

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901959344A1

Publication Date

20121230

Applicant

STMICROELECTRONICS S.R.L.

Title

DISPOSITIVO DI POTENZA A SPESSORE RIDOTTO

DESCRIZIONE

La soluzione in accordo con una o più forme di realizzazione della presente invenzione riguarda il settore dell'elettronica. Più specificamente, tale soluzione riguarda dispositivi elettronici.

5 Ciascun dispositivo elettronico tipicamente comprende una piastrina (chip) – ad esempio, di materiale semiconduttore, sulla quale sono integrati uno o più componenti elettronici, ed un contenitore (package) nel quale la piastrina viene incapsulata per proteggerla e per consentire l'accesso a suoi terminali.

A tale proposito, il contenitore tipicamente comprende un corpo isolante
10 avente piedini esposti (lead), ciascuno dei quali è collegato elettricamente ad un corrispondente terminale della piastrina (ad esempio, mediante una tecnica di collegamento a fili o "wire-bonding"). I piedini del contenitore sono utilizzati per connettere lo stesso (e quindi i corrispondenti terminali della piastrina) a circuiti esterni. A tale scopo, il dispositivo elettronico è in genere montato su una scheda a
15 circuito stampato (PCB), ad esempio mediante tecnologia a montaggio superficiale (o SMT, "Surface Mounting Technology"), in cui i piedini del contenitore comprendono piazzole che vengono dapprima fissate a corrispondenti piste conduttive della PCB per mezzo di una leggera pressione (pick and place), e poi saldate per rifusione (reflow) sulle stesse, oppure mediante tecnologia a montaggio
20 passante (o THT, "Through Hole Technology"), in cui i piedini del contenitore comprendono reofori che vengono inseriti in fori passanti della PCB e retro-saldati su di essa.

Come è noto, notevoli sforzi di progettazione sono volti a realizzare dispositivi elettronici sempre più compatti.

25 A tale proposito, anche se attualmente esistono tecniche di integrazione evolute che consentono di ottenere una riduzione notevole delle dimensioni della piastrina, la riduzione delle dimensioni complessive del corrispondente dispositivo elettronico può comunque risultare non significativa.

Ciò può avvenire, ad esempio, quando le dimensioni del dispositivo
30 elettronico dipendono prevalentemente dalle dimensioni del relativo contenitore, come nel caso di dispositivo elettronico per applicazioni di potenza (ad esempio, controllo di motori ed alimentatori), o dispositivo di potenza, il quale comprende uno

o più componenti di potenza integrati sulla piastrina.

Ad esempio, una classe di componenti di potenza molto diffusa è rappresentata da transistori di potenza di tipo MOS a struttura verticale; questi ultimi, essendo interessati da tensioni elevate (come 5,5V-850V), sono soggetti a notevole riscaldamento durante il loro funzionamento. Per questo motivo, la piastrina sulla quale viene integrato il componente di potenza necessita di un contenitore che, per garantire adeguate proprietà di dissipazione del calore (così da evitare alla piastrina fenomeni di surriscaldamento che potrebbero provocare malfunzionamenti o rotture), è dotato di uno o più dissipatori di calore (heat sink) per dissipare all'esterno il calore prodotto dalla piastrina durante il suo funzionamento.

Un esempio di tale contenitore è rappresentato dal contenitore di tipo "DSC" ("Dual Side Cool"), il quale è provvisto di due distinti dissipatori. In particolare, ciascun dispositivo di potenza con contenitore DSC (o dispositivo di potenza DSC) comprende un dissipatore che si estende tra una regione conduttiva della piastrina (ad esempio, un terminale di drain del transistor di potenza) ed una superficie di montaggio del corpo isolante rivolta verso la PCB, ed un ulteriore dissipatore che si estende tra un'altra regione conduttiva della piastrina (ad esempio, un terminale di source del transistor di potenza) ed una superficie libera del corpo isolante (tipicamente opposta alla superficie di montaggio).

Come è noto, un numero sempre crescente di applicazioni impone che i dispositivi di potenza DSC abbiano dimensioni assai ridotte (ad esempio, spessore inferiore ad 1 mm, cui nel seguito ci si riferirà come spessore sub-millimetrico); tuttavia, poiché forma e/o dimensione dei dissipatori, dei piedini, del corpo isolante e dei terminali dovrebbero soddisfare specifici parametri di sicurezza del dispositivo di potenza DSC (ad esempio, distanze in aria - distanze di "creepage" - e/o distanze superficiali - distanze di "clearance"), una riduzione dello spessore del dispositivo di potenza DSC comporterebbe variazioni strutturali tali da richiedere una almeno parziale riprogettazione dello stesso. Poiché ciò implicherebbe tempistiche e/o costi spesso non compatibili con esigenze di mercato, attualmente in commercio non sono presenti dispositivi di potenza DSC a spessore sub-millimetrico.

Inoltre, come è noto, una piastrina può integrare al suo interno uno o più componenti ad elevata potenza (ovvero, in grado di sopportare tensioni di

funzionamento maggiori di 300V, e fino a 850V), per cui essa è maggiormente soggetta al surriscaldamento. Per questo motivo, una piastrina di questo tipo necessita di essere incapsulata in un contenitore DSC avente migliore capacità di dissipazione (ad esempio, utilizzando dissipatori aventi una maggiore superficie di
5 dissipazione).

Tuttavia, un aumento della superficie di dissipazione dei dissipatori, oltre ad impattare parametri di sicurezza (con le stesse problematiche sopra descritte), comporterebbe un maggiore ingombro del corrispondente dispositivo DSC. Per i motivi descritti, attualmente in commercio non sono presenti dispositivi DSC ad
10 elevata potenza con ingombro limitato.

In termini generali, la soluzione in accordo con una o più forme di realizzazione della presente invenzione è basata sull'idea di formare almeno un incavo nel dissipatore.

In particolare, uno o più aspetti della soluzione in accordo con specifiche
15 forme di realizzazione dell'invenzione sono indicati nelle rivendicazioni indipendenti, con caratteristiche vantaggiose della stessa soluzione che sono indicate nelle rivendicazioni dipendenti, il cui testo è incorporato nella presente alla lettera per riferimento (con qualsiasi caratteristica vantaggiosa fornita con riferimento ad uno specifico aspetto della soluzione in accordo con una forma di realizzazione
20 dell'invenzione che si applica *mutatis mutandis* ad ogni altro suo aspetto).

Più specificamente, un aspetto della soluzione in accordo con una forma di realizzazione della presente invenzione propone un dispositivo elettronico (ad esempio, un dispositivo di potenza). Il dispositivo elettronico comprende almeno una piastrina in cui è integrato almeno un componente elettronico (ad esempio, uno o più
25 componenti di potenza, come un transistor MOSFET di potenza a struttura verticale), ed un corpo isolante che ingloba detta almeno una piastrina. Il corpo isolante ha una superficie di montaggio per il montaggio su una scheda (ad esempio, una PCB). Il dispositivo elettronico ulteriormente comprende un dissipatore di calore a contatto di detta almeno una piastrina (ad esempio, a contatto di un suo terminale di
30 drain) per dissipare il calore prodotto da detto almeno un componente elettronico verso la superficie di montaggio; il dissipatore di calore comprende una piastra avente un primo spessore. Nella soluzione in accordo con una forma di realizzazione

della presente invenzione, la piastra è dotata di almeno un incavo che definisce una porzione della piastra con un secondo spessore inferiore al primo spessore. Detta almeno una piastrina è alloggiata in detto almeno un incavo.

Un altro aspetto della soluzione in accordo con una forma di realizzazione
5 della presente invenzione propone un corrispondente contenitore.

Un altro aspetto della soluzione in accordo con una forma di realizzazione della presente invenzione propone un sistema complesso comprendente uno o più di tali dispositivi elettronici.

Un ulteriore aspetto della soluzione in accordo con una forma di realizzazione
10 della presente invenzione propone un metodo per realizzare il dispositivo elettronico.

La soluzione in accordo con una o più forme di realizzazione dell'invenzione, come pure ulteriori caratteristiche ed i relativi vantaggi, sarà meglio compresa con riferimento alla seguente descrizione dettagliata, data puramente a titolo indicativo e non limitativo, da leggersi congiuntamente alle figure allegate (in cui elementi
15 corrispondenti sono indicati con riferimenti uguali o simili e la loro spiegazione non è ripetuta per brevità). A tale riguardo, è espressamente inteso che le figure non sono necessariamente in scala (con alcuni particolari che possono essere esagerati e/o semplificati) e che, a meno di indicazione contraria, esse sono semplicemente utilizzate per illustrare concettualmente le strutture e le procedure descritte. In
20 particolare:

FIG.1A mostra una rappresentazione in prospettiva di un dispositivo elettronico noto;

FIG.1B mostra una vista in sezione di tale dispositivo elettronico lungo il piano I-I di FIG.1A;

25 FIG.2 mostra una vista in sezione di un dispositivo elettronico in accordo con una forma di realizzazione della presente invenzione, e

FIG.3A mostra una rappresentazione schematica di un dispositivo elettronico in accordo con un'altra forma di realizzazione della presente invenzione, e

FIG.3B mostra una vista in sezione di tale dispositivo elettronico lungo il
30 piano III-III di FIG.3A.

Con particolare riferimento a FIG.1A, essa mostra una rappresentazione in prospettiva di un dispositivo elettronico 100 (ribaltato rispetto ad un suo verso di

montaggio). Per semplicità di descrizione, tale figura sarà discussa congiuntamente a FIG.1B, la quale mostra una vista in sezione del dispositivo elettronico 100 lungo il piano I-I di FIG.1A.

Il dispositivo elettronico 100 può comprendere una pluralità di piastrine di materiale semiconduttore, in ciascuna delle quali possono essere integrati uno o più componenti elettronici, ed un contenitore per incapsulare le piastrine.

Nell'esemplificativa ma non limitativa forma di realizzazione descritta, il dispositivo elettronico 100 è un dispositivo elettronico per applicazioni di potenza (ad esempio, per controllo di motori ed alimentatori), o dispositivo di potenza, e comprende una singola piastrina 105 sulla quale è integrato un unico componente di potenza (ad esempio, un transistor di potenza di tipo MOS a struttura verticale avente tensioni di funzionamento comprese tra 5,5V e 850V).

Come meglio visibile in FIG.1B, il dispositivo di potenza 100 comprende un contenitore 110, ad esempio di tipo DSC ("Dual Side Cool"). In particolare, il contenitore 110 comprende un corpo isolante (ad esempio, in materiale plastico) 115 a forma genericamente di parallelepipedo, il quale ingloba la piastrina 105; il contenitore 110 comprende inoltre un dissipatore di calore inferiore 120 per dissipare il calore prodotto dalla piastrina 105 verso una superficie di montaggio 125m del corpo isolante 115 (per il montaggio del dispositivo di potenza 100 su una scheda a circuito stampato o PCB, non mostrata in figura), ed un dissipatore di calore superiore 130 per dissipare il calore prodotto dalla piastrina 105 verso una superficie libera 125f del corpo isolante 115 opposta alla superficie di montaggio 125m.

La piastrina 105 ha un primo terminale di conduzione Td (ad esempio, un terminale di drain del transistor di potenza) che si estende su una superficie della piastrina 105 affacciata al dissipatore di calore 120, un secondo terminale di conduzione Ts (ad esempio, un terminale di source del transistor di potenza) che si estende su una superficie della piastrina 105 affacciata al dissipatore di calore 130, ed un terminale di controllo Tg (ad esempio, un terminale di gate del transistor di potenza) che si estende anch'esso sulla superficie della piastrina 105 affacciata al dissipatore di calore 130, sostanzialmente circondando il terminale Ts.

Come visibile in FIG.1B, il dissipatore di calore 120,130 contatta il terminale Td,Ts. Più in particolare, il dissipatore di calore 130 comprende una piastra 130p in

materiale conduttivo con uno o più incavi (due, nell'esempio mostrato) 135a,135b per isolare elettricamente il terminale Tg dal dissipatore di calore 130 (evitando così corto-circuiti tra il terminale Tg ed il terminale Ts). Invece, il dissipatore di calore 120 comprende una piastra 140 in materiale conduttivo piena.

5 Il contenitore 110 ulteriormente comprende una pluralità di piedini (cinque, nella esemplificativa forma di realizzazione illustrata) Ld, Ls₁, Ls₂, Ls₃, ed Lg, i quali sono connessi a rispettivi terminali della piastrina 105 (per rendere questi ultimi accessibili dall'esterno del dispositivo di potenza 100) e sono adatti a consentire il montaggio del dispositivo di potenza 100 sulla PCB mediante tecnologia a
10 montaggio superficiale (o SMT).

A tale proposito, il piedino Ld è formato da una piazzola (pad) in materiale metallico di forma genericamente rettangolare che si estende su circa un terzo della superficie di montaggio 125m del corpo isolante 115; tale piazzola è connessa alla piastra 140, in modo da rappresentare una porzione esposta del dissipatore 120;
15 pertanto, essa è elettricamente connessa al terminale Td, così da fungere sia da piedino di accesso al terminale Td che da superficie di dissipazione di calore. Si noti che una analoga piazzola esposta, indicata con il riferimento 130e, è presente anche nel dissipatore 130 (a contatto con la piastra 130p); tale piazzola 130e, pur risultando a contatto con il terminale Ts mediante la piastra 130p, è di solito impiegata soltanto
20 come ulteriore superficie di dissipazione di calore o come superficie di supporto su cui montare (ad esempio, mediante incollaggio) un dissipatore di calore ausiliario (non mostrato nella figura).

I piedini Ls₁,Ls₂,Ls₃ ed Lg, distribuiti uniformemente lungo un bordo della superficie di montaggio 125m opposta al piedino Ld, sono invece formati ciascuno
25 da una piazzola esposta in materiale metallico a forma genericamente quadrata che si estende in parte sulla superficie di montaggio 125m ed in parte su una superficie laterale adiacente del corpo isolante 115; i piedini Ls₁,Ls₂,Ls₃ contattano il terminale Ts (mediante il dissipatore 130) ed il piedino Lg contatta il terminale Tg (mediante wire bonding, collegamento elettrico non mostrato).

30 Il corpo isolante 110 espone anche estremità libere di traversine (tie-bar) 127 elettricamente conduttive (ad esempio, in materiale metallico, solo due visibili in figura), le quali sono usate per sostenere il piedino Ld durante la realizzazione del

contenitore 110 e sono tranciate dopo lo stampaggio del corpo isolante 115; le traversine 127 sono disposte a coppie su superfici laterali del corpo isolante 115 dove non si trovano i piedini LS_1, LS_2, LS_3, Lg , opportunamente distanziate da questi ultimi.

Come accennato nella parte introduttiva del presente documento, il
 5 dispositivo di potenza 100 qui illustrato, che tipicamente ha uno spessore maggiore di 1 mm, presenta inconvenienti tecnologici, sostanzialmente connessi all'impossibilità di ridurne lo spessore al di sotto di tale valore (così da ottenere un dispositivo di potenza sub-millimetrico). Infatti, per ridurre lo spessore del
 10 dispositivo di potenza 100 sarebbero necessarie modifiche strutturali della piastra 130p tali da richiedere una riprogettazione della stessa (ed in particolare del suo contenitore).

Passando a FIG.2, essa mostra una vista in sezione (analoga alla precedente) di un dispositivo elettronico 200 (ad esempio, ancora un dispositivo di potenza) in
 15 accordo con una forma di realizzazione della presente invenzione. Il dispositivo di potenza 200 comprende, come in precedenza, la piastrina 105 ed un contenitore 210 per incapsulare quest'ultima.

In particolare, il contenitore 210 comprende, come in precedenza, il dissipatore superiore 130 ed un dissipatore inferiore 220. Quest'ultimo presenta una
 20 piastra 240 in materiale conduttivo (con una regione esposta che definisce il piedino Ld). Come visibile in figura, la piastra 240 è analoga alla piastra sopra descritta, ma, differentemente da quest'ultima, presenta un incavo 250 adatto ad accogliere almeno parzialmente la piastrina 105 (nell'esemplificativa ma non limitativa forma di
 realizzazione illustrata, l'incavo 250, avendo larghezza maggiore e profondità inferiore rispetto alla piastrina 105, accoglie completamente la piastrina 105 in
 25 larghezza, e parzialmente in altezza). In particolare, l'incavo 250 definisce una porzione 240a della piastra 240 che ha uno spessore inferiore (sulla quale porzione 240a poggia la piastrina 105), ed una porzione 240b, adiacente alla porzione 240a, che ha uno spessore maggiore (e pari allo spessore della piastra 140). Ad esempio, la
 30 porzione 240a ha uno spessore compreso preferibilmente tra il 10% ed il 90%, ancora più preferibilmente tra il 20% ed il 70%, ad esempio il 30% (come illustrato in figura) dello spessore della porzione 240b, e dipendente dalla profondità dell'incavo 250.

In questo modo, in fase di incapsulamento della piastrina 105, quest'ultima si troverà in una posizione ribassata (della stessa profondità dell'incavo 250) rispetto al caso precedente, così come anche il dissipatore 130; in questo modo, il corpo isolante 215 avrà uno spessore inferiore della stessa quantità.

5 La soluzione descritta è vantaggiosa in quanto consente di ottenere dispositivi di potenza con contenitore DSC (o dispositivi di potenza DSC) più compatti (ad esempio, sub-millimetrici), il cui spessore dipende sostanzialmente dalla profondità dell'incavo 250. Ciò è ottenuto apportando pochissime modifiche al dispositivo di potenza noto. A tale proposito, si noti, infatti, che il corpo isolante 215 presenta uno
 10 spessore inferiore rispetto al corpo isolante 115, pur avendo la stessa struttura di quest'ultimo, e che il dissipatore 130 non necessita di profonde modifiche, se non quelle strettamente necessarie a soddisfare specifici parametri di sicurezza, quali distanza di "creepage" (distanza minima sulla superficie del corpo isolante tra due elementi conduttivi) e distanza di "clearance" (distanza minima in aria tra due
 15 elementi conduttivi).

Nel caso in questione, poiché riducendo lo spessore del corpo isolante 215 la distanza di creepage (approssimativamente pari a 2,7 mm) tra il piedino Ld e/o la piazzola 130e ed i terminali LS_1, LS_2, LS_3 e/o le traversine 127 non sarebbe più rispettata (e un isolamento elettrico tra essi non sarebbe più garantito), potrebbe
 20 essere necessario, in generale, un ridimensionamento del dissipatore 130; ad esempio, è possibile prevedere una leggera riduzione delle dimensioni laterali esterne della piazzola 130e in direzione delle traversine 127 di una quantità pari alla profondità dell'incavo 250 (in accordo quindi con la riduzione di spessore del corpo isolante 215). Si noti che, per garantire comunque una sufficiente superficie di
 25 dissipazione, tale riduzione può essere compensata da un opportuno allargamento (compatibilmente con le regole di progettazione del corpo isolante 215) della piazzola 130e verso i terminali LS_1, LS_2, LS_3 . Pertanto, nella soluzione descritta saranno rispettati i parametri di sicurezza del dispositivo di potenza senza richiedere alcuna sostanziale riprogettazione della piastra 130p, ma apportando soltanto
 30 semplici modifiche strutturali al contenitore 105, ed in particolare alla piazzola 130e, senza aumentarne l'ingombro complessivo (lunghezza, larghezza).

Si noti inoltre che, grazie alla presenza dell'incavo 250 che riduce (nella

porzione 240a) lo spessore della piastra 240, il dissipatore 220 ha una minore resistenza termica. In aggiunta, la piastra 240 presenta una superficie di dissipazione leggermente maggiore (a causa della maggiore larghezza dell'incavo 250 rispetto alla larghezza della piastrina 105, così che il calore può essere dissipato anche attraverso
 5 pareti laterali interne della porzione 240b che delimitano l'incavo 250), il che diminuisce ulteriormente la resistenza termica del dissipatore 220.

La soluzione descritta è ulteriormente vantaggiosa in quanto può essere utilizzata per realizzare dispositivi ad elevata potenza che, a parità di ingombro rispetto a quelli attualmente in commercio, hanno migliori proprietà di dissipazione
 10 del calore. Infatti, nel caso in cui si desideri impiegare una piastrina (non mostrata) sulla quale viene integrato un componente ad elevata potenza, la riduzione dello spessore del contenitore (che la soluzione descritta permette di ottenere) consente di implementare accorgimenti (ad esempio, modificare la piazzola 130e oppure prevedere su di essa uno o più elementi di dissipazione ausiliari) la cui occupazione
 15 di spazio può essere sostanzialmente compensata da tale riduzione.

Passando ora a FIG.3A-3B, esse mostrano una rappresentazione schematica di un dispositivo elettronico 300 (ad esempio, ancora un dispositivo di potenza) in accordo con un'altra forma di realizzazione della presente invenzione e di una sua vista in sezione lungo il piano III-III di FIG.3A, rispettivamente.

20 Il dispositivo di potenza 300 è sostanzialmente equivalente al dispositivo di potenza precedente, ma rispetto a quest'ultimo è configurato per essere fissato su una PCB (non mostrata) mediante tecnologia a montaggio passante (THT, "Through Hole Techonology"). A tale proposito, il dispositivo di potenza 300 comprende un contenitore 310 provvisto di porzioni allungate (reofori) 345d_f, 345g, 345s₂ e 345s₃
 25 adatte ad essere inserite in fori passanti della PCB e retro-saldate su di essa.

Al fine di consentire anche al terminale Td della piastrina 105 di essere fissato sulla PCB mediante tecnologia THT, garantendo nel contempo il rispetto delle distanze di creepage, i reofori 345g, 345s₂ e 345s₃ del dispositivo di potenza 300 hanno una differente configurazione rispetto ai corrispondenti piedini impiegati
 30 per il montaggio mediante tecnologia SMD (in questo modo, come sarà chiarito a breve, è possibile introdurre un reoforo di drain). In particolare, i reofori 345g, 345s₂ e 345s₃ del dispositivo di potenza 300 si estendono dalla superficie laterale del corpo

isolante 215 nelle posizioni che, nella forma di realizzazione precedente, erano occupate dai piedini L_g , L_{s2} ed L_{s3} , rispettivamente. Invece, la posizione precedentemente occupata dal piedino L_{s1} (piedino di source) è ora occupata dal reoforo 345d_f (reoforo di drain), il quale contatta il terminale Td. Tale
 5 configurazione, non limitativa per la presente invenzione, consente di rispettare le distanze di creepage tra il reoforo di gate 345g ed il reoforo di drain 345d_f, e tra il reoforo di drain 345d_f ed i reofori di source 345s₂, 345s₃.

Si comprenderà che il reoforo 345d_f può essere connesso al terminale Td in vario modo. Ad esempio, esso può essere connesso mediante wire bonding (ove
 10 possibile) allo stesso terminale Td o alla piastra 240; in alternativa, come mostrato in FIG.3B, la piastra 240 può comprendere una estensione 350 che contatta il reoforo 345d_f (internamente al contenitore 310).

In maniera vantaggiosa, la PCB potrà comprendere, in maniera nota, una porzione ripiegata (anch'essa non mostrata) sulla quale la piazzola esposta Ld può
 15 essere fissata per dissipare il calore.

Naturalmente, al fine di soddisfare esigenze contingenti e specifiche, un tecnico del ramo potrà apportare alla soluzione sopra descritta numerose modifiche e varianti logiche e/o fisiche. Più specificamente, sebbene tale soluzione sia stata descritta con un certo livello di dettaglio con riferimento ad una o più sue forme di
 20 realizzazione, è chiaro che varie omissioni, sostituzioni e cambiamenti nella forma e nei dettagli così come altre forme di realizzazione sono possibili. In particolare, diverse forme di realizzazione dell'invenzione possono essere messe in pratica anche senza gli specifici dettagli (come gli esempi numerici) esposti nella precedente descrizione per fornire una loro più completa comprensione; al contrario,
 25 caratteristiche ben note possono essere state omesse o semplificate al fine di non oscurare la descrizione con particolari non necessari. Inoltre, è espressamente inteso che specifici elementi e/o passi di metodo descritti in relazione ad ogni forma di realizzazione della soluzione esposta possono essere incorporati in qualsiasi altra forma di realizzazione come una normale scelta di disegno.

30 In particolare, considerazioni analoghe si applicano se il dispositivo elettronico ha una diversa struttura o include componenti equivalenti. In ogni caso, qualsiasi suo componente può essere separato in più elementi, o due o più

componenti possono essere combinati in un singolo elemento; inoltre, ogni componente può essere replicato per supportare l'esecuzione delle corrispondenti operazioni in parallelo. Si fa anche notare che (a meno di indicazione contraria) qualsiasi interazione tra diversi componenti generalmente non necessita di essere
5 continua, e può essere sia diretta sia indiretta tramite uno o più intermediari. Ad esempio, il dispositivo elettronico descritto può comprendere differenti piastrine, in ciascuna delle quali può essere integrato un qualsiasi componente, circuito elettronico, e/o modulo elettronico (non necessariamente di potenza). In tal caso, il dissipatore inferiore può comprendere diversi incavi, ciascuno dei quali può
10 accogliere un predefinito numero, al limite uno, di piastrine.

La forma del corpo isolante illustrata non è da intendersi in maniera limitativa per la presente invenzione, così come tipo di materiali e processo produttivo che possono essere impiegati per la sua realizzazione.

In aggiunta, il dissipatore inferiore può anche non essere a contatto diretto
15 della piastrina; ad esempio, tra la piastra del dissipatore inferiore ed il terminale di drain possono essere presenti strati intermedi (ad esempio, strati di accoppiamento e/o strati saldanti) al fine di garantire buone proprietà di adesione (e quindi efficiente accoppiamento meccanico e/o elettrico) tra essi. Inoltre, è possibile prevedere implementazioni in cui il calore proveniente dalla piastrina può essere trasferito al
20 dissipatore inferiore prevalentemente per convezione.

Il dissipatore superiore può anche non essere presente, se non necessario. Inoltre, il dissipatore superiore, se presente, può sporgere oltre la superficie libera ed estendersi oltre di essa occupando un predeterminato volume. A tale proposito, al di sopra della piazzola esposta del dissipatore superiore può essere presente un
25 elemento di dissipazione ausiliario, oppure la stessa piazzola esposta può essere sagomata in modo da ottenere una maggiore superficie di dissipazione. Come per il dissipatore inferiore, anche il dissipatore superiore può non essere a contatto della piastrina. In ogni caso, né il dissipatore inferiore né il dissipatore superiore devono necessariamente contattare direttamente i terminali di accesso, o altre regioni
30 conduttive, della piastrina.

La soluzione descritta è particolarmente, ma non esclusivamente, vantaggiosa per piastrine che integrano componenti di potenza. Tuttavia, i principi della presente

invenzione possono essere applicati ad altri dispositivi elettronici in cui sia necessario ottenere spessori ridotti modificando solo in maniera minima strutture preesistenti.

Ad ogni modo, il componente di potenza è stato descritto puramente a titolo
5 di esempio. Infatti, il componente di potenza può essere implementato, in accordo con le varie applicazioni, mediante altri componenti, come transistori MOSFET IGBT, BJT, o JFET, e/o diodi, tiristori, amplificatori di potenza e/o moduli integrati di potenza. Inoltre, il transistore MOS di potenza cui si è fatto riferimento nella descrizione può anche avere una diversa collocazione dei suoi terminali.

10 Sebbene nella descrizione si sia fatto esplicito riferimento a specifiche tensioni di funzionamento dei componenti di potenza, esse non sono da intendersi in maniera limitativa. Ad esempio, le stesse considerazioni si applicano per componenti di potenza che, grazie a processi di produzione più precisi, affidabili ed evoluti, consentono di ottenere tensioni di funzionamento anche maggiori di quelle attuali (e
15 quindi superare 850V).

Il numero di piedini del contenitore non è limitativo per la presente invenzione, così come i loro collegamenti ai terminali della piastrina (con qualsiasi loro combinazione che è possibile). Inoltre, il piedino connesso al terminale di drain può comprendere più piazzole esposte del dissipatore inferiore.

20 In aggiunta, il dissipatore superiore può anche non essere impiegato per contattare i piedini del contenitore al terminale di source, con tale collegamento che può avvenire mediante wire bonding o altra tecnica di interconnessione, eventualmente prevedendo sfere conduttive (bump). In una differente forma di realizzazione, il dissipatore superiore può contattare il terminale di gate (ed
25 eventualmente anche il corrispondente piedino del contenitore).

Sebbene in descrizione siano state presentate tecniche di montaggio SMT e THT, il dispositivo elettronico può essere montato sulla scheda (o su altro supporto adatto) mediante qualsiasi tecnica di montaggio.

Considerazioni equivalenti si applicano al contenitore. A tale riguardo, si fa
30 notare che il contenitore può essere realizzato e messo in commercio anche come prodotto a sé stante, per essere utilizzato per inglobare una o più piastrine fornite separatamente.

Infine, la soluzione in accordo con una forma di realizzazione dell'invenzione si presta ad essere implementata con un metodo equivalente (usando passi simili, rimuovendo alcuni passi non essenziali, o aggiungendo ulteriori passi opzionali); inoltre, i passi possono essere eseguiti in ordine diverso, in parallelo o sovrapposti
5 (almeno in parte). Inoltre, il risultato desiderato può essere ottenuto sia realizzando direttamente tutti i componenti richiesti, oppure utilizzando (almeno in parte) componenti forniti da terzi già con le caratteristiche richieste (ad esempio, le piastrine ed i dissipatori di calore).

10

RIVENDICAZIONI

1. Un dispositivo elettronico (100,200,300) comprendente:
almeno una piastrina (105) in cui è integrato almeno un componente elettronico,
5 un corpo isolante (115,215) che ingloba detta almeno una piastrina, il corpo isolante avendo una superficie di montaggio (125m) per il montaggio su una scheda,
un dissipatore di calore (120) a contatto di detta almeno una piastrina per dissipare il calore prodotto da detto almeno un componente elettronico verso la superficie di montaggio, il dissipatore di calore comprendendo una piastra (140)
10 avente un primo spessore,
caratterizzato dal fatto che
la piastra è dotata di almeno un incavo (250) che definisce una porzione (240a) della piastra con un secondo spessore inferiore al primo spessore, detta almeno una piastrina essendo alloggiata in detto almeno un incavo.
- 15 2. Il dispositivo elettronico secondo la Rivendicazione 1, comprendente un ulteriore dissipatore di calore (130) a contatto di detta almeno una piastrina per dissipare il calore prodotto da detto almeno un componente elettronico verso una superficie libera del corpo isolante opposta alla superficie di montaggio.
- 20 3. Il dispositivo elettronico secondo la Rivendicazione 2, in cui l'almeno un componente elettronico comprende un transistor di potenza avente un primo terminale di conduzione (Td) su una superficie della piastrina affacciata al dissipatore di calore, il primo terminale di conduzione essendo collegato elettricamente al dissipatore di calore, ed avente un secondo terminale di conduzione (Ts) ed un terminale di controllo (Tg) su una ulteriore superficie della piastrina
25 affacciata all'ulteriore dissipatore di calore, il secondo terminale di conduzione essendo collegato elettricamente all'ulteriore dissipatore di calore ed il terminale di controllo essendo isolato elettricamente dall'ulteriore dissipatore di calore.
- 30 4. Il dispositivo elettronico secondo la Rivendicazione 3, in cui il transistor è un transistor MOS di potenza avente una tensione di funzionamento compresa tra 300V e 850V.
5. Il dispositivo elettronico secondo la Rivendicazione 3 o 4, in cui l'ulteriore dissipatore di calore si estende su almeno una porzione del terminale di controllo,

l'ulteriore dissipatore di calore comprendendo almeno un ulteriore incavo (135a,135b) per isolare detta porzione del terminale di controllo dall'ulteriore dissipatore di calore.

5 6. Il dispositivo elettronico secondo una qualsiasi delle Rivendicazioni da 3 a 5, ulteriormente comprendente:

almeno un primo piedino di conduzione ($L_d, 345d_f$) per accedere al primo terminale di conduzione, detto almeno un primo piedino di conduzione essendo collegato elettricamente al primo terminale di conduzione all'interno del corpo isolante mediante il dissipatore di calore,

10 almeno un secondo piedino di conduzione (LS_1, LS_2, LS_3) per accedere al secondo terminale di conduzione, detto almeno un secondo piedino di conduzione essendo collegato elettricamente al secondo terminale di conduzione all'interno del corpo isolante mediante l'ulteriore dissipatore di calore,

15 almeno un piedino di controllo (L_g) per accedere al terminale di controllo, e mezzi di collegamento che collegano elettricamente detto almeno un piedino di controllo al terminale di controllo all'interno del corpo isolante.

20 7. Il dispositivo elettronico secondo la Rivendicazione 6, in cui detto almeno un primo piedino di conduzione è definito da una regione (L_d) del dissipatore di calore esposta dal corpo isolante sulla superficie di montaggio, ed in cui detto almeno un secondo piedino di conduzione e detto almeno un piedino di controllo comprendono ciascuno una piazzola esposta sulla superficie di montaggio del corpo isolante, detta regione esposta del dissipatore di calore e dette piazzole esposte essendo adatte ad essere fissate su piste conduttive della scheda mediante una tecnica a montaggio superficiale.

25 8. Il dispositivo elettronico secondo la Rivendicazione 6, in cui detto almeno un primo piedino di conduzione, detto almeno un secondo piedino di conduzione e detto almeno un piedino di controllo comprendono ciascuno una rispettiva porzione allungata ($345d_f, 345s_2, 345s_3, 345g$) adatta ad essere inserita in fori passanti della scheda e retro-saldati sulla scheda.

30 9. Un contenitore (110,210) per l'uso nel dispositivo elettronico (100,200,300) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8, il contenitore comprendendo detto corpo isolante (115,215) e detto dissipatore di calore (120) con

detto almeno un incavo (250).

10. Un metodo per realizzare un dispositivo elettronico (100,200,300) comprendente i passi di:

5 fornire un componente elettronico integrato in almeno una piastrina (105),
inglobare detta almeno una piastrina in un corpo isolante (110), il corpo isolante avendo una superficie di montaggio (125m) per il montaggio su una scheda,

fornire un dissipatore di calore (120) a contatto di detta almeno una piastrina per dissipare il calore prodotto da detto almeno un componente elettronico verso la superficie di montaggio, il dissipatore di calore comprendendo una piastra (140)
10 avente un primo spessore,

caratterizzato dal fatto che

la piastra è dotata di almeno un incavo (250) che definisce una porzione (240a) della piastra con un secondo spessore inferiore al primo spessore, il metodo ulteriormente comprendendo il passo di:

15 alloggiare detta almeno una piastrina in detto almeno un incavo.

* * * * *

CLAIMS

1. An electronic device (100,200,300) including:
 - at least one chip (105) wherein at least one electronic component is integrated,
 - 5 an insulating body (115,215) embedding said at least one chip, the insulating body having a mounting surface (125m) for the mounting on a board,
 - a heat-sink (120) in contact with said at least one chip for dissipating the heat generated by said at least one electronic component towards the mounting surface, the heat-sink including a plate (140) having a first thickness,
 - 10 characterized by the fact that
 - the plate is provided with at least one recess (250) that defines a portion (240a) of the plate with a second thickness lower than the first thickness, said at least one chip being housed within said at least one recess.
2. The electronic device according to Claim 1, including a further a heat-sink
15 (130) in contact with said at least one chip for dissipating the heat produced by said at least one electronic component towards a free surface of the insulating body opposite the mounting surface.
3. The electronic device according to Claim 2, wherein the at least one electronic component includes a power transistor having a first conduction terminal
20 (Td) on a surface of the chip facing the heat-sink, the first conduction terminal being electrically connected to the heat-sink, and having a second conduction terminal (Ts) and a control terminal (Tg) on a further surface of the chip facing the further heat-sink, the second conduction terminal being electrically connected to the further heat-sink and the control terminal being electrically insulated from the further heat-sink.
- 25 4. The electronic device according to Claim 3, wherein the transistor is a power MOS transistor having an operating voltage between 300V and 850V.
5. The electronic device according to Claim 3 or 4, wherein the further heat-sink extends on at least one portion of the control terminal, the further heat-sink including at least one further recess (135a,135b) for insulating said portion of the
30 control terminal from the further heat-sink.
6. The electronic device according to any Claim from 3 to 5, further including:

at least one first conduction lead (L_d,345d_f) for accessing the first conduction terminal, said at least one first conduction lead being electrically connected to the first conduction terminal within the insulating body through the heat-sink,

at least one second conduction lead (L_{s1},L_{s2},L_{s3}) for accessing the second
 5 conduction terminal, said at least one second conduction lead being electrically connected to the second conduction terminal within the insulating body through the further heat-sink,

at least one control lead (L_g) for accessing the control terminal, and
 connection means electrically connecting said at least one control lead to the
 10 control terminal within the insulating body.

7. The electronic device according to Claim 6, wherein said at least one first conduction lead is defined by a region (L_d) of the heat-sink exposed from the insulating body on the mounting surface, and wherein said at least one second conduction lead and said at least one control lead include each one a pad exposed on
 15 the mounting surface of the insulating body, said exposed region of the heat-sink and said exposed pads being suitable to be fixed on conductive tracks of the board through a surface mounting technology.

8. The electronic device according to Claim 6, wherein said at least one first conduction lead, said at least one second conduction lead and said at least one control
 20 lead include each one a respective elongated portion (345d_f,345s₂,345s₃,345g) adapted to be inserted into through holes of the board and back-soldered on the board.

9. A package (110,210) for use in the electronic device (100,200,300) according to any Claim from 1 to 8, the package including said insulating body
 25 (115,215) and said heat-sink (120) with said at least one recess (250).

10. A method for making an electronic device (100,200,300) including the steps of:

providing an electronic component integrated within at least one chip (105),
 embedding said at least one chip within an insulating body (110), the
 30 insulating body having a mounting surface (125m) for the mounting on a board,
 providing a heat-sink (120) in contact with said at least one chip for dissipating the heat generated by said at least one electronic component towards the

mounting surface, the heat-sink including a plate (140) having a first thickness,
characterized by the fact that
the plate is provided with at least one recess (250) that defines a portion (240a) of the
plate with a second thickness lower than the first thickness, the method further
5 including the step of:

housing said at least one chip within said at least one recess.

* * * * *

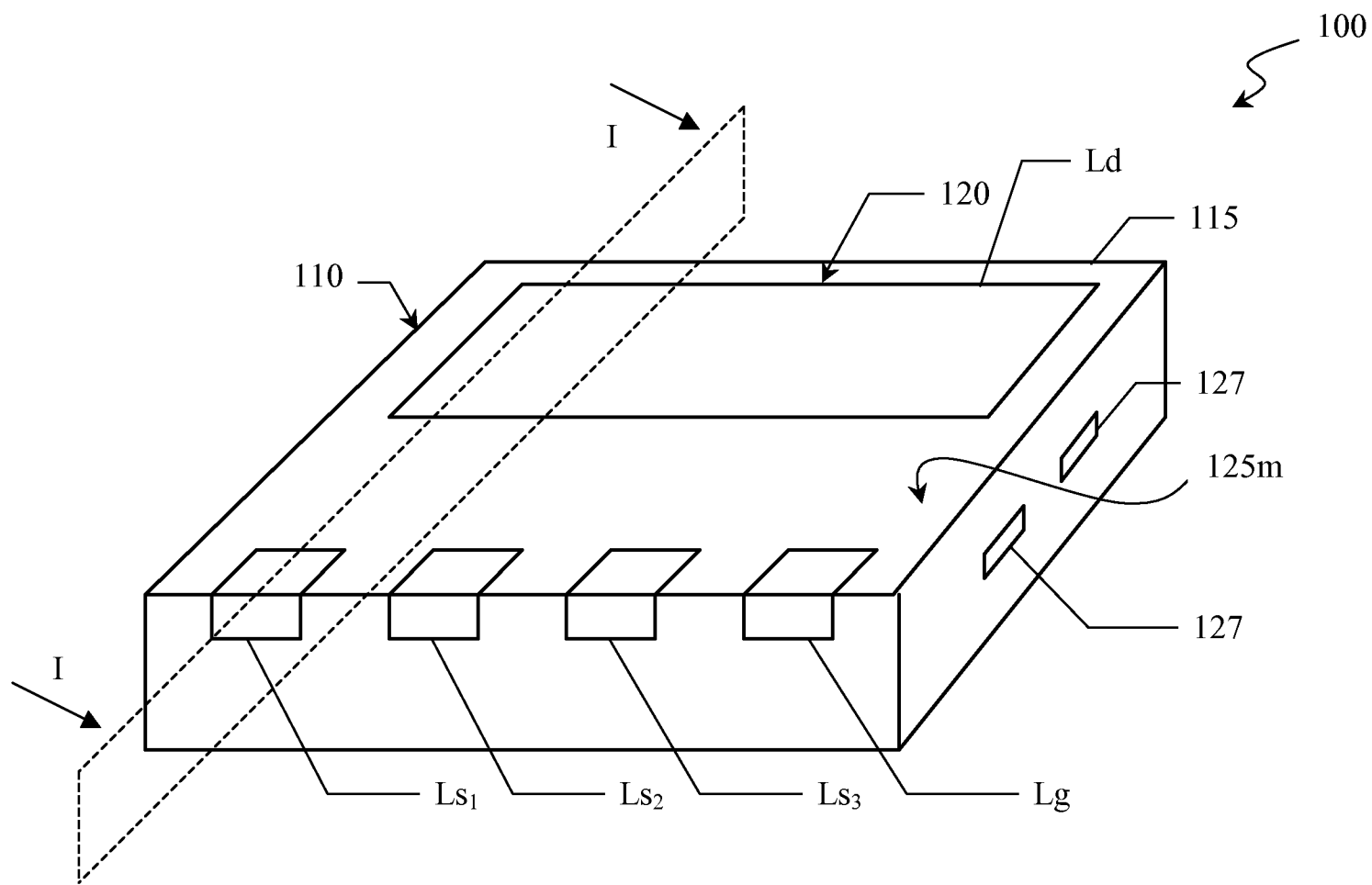


FIG.1A





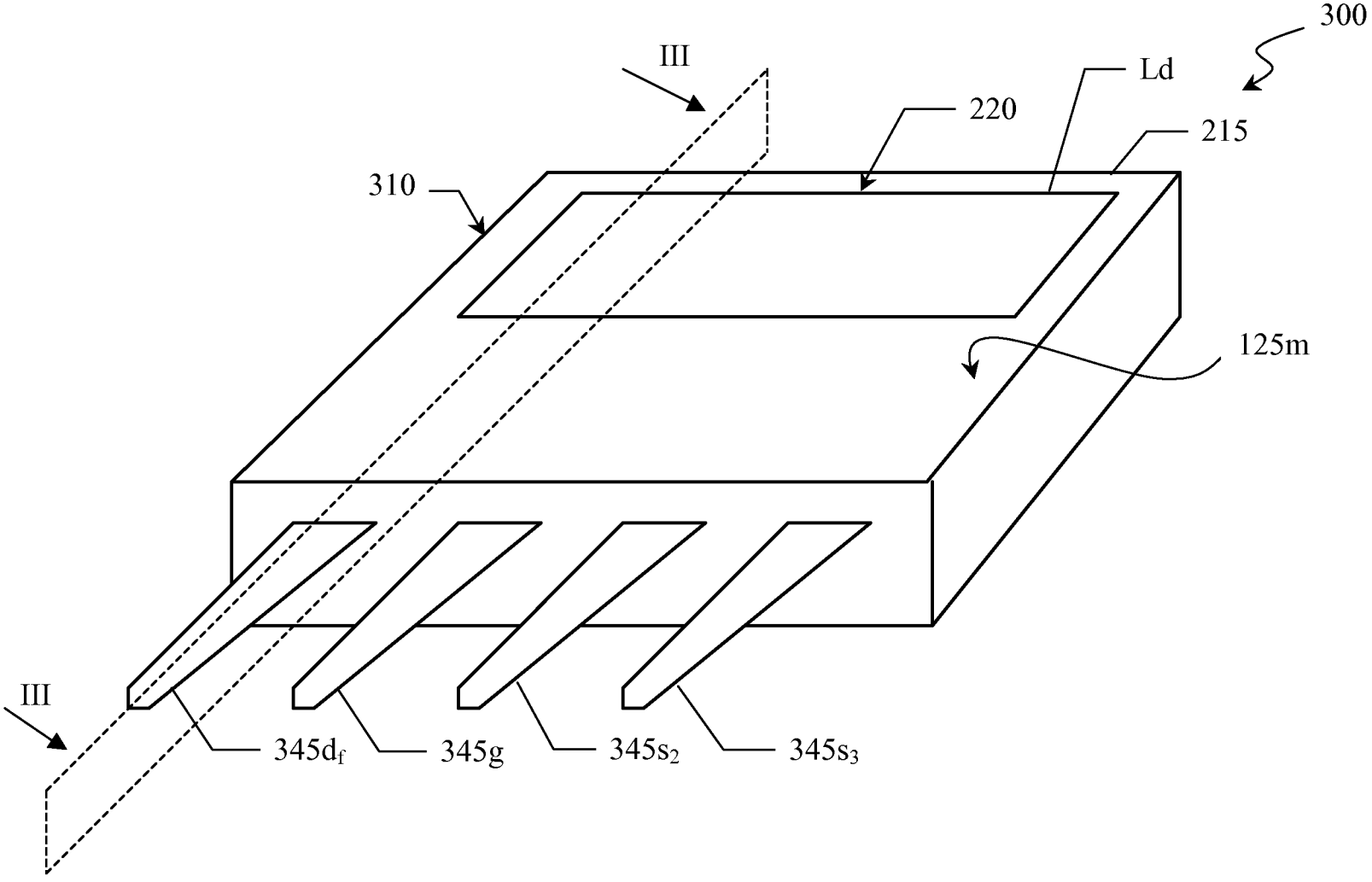


FIG.3A

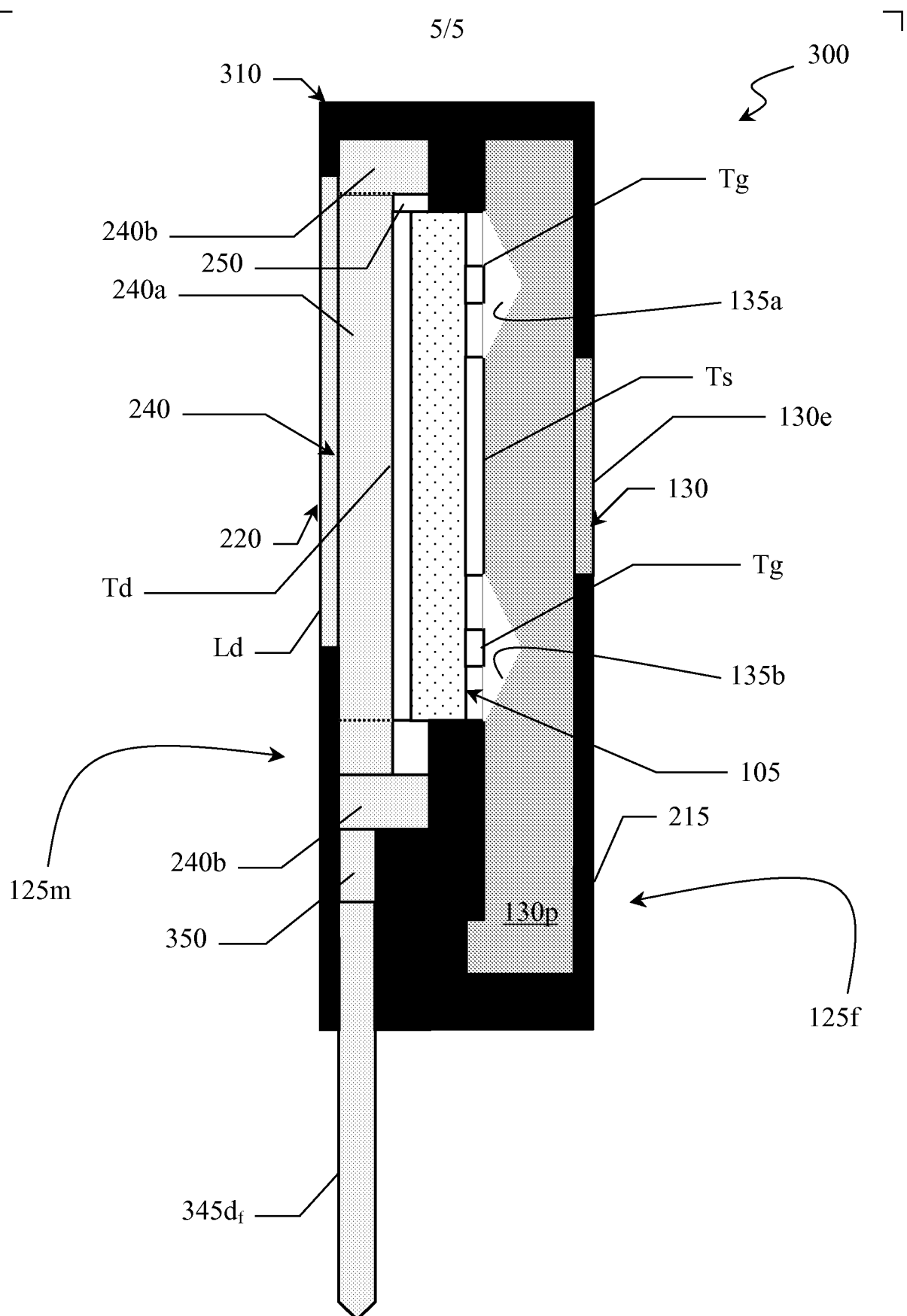


FIG.3B