il separatore 7 è collegato alla struttura a cornice 16 e si estende attraverso la camera 3 sostanzialmente parallelo alla base 11 e al coperchio 12. La camera 3 risulta perciò divisa in due parti, una definita fra il separatore 7 e la base 11, dove è disposto il primo elettrodo 5, e una fra il separatore 7 e il coperchio 12, dove è disposto il secondo elettrodo 6. Entrambe le parti della camera 3 sono riempite dall'elettrolita 4.

Il separatore 7 comprende una prima membrana 18 e una seconda membrana 20 fra loro parallele.

La prima membrana 18 è una membrana forata rigida ed è fissata alla struttura a cornice 16. In una forma di realizzazione, la prima membrana 18 è di materiale semiconduttore e può essere ricoperta da uno strato protettivo (non mostrato) per evitare il contatto diretto con l'elettrolita, potenzialmente dannoso. La prima membrana 18 può avere spessore molto inferiore a 20 μm , ad esempio inferiore a 3 μm .

Anche la seconda membrana 20 è di materiale semiconduttore, è forata e, come la prima membrana 18, può essere ricoperta da uno strato protettivo (non mostrato) e avere spessore molto inferiore a 20 μm , ad esempio 3 μm . Non necessariamente la prima membrana 18 e la seconda membrana 20 hanno uguale spessore. Inoltre, la seconda

membrana 20 è mobile rispetto alla struttura a cornice 16 e alla prima membrana 18, a cui è parallela. In una forma di realizzazione, la seconda membrana 20 è collegata alla struttura a cornice 16 mediante elementi di connessione elastici 17. In una diversa forma di realizzazione, la seconda membrana 20 può essere elasticamente deformabile ed essere collegata alla struttura a cornice 16 lungo il proprio perimetro. In particolare, la seconda membrana 20 è mobile fra una prima posizione, in cui la prima membrana 18 e la seconda membrana 20 sono separate da un'intercapedine 23 (figure 1 e 3), e una seconda posizione, in cui la prima membrana 18 e la seconda membrana 20 sono a contatto fra loro. In una forma di realizzazione, in assenza di forze esterne la seconda membrana 20 si trova nella prima posizione, che è una posizione di riposo.

La prima membrana 18 e la seconda membrana 20 sono capacitivamente accoppiate e sono dotate di rispettive linee di connessione elettrica 24 (figura 3) per l'accoppiamento con una sorgente di tensione di polarizzazione. Le linee di connessione elettrica 24 e l'accoppiamento capacitivo fra le membrane 18, 20 definiscono in pratica un attuatore elettrostatico. Polarizzando le membrane 18, 20 attraverso le linee di connessione elettrica 24 è possibile applicare una forza elettrostatica, repulsiva o attrattiva, e determinare di

conseguenza la posizione della seconda membrana 20 rispetto alla prima membrana 18 (in particolare, di portare la seconda membrana 20 nella seconda posizione, a contatto con la prima membrana 18).

Come accennato, la prima membrana 18 e la seconda membrana 20 sono forate. Più precisamente, la prima membrana 18 presenta fori definiti da primi canali 27 passanti, che si estendono in lunghezza per tutto lo spessore della prima membrana 18 e hanno una dimensione trasversale massima ad esempio di 2 μm . I primi canali 27 sono uniformemente distribuiti su tutta la prima membrana 18, ad esempio con un rapporto pieno/vuoto pari circa a 60/40. Analogamente, la seconda membrana 20 presenta fori definiti da secondi canali 28 passanti, che si estendono in lunghezza per tutto lo spessore della seconda membrana 20 e hanno una dimensione trasversale massima approssimativamente uguale alla dimensione trasversale massima dei primi canali 27. Anche i secondi canali 28 sono uniformemente distribuiti su tutta la seconda membrana 20, con densità uguale alla densità dei primi canali 27. I primi canali 27 e i secondi canali 28 sono però disallineati, in modo che, quando la seconda membrana 20 è nella seconda posizione, a contatto con la prima membrana 18, i primi canali 27 sono ostruiti dalla seconda membrana 20 e, viceversa, i secondi canali 28 sono ostruiti dalla

prima membrana 18. Di conseguenza, quando la seconda membrana 20 è nella seconda posizione a contatto con la prima membrana 18, il separatore 7 è sostanzialmente impermeabile e impedisce il passaggio di ioni fra il primo elettrodo 5 e il secondo elettrodo 6. Quando, invece, la seconda membrana 20 è nella prima posizione, a distanza dalla prima membrana 18, le due parti della camera 3 sono fluidicamente accoppiate attraverso i primi canali 27, l'intercapedine 23 e i secondi canali 28 ed è consentito il passaggio di ioni fra il primo elettrodo 5 e il secondo elettrodo 6. In pratica, quindi, il supercondensatore 1 può essere alternativamente abilitato e disabilitato con un comando elettrico che dispone la seconda membrana 20 rispettivamente nella prima posizione (o comunque a distanza dalla prima membrana 18) e nella seconda posizione.

In una forma di realizzazione (figura 4), il supercondensatore 1 comprende un dispositivo di pilotaggio 30 e un dispositivo caricatore 31, integrati nel substrato semiconduttore 15. Il supercondensatore 1 è inoltre provvisto di un sensore di temperatura 32 termicamente accoppiato con l'interno della camera 3 e configurato per fornire un segnale di temperatura ST indicativo di una temperatura interna, ad esempio la temperatura dell'elettrolita 4.

Il dispositivo di pilotaggio 30 è configurato per fornire un segnale di controllo SC al separatore 7 e, in pratica, definisce una sorgente di polarizzazione per l'attuatore elettrostatico formato dalle membrane 18, 20 e dalle linee di connessione elettrica 24. Il segnale di controllo SC consente di determinare la posizione della seconda membrana 20 e quindi lo stato del supercondensatore 1, alternativamente abilitato o disabilitato. Mantenere il supercondensatore 1 disabilitato quando non è in uso permette di annullare sostanzialmente le correnti di scarica, perché in questa condizione il separatore 7 è impervio agli ioni. La carica immagazzinata può perciò essere conservata molto più a lungo rispetto ai supercondensatori convenzionali.

In una forma di realizzazione, il segnale di controllo SC può essere generato in funzione del segnale di temperatura ST fornito dal sensore di temperatura 32. In particolare, il segnale di controllo SC è generato in modo da disabilitare l'erogazione di corrente portando la seconda membrana 20 nella seconda posizione a contatto con la prima membrana 18 quando la temperatura rilevata all'interno della camera 3 supera una temperatura di soglia. In questo modo, è possibile implementare una protezione che interrompe l'erogazione di corrente in caso di surriscaldamento, evitando danni potenzialmente

irreversibili del supercondensatore 1. In particolare, in caso di surriscaldamento la seconda membrana 20 viene portata nella seconda posizione a contatto con la prima membrana 10. L'interruzione della corrente fa cessare il riscaldamento ed evita la rottura del dispositivo.

Il substrato semiconduttore 15 e la struttura a cornice 16 del supercondensatore 1 possono essere realizzati sostanzialmente mediante il processo descritto in US 8,942,394 per la fabbricazione di trasduttori elettroacustici. Rispetto al documento citato, le fasi per la realizzazione di elementi di antiadesione fra la prima membrana 18 e la seconda membrana 20 vengono omesse. Inoltre, i secondi canali 28 possono essere aperti nella seconda membrana 20 prima di rimuovere il materiale sacrificale fra la prima membrana 18 e la seconda membrana 20. In questa fase, può essere utilizzata una maschera avente aperture corrispondenti a rispettivi secondi canali 28.

Il substrato semiconduttore 15 può poi essere unito alla base 11, sulla quale è stato preliminarmente realizzato il primo elettrodo 5. Dopo aver realizzato connessioni a filo 33 (figure 1-3) per collegare il separatore 7, il dispositivo di pilotaggio 30 e il dispositivo caricatore 31 alla base 11, viene formata la struttura a cornice 10. Infine, il coperchio 12, sul quale

è stato realizzato il secondo elettrodo 6, viene applicato a chiusura della camera 3. L'elettrolita 4 può essere introdotto nella camera 3 attraverso aperture (non mostrate) nel coperchio 12 o nella struttura a cornice 10. Le aperture vengono successivamente sigillate.

Secondo una diversa forma di realizzazione dell'invenzione, illustrata nelle figure 5 e 6, un supercondensatore 100 comprende un involucro 102, una camera 103, definita nell'involucro 102 e contenente un elettrolita 104, un primo elettrodo 105, un secondo elettrodo 106 e un separatore 107. L'involucro 102 comprende un substrato semiconduttore di supporto 115, che definisce una struttura a cornice 116 e supporta il separatore 107, un primo substrato semiconduttore di chiusura 111 e un secondo substrato semiconduttore di chiusura 112, che definiscono rispettivamente una base e un coperchio dell'involucro 102.

Il substrato semiconduttore di supporto 115 è interposto fra il primo substrato semiconduttore di chiusura 111 e il secondo substrato semiconduttore 112 ed è unito ad essi rispettivamente attraverso una struttura distanziale 113 e uno strato di adesione conduttivo 114. La struttura distanziale 113 forma una cornice che delimita una porzione della camera 103 attorno al secondo elettrodo 106 e può essere realizzata in un materiale polimerico, ad

esempio PDMA (polidimetilsilossano), o semiconduttore. Lo strato di adesione 114 ha anch'esso forma a cornice e si estende attorno al primo elettrodo 105. In alternativa, lo strato di adesione 114 può essere sostituito da un'ulteriore struttura distanziale a cornice in PDMA o altro materiale polimerico o semiconduttore. L'involucro 102 può essere ottenuto unendo il substrato semiconduttore di supporto 115, il primo substrato semiconduttore di chiusura 111 e secondo substrato semiconduttore di chiusura 112 con una tecnica Wafer-to-Wafer bonding.

Il primo elettrodo 105 e il secondo elettrodo 106 sono realizzati rispettivamente sul primo substrato semiconduttore di chiusura 111 e sul secondo substrato semiconduttore di chiusura 112 e sono rivolti verso la camera 103. In una forma di realizzazione, il primo elettrodo 105 e il secondo elettrodo 106 possono essere realizzati con varie tecniche proprie dei semiconduttori, ad esempio, in silicio poroso. Vie conduttive passanti 140 nel primo substrato semiconduttore di chiusura 111 e nel secondo substrato semiconduttore di chiusura 112 consentono di collegare elettricamente all'esterno il primo elettrodo 105 e il secondo elettrodo 106.

Il separatore 107 è del tipo già descritto con riferimento alle figure 1-3 e comprende una prima membrana 118 e una seconda membrana 120. La prima membrana 118 è

forata e rigida ed è fissata alla struttura a cornice 116 attraverso la camera 103 parallelamente al primo elettrodo 105 e al secondo elettrodo 106. La seconda membrana 120 è di materiale semiconduttore, è anch'essa forata ed è parallela alla prima membrana 118. La seconda membrana 120 è inoltre mobile rispetto alla struttura a cornice 116 e alla prima membrana 118 fra una prima posizione, in cui la prima membrana 118 e la seconda membrana 120 sono separate da un'intercapedine 123, e una seconda posizione, in cui la prima membrana 118 e la seconda membrana 120 sono a contatto fra loro. La prima membrana 118 e la seconda membrana 120 sono capacitivamente accoppiate, in modo che la posizione della seconda membrana 120 rispetto alla prima membrana 118 possa essere determinata applicando una tensione. Linee di connessione 124a e vie passanti 124b consentono di collegare la prima membrana 118 e la seconda membrana 120 al primo substrato semiconduttore di chiusura 111 attraverso lo strato di adesione conduttivo 114.

La prima membrana 118 e la seconda membrana 120 presentano rispettivamente primi canali passanti 127 e secondi canali passanti 128, disallineati in modo che, quando la seconda membrana 112 è a contatto con la prima membrana 118, i primi canali passanti 127 sono occlusi dalla seconda membrana 120 e i secondi canali 128 sono occlusi dalla prima membrana 118.

Nella forma di realizzazione di figura 7, un supercondensatore 200 comprende un involucro 202, una camera 203 realizzata nell'involucro 202 e riempita con un elettrolita 204, un primo elettrodo 205, un secondo elettrodo 206 e un separatore 207 fra il primo elettrodo 205 e il secondo elettrodo 206. Il separatore 207 comprende una prima membrana 218, rigida e fissata all'involucro 202, e una seconda membrana 220, mobile rispetto all'involucro 202 e alla prima membrana 218 fra una prima posizione, in cui la prima membrana 218 e la seconda membrana 220 sono separate da un'intercapedine 223, e una seconda posizione, in cui la prima membrana 218 e la seconda membrana 220 sono a contatto fra loro. Un attuatore elettrostatico 250, ad esempio del tipo a elettrodi interdigitati, ha una prima porzione, collegata alla prima membrana 218, e una seconda porzione, collegata alla seconda membrana 220 e consente di determinare la posizione della seconda membrana 220 rispetto alla prima membrana 218. In questo caso, la prima membrana 218 e la seconda membrana 220 possono essere di materiale dielettrico. La prima membrana 218 e la seconda membrana 220 sono inoltre dotate rispettivamente di primi canali 227 e di secondi canali 228 disallineati, che sono ostruiti quando la seconda membrana 220 è nella seconda posizione e liberi per consentire il passaggio di ioni dell'elettrolita 204 quando la seconda membrana 220 è nella

prima posizione.

Il supercondensatore descritto deriva numerosi vantaggi dalla struttura del separatore. In particolare, l'impiego di due membrane forate che risultano impermeabili quando vengono accoppiate permette di abilitare e disabilitare in modo controllato l'erogazione di corrente da parte del supercondensatore. In questo modo, ad esempio, è possibile ridurre in modo sostanziale, se non eliminare del tutto, le correnti di scarica che si verificano normalmente attraverso l'elettrolita quando i supercondensatori noti non sono in uso o in fase di ricarica. Il supercondensatore descritto è quindi in grado di mantenere la carica immagazzinata molto più a lungo rispetto ai supercondensatori convenzionali. Inoltre, è possibile implementare sistemi di protezione che interrompono rapidamente l'erogazione di corrente in caso di condizioni di funzionamento anomale (ad esempio, in presenza di temperature troppo elevate). Nei supercondensatori noti, gli aumenti di temperatura tendono a limitare la corrente per effetto della dilatazione termica del separatore poroso, che riduce la sezione di passaggio dei pori e aumenta la resistenza serie equivalente. Nell'immediato, l'aumento di temperatura può effettivamente essere in parte contenuto grazie alla limitazione di corrente. Tuttavia, gli sforzi meccanici

causati dalla dilatazione mettono a rischio sia la tenuta ermetica del package, sia l'integrità strutturale del separatore. Gli effetti negativi delle sollecitazioni termiche si manifestano certamente con il passare del tempo, causando l'invecchiamento precoce del componente, ma possono risultare anche nella rottura improvvisa del componente nuovo. Il separatore descritto può invece essere controllato per interrompere il passaggio di corrente appena si verifica una condizione potenzialmente pericolosa, prevenendo così i danni dovuti agli sforzi meccanici.

Uno dei vantaggi della soluzione descritta deriva dal fatto che il separatore può essere integrato in un substrato semiconduttore e realizzato tramite tecnologie standard dei semiconduttori o dei sistemi microelettromeccanici, che consentono di ottenere membrane sospese con spessori molto inferiori a quelli ottenibili con le tecniche tradizionalmente impiegate nella fabbricazione di supercondensatori (ad esempio roll-to-roll). Grazie allo spessore ridotto, il separatore ha resistenza serie equivalente molto bassa nello stato attivo, ossia con le membrane separate. Ciononostante, la resistenza serie equivalente è elevatissima quando le membrane sono accoppiate, sostanzialmente impedendo il passaggio di corrente.

Inoltre, le tecniche di fabbricazione disponibili per realizzare il supercondensatore descritto consentono di controllare con elevatissima precisione le dimensioni delle cavità sui lati del separatore, lo spessore delle membrane e il loro rapporto pieno/vuoto (dimensioni e densità dei canali passanti). Sia la capacità, sia la resistenza serie equivalente possono essere quindi controllate con la stessa precisione per ciascun singolo dispositivo. È quindi possibile realizzare supercondensatori compositi (ottenuti collegando supercondensatori elementari) senza bisogno di reti resistive di bilanciamento, che sono invece richieste con i supercondensatori convenzionali. Per questi ultimi, infatti, la capacità non è controllabile con sufficiente precisione e la variabilità ("spread") di processo obbliga ad associare reti resistive di bilanciamento ai supercondensatori compositi.

Un altro vantaggio deriva dal fatto che nel substrato semiconduttore si possono integrare altri dispositivi, come un dispositivo di pilotaggio, un dispositivo di ricarica, un carico elettrico o altri dispositivi ausiliari, come un sensore di temperatura per rilevare la temperatura dell'elettrolita nella camera allo scopo di realizzare una protezione.

In figura 8 è illustrato un sistema elettronico 300, incorporante il supercondensatore 1 descritto.

Il sistema elettronico 300 può essere un dispositivo elettronico di qualsiasi tipo, in particolare portatile e alimentato autonomamente, come, ad esempio e non limitativamente, un telefono cellulare, un calcolatore portatile, una videocamera, una fotocamera, un lettore multimediale, un apparecchio portatile per videogiochi, un'interfaccia utente attivata da movimento per calcolatori o console per videogiochi, un dispositivo di navigazione satellitare. Nella forma di realizzazione di figura 8, il sistema elettronico 300 è un telefono cellulare ed è equipaggiato con un lampeggiatore ("flash") 301 alimentato dal supercondensatore 1.

Il sistema elettronico 300 può comprende inoltre un involucro 303, a cui è rigidamente accoppiato un sensore d'urto 304, un'unità di controllo 305, un modulo di memoria 306, un modulo di comunicazione RF 307 accoppiato a un'antenna 308, uno schermo 310, un modulo audio 311, un dispositivo di acquisizione immagini 312, una porta di connessione seriale 313, ad esempio una porta USB, e una batteria 315 per l'alimentazione autonoma.

L'unità di controllo 305 coopera con il dispositivo di pilotaggio 30 del supercondensatore 1 per sincronizzare l'attivazione del lampeggiatore 301 e del dispositivo di acquisizione immagini 312.

Si noti che l'ambito della presente invenzione non è

limitato a forme di realizzazione aventi necessariamente specificamente uno dei dispositivi elencati o tutti nel loro insieme.

Risulta infine evidente che al supercondensatore e al processo di fabbricazione descritti possono essere apportate modifiche e varianti, senza uscire dall'ambito della presente invenzione, come definito nelle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Supercondensatore comprendente:

un involucro (2; 102; 202);

una camera (3; 103; 203) nell'involucro (2; 102; 202);

un primo elettrodo (5; 105; 205) e un secondo elettrodo (6; 106; 206) su rispettive pareti (11, 12; 111, 112) della camera (3; 103; 203); e

un separatore (7; 107; 207) disposto fra il primo elettrodo (5; 105; 207) e il secondo elettrodo (6; 106; 206) attraverso la camera (3; 103; 203), il separatore (7; 107; 207) comprendendo una prima membrana (18; 118; 218) forata e una seconda membrana (20; 120; 220)forata, mobile rispetto alla prima membrana (18; 118; 218) fra una prima posizione, in cui la prima membrana (18; 118; 218) e la seconda membrana (20; 120; 220) sono separate, e una seconda posizione, in cui la prima membrana (18; 118; 218) e la seconda membrana (20; 120; 220) sono a contatto e accoppiate in modo da rendere il separatore (7; 107; 207) impermeabile.

2. Supercondensatore secondo la rivendicazione 1, in cui la prima membrana (18; 118; 218) è dotata di primi canali passanti (27; 127; 227) e la seconda membrana (20; 120; 220) è dotata di secondi canali passanti (28; 128; 228), disallineati rispetto ai primi canali passanti (27; 127; 227).

3. Supercondensatore secondo la rivendicazione 2, in cui i primi canali passanti (27; 127; 227) e i secondi canali

passanti (28; 128; 228) sono disposti in modo che, quando la seconda membrana (20; 120; 220) è nella seconda posizione, i primi canali passanti (27; 127; 227) sono ostruiti dalla seconda membrana (20; 120; 220) e i secondi canali (28; 128; 228) sono ostruiti dalla prima membrana (18; 118; 218).

4. Supercondensatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il separatore (7; 107; 207) è impermeabile quando la seconda membrana (20; 120; 220) è nella seconda posizione.

5. Supercondensatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente un substrato semiconduttore (15; 115) incorporato nell'involucro (2; 102) e definente una struttura a cornice (16; 116) attorno a una porzione della camera (3; 103), la prima membrana (18; 118; 218) essendo rigida e fissata al substrato semiconduttore (15; 115).

6. Supercondensatore secondo la rivendicazione 5, in cui la seconda membrana (20) è collegata al substrato semiconduttore (15) mediante elementi di connessione elastici (17).

7. Supercondensatore secondo la rivendicazione 5, in cui la seconda membrana (20') è elasticamente deformabile ed è collegata al substrato semiconduttore (15') lungo il proprio perimetro.

8. Supercondensatore secondo una qualsiasi delle

rivendicazioni da 5 a 7, in cui la prima membrana (18; 118) e la seconda membrana (20; 120) comprendono materiale semiconduttore.

9. Supercondensatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 8, in cui la prima membrana (18; 118) e la seconda membrana (20; 120) sono capacitivamente accoppiate.

10. Supercondensatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 9, comprendente un attuatore elettrostatico (18, 20, 24; 250) azionabile per determinare la posizione della seconda membrana (20; 120; 220) rispetto alla prima membrana (18; 118; 218).

11. Supercondensatore secondo la rivendicazione 10, comprendente un dispositivo di pilotaggio (30) integrato nel substrato semiconduttore (15) e configurato per controllare l'attuatore elettrostatico (18, 20, 24; 250).

12. Supercondensatore secondo la rivendicazione 11, comprendente un sensore di temperatura (32) integrato nel substrato semiconduttore (15) e configurato per fornire un segnale di temperatura (ST) indicativo di una temperatura all'interno della camera (3), il dispositivo di pilotaggio (30) essendo configurato per fornire un segnale di controllo (SC) all'attuatore elettrostatico (18, 20, 24; 250) in funzione del segnale di temperatura (ST).

13. Supercondensatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 12, in cui:

la struttura a cornice del substrato semiconduttore (15) è una struttura a cornice interna (16);

l'involucro (2) comprende una base (11), un coperchio (12) e una struttura a cornice esterna (10), disposta sulla base (11) e chiusa dal coperchio (12) su un lato opposto alla base (11);

il primo elettrodo (5) è disposto sulla base (11);

il secondo elettrodo (6) è disposto sul coperchio (12); e

il substrato semiconduttore (15) è unito alla base (11) con la struttura a cornice interna (16) attorno al primo elettrodo (5) ed è incorporato nella struttura a cornice esterna (10).

14. Supercondensatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 12, in cui:

l'involucro (102) comprende un primo substrato di chiusura (111), un secondo substrato di chiusura (112) e una struttura distanziale a cornice (113);

il substrato semiconduttore (115) è interposto fra il primo substrato di chiusura (111) e il secondo substrato di chiusura (112) e la struttura distanziale a cornice (113) è interposta fra il substrato semiconduttore (115) e il secondo substrato di chiusura (112);

il primo elettrodo (105) è disposto sul primo substrato di chiusura (111);

il secondo elettrodo (106) è disposto sul secondo

substrato di chiusura (112); e

il substrato semiconduttore (105) è unito al primo substrato di chiusura (111) con la struttura a cornice (116) attorno al primo elettrodo (105).

15. Supercondensatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente un elettrolita (4; 104; 204) all'interno della camera (3; 103; 203).

16. Supercondensatore secondo la rivendicazione 15, in cui il separatore (7; 107; 207) è permeabile all'elettrolita (4; 104; 204) quando la prima membrana (18; 118; 218) e la seconda membrana (20; 120; 220) sono separate, e impermeabile all'elettrolita (4; 104; 204) quando la prima membrana (18; 118; 218) e la seconda membrana (20; 120; 220) sono a contatto.

17. Sistema elettronico comprendente un'unità di controllo (305) e un supercondensatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti accoppiato all'unità di controllo (305).

18. Metodo per operare un supercondensatore, il supercondensatore comprendendo:

un involucro (2; 102; 202);

una camera (3; 103; 203) nell'involucro (2; 102; 202);

un primo elettrodo (5; 105; 205) e un secondo elettrodo (6; 106; 206) su rispettive pareti (11, 12; 111, 112) della camera (3; 103; 203); e

un separatore (7; 107; 207) disposto fra il primo elettrodo (5; 105; 207) e il secondo elettrodo (6; 106; 206) attraverso la camera (3; 103; 203), il separatore (7; 107; 207) comprendendo una prima membrana (18; 118; 218) forata e una seconda membrana (20; 120; 220) forata, mobile rispetto alla prima membrana (18; 118; 218) fra una prima posizione, in cui la prima membrana (18; 118; 218) e la seconda membrana (20; 120; 220) sono separate, e una seconda posizione, in cui la prima membrana (18; 118; 218) e la seconda membrana (20; 120; 220) sono a contatto e accoppiate in modo da rendere il separatore (7; 107; 207) impermeabile;

il metodo comprendendo alternativamente abilitare e disabilitare l'erogazione di corrente, abilitare comprendendo disporre la seconda membrana (20; 120; 220) nella prima posizione e disabilitare comprendendo disporre la seconda membrana (20; 120; 220) nella seconda posizione.

19. Metodo secondo la rivendicazione 18, comprendente rilevare una temperatura all'interno della camera (3; 103; 203) e disporre la seconda membrana (20; 120; 220) nella seconda posizione quando la temperatura rilevata all'interno della camera (3; 103; 203) supera una soglia di temperatura.

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

Andrea BERNOTTI

Andrea BERNOTTI
(Iscrizione Albo nr.1090/B)

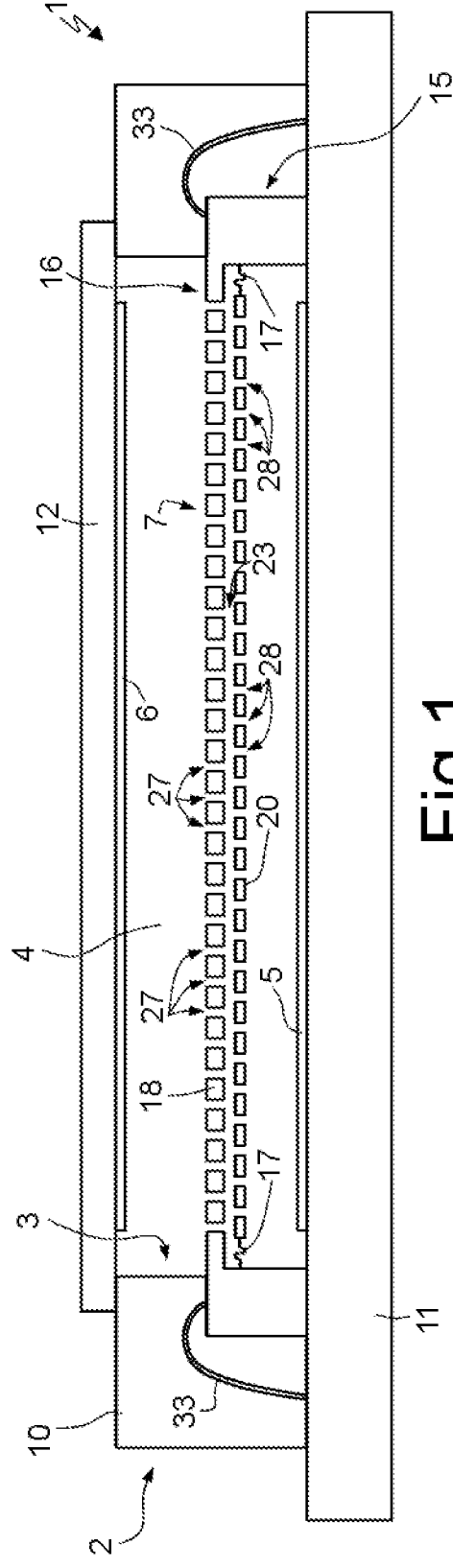


Fig. 1

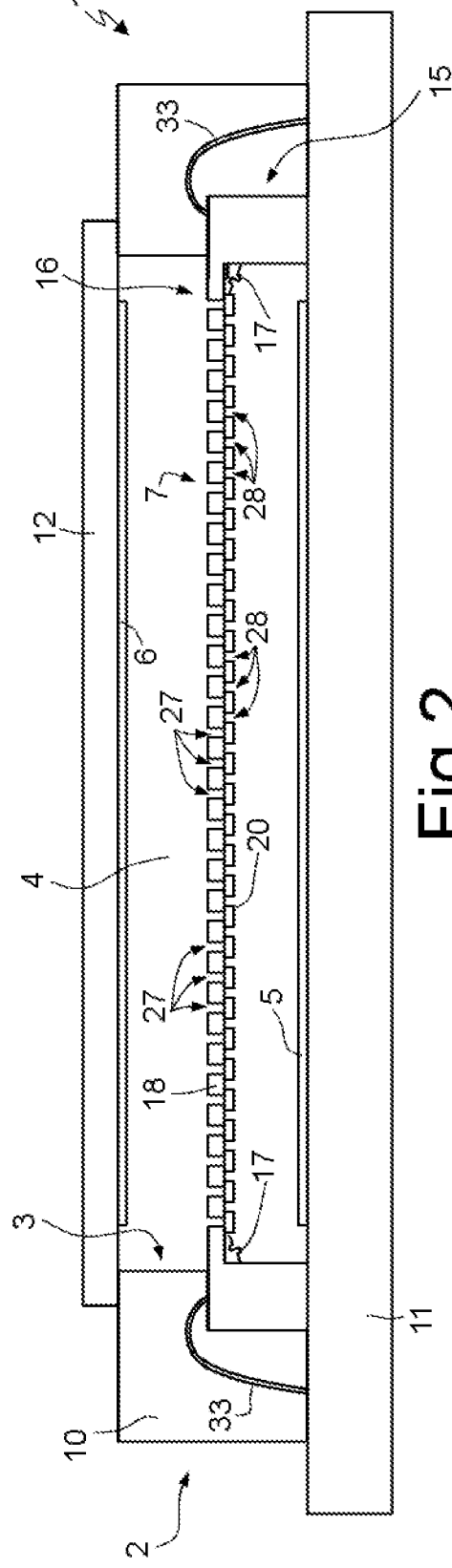


Fig. 2

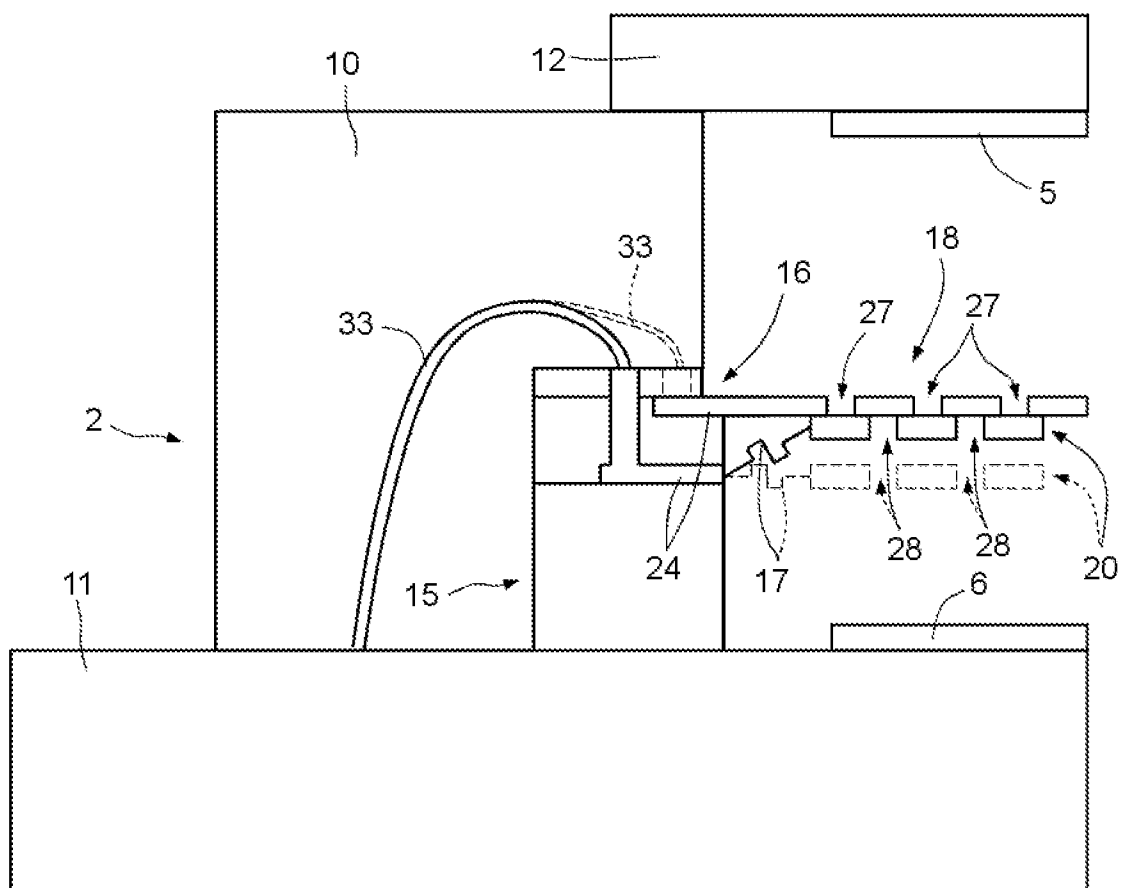


Fig.3

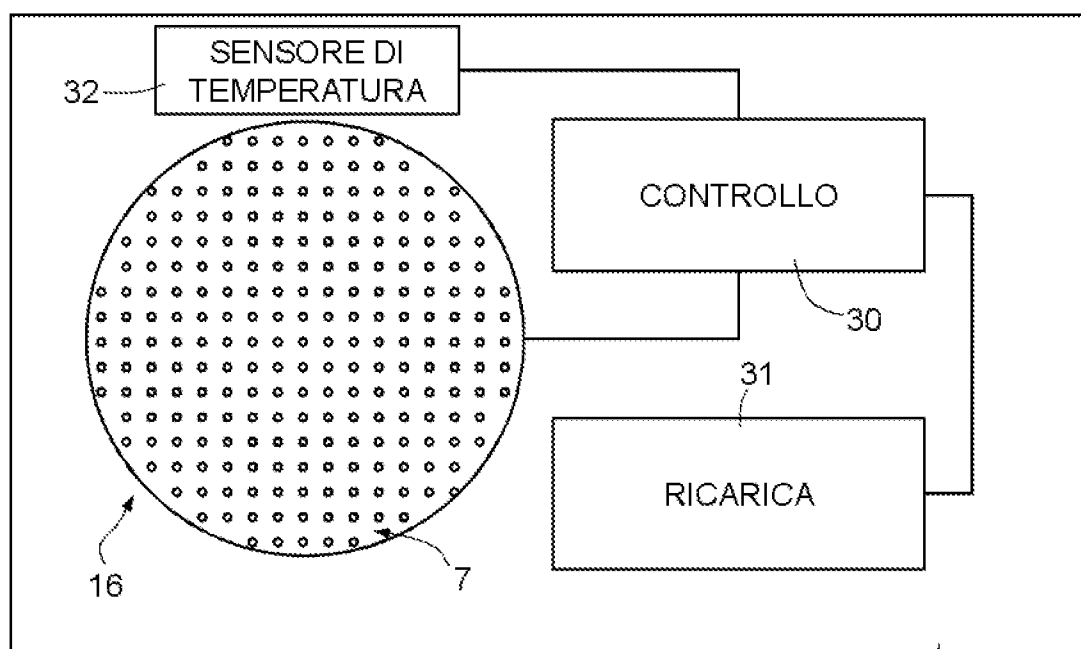


Fig.4

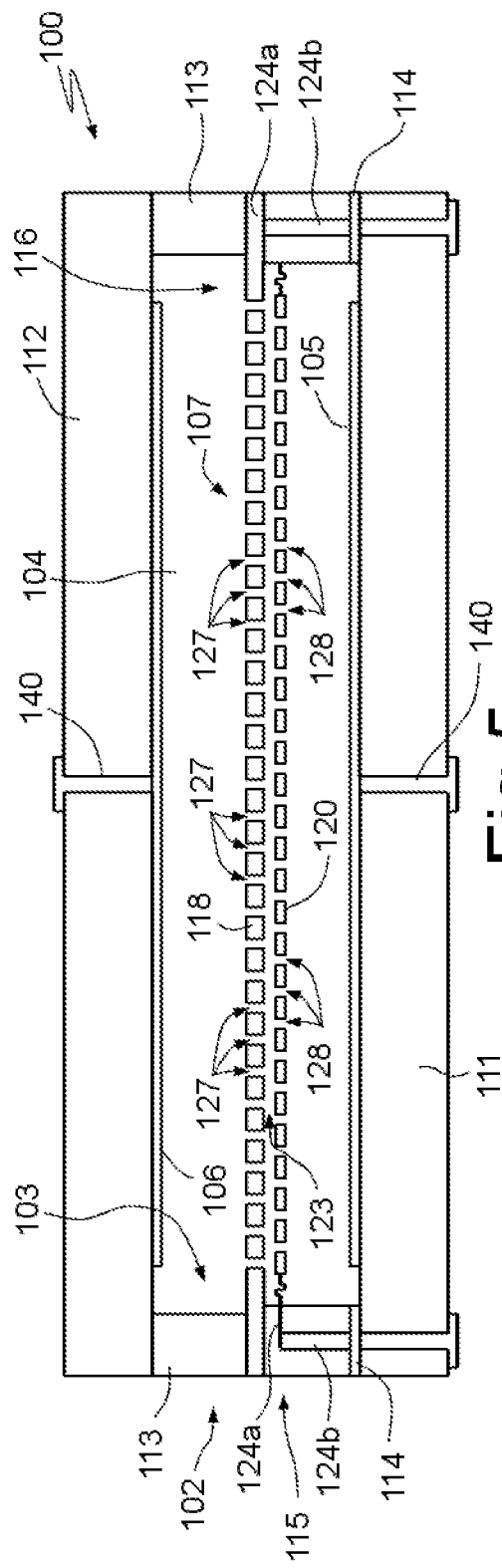


Fig. 5

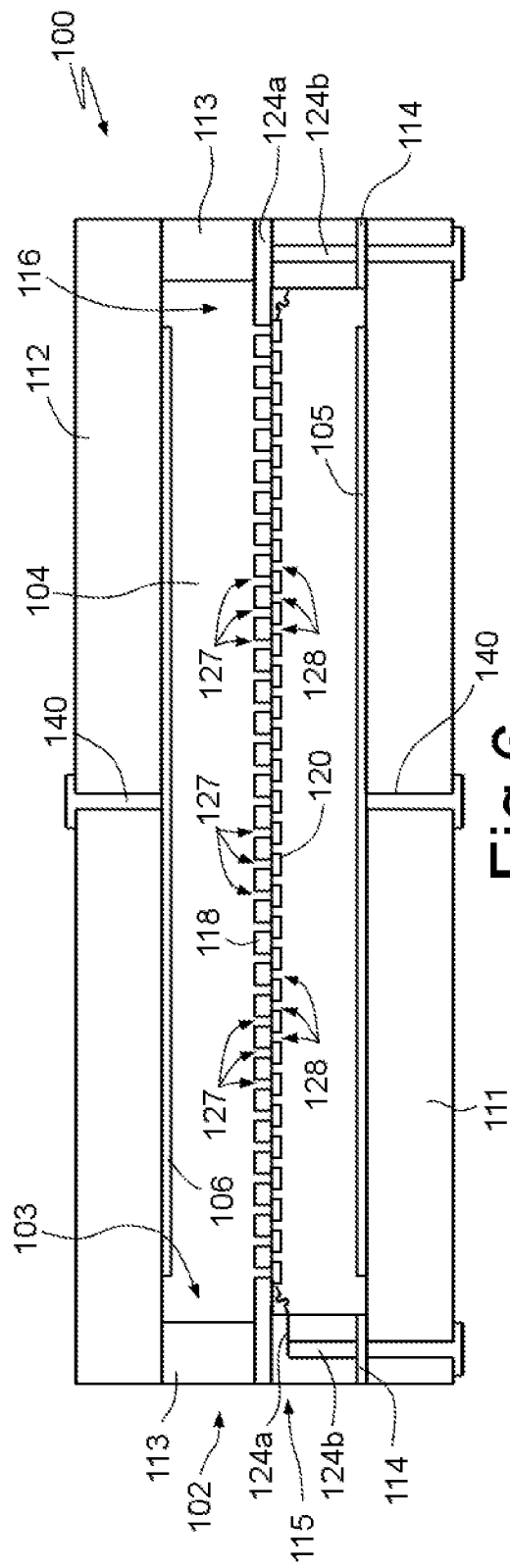


Fig. 6

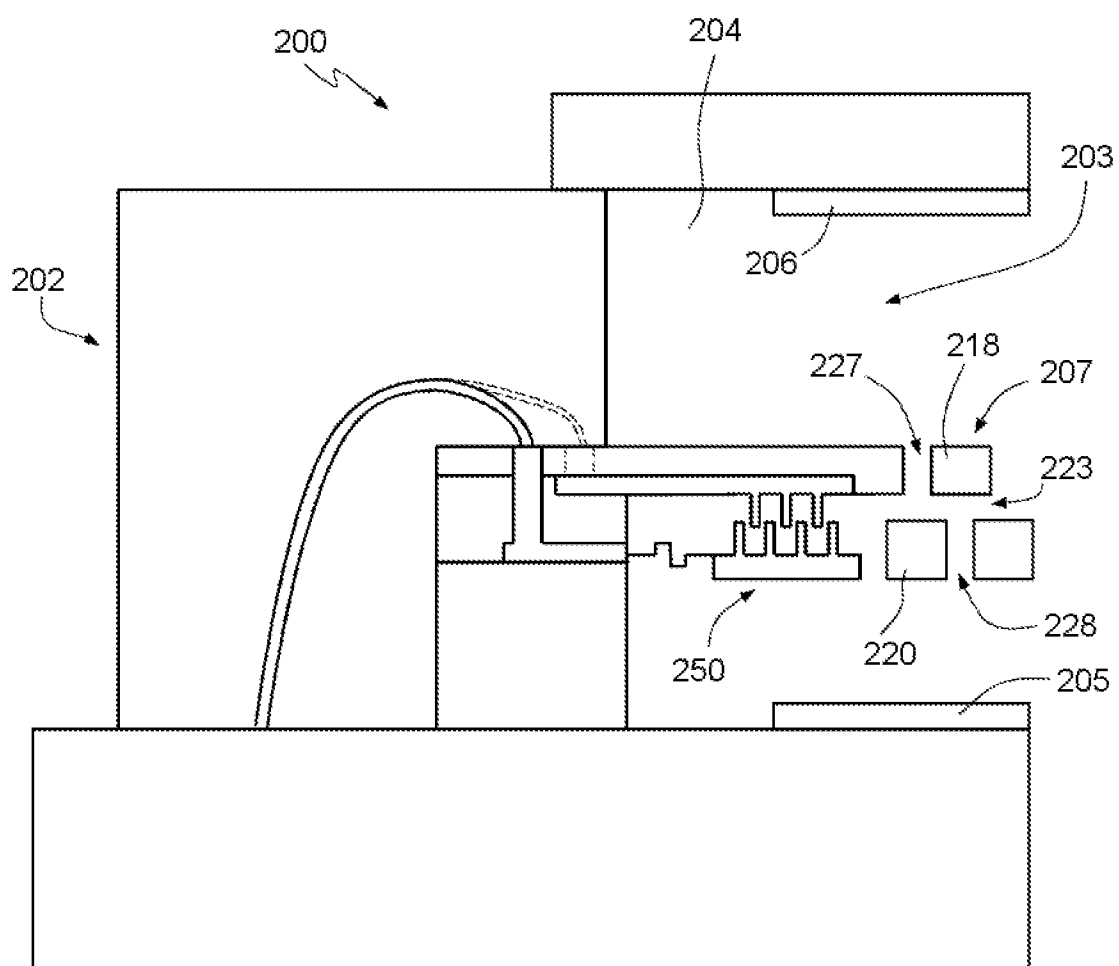


Fig.7

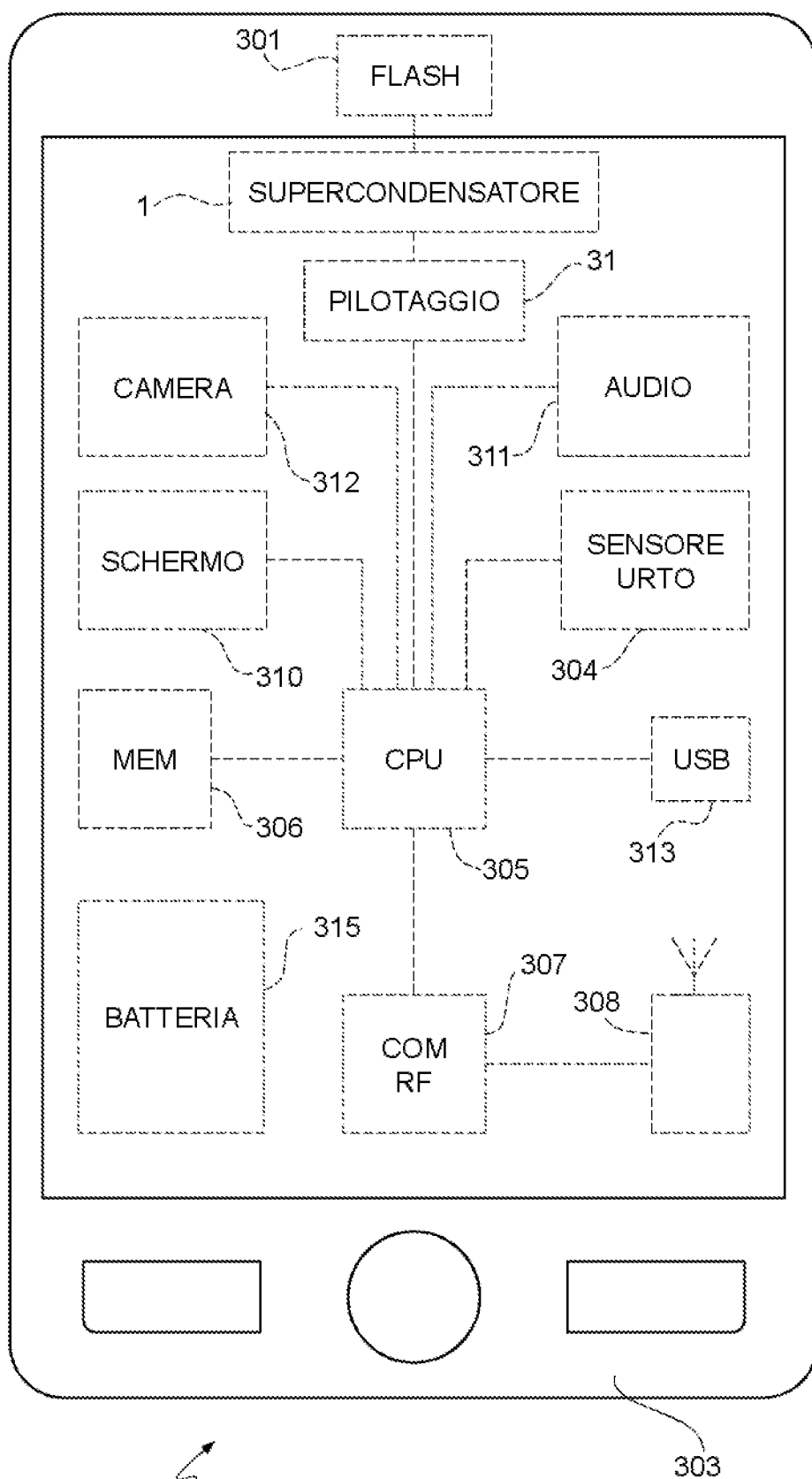


Fig.8