



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

DOMANDA NUMERO	102001900906509
Data Deposito	05/02/2001
Data Pubblicazione	05/08/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	05	K		

Titolo

CIRCUITO ELETTRONICO.

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale
di FIORI FRANCO
di nazionalità italiana,
domiciliato a 10129 TORINO, VIA PIAZZI, 62
Inventore: FIORI Franco

○○○ ○○○ ○○○

La presente invenzione è relativa ad un circuito elettronico.

Come è noto, le rapide variazioni dei segnali (tensioni e correnti) all'interno dei circuiti integrati possono dare origine alla generazione di campi elettromagnetici.

Con particolare riferimento ai circuiti integrati digitali (ad esempio microprocessori, microcontrollori, DSP) si segnala come sia i circuiti interni al dispositivo (ALU, RAM,) che i circuiti di interfaccia verso i circuiti esterni (circuiti di I-O) diano origine a variazioni rapide di tensioni e di correnti ai terminali (pin) del circuito integrato.

Ciascuno dei terminali del circuito integrato si comporta pertanto come una sorgente di segnale a radiofrequenza che alimenta l'antenna composta dalle piste dei circuiti stampati o dai fili ad essa collegati. In questo caso, si generano delle emissioni

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

di tipo condotto.

Di norma, un circuito integrato è incapsulato in un contenitore plastico o ceramico (package) ed il collegamento tra i circuiti integrati sul silicio e quelli esterni avviene per mezzo di connessioni metalliche integrate nel package (package lead-frame e bonding interconnections). La piastrina di silicio (o più in generale di materiale semiconduttore) che contiene i circuiti integrati è saldata o incollata su un piattello metallico dissipatore (die carrier) che è parte integrante del package. Il piattello è di dimensioni variabili e spessore compreso tra 1 e 2 mm.

La corrente che attraversa queste interconnessioni e che fluisce nei collegamenti direttamente integrati su silicio genera emissioni elettromagnetiche direttamente irradiate dal dispositivo.

Fra tutti i segnali di un dispositivo integrato quelli presenti sulle linee di alimentazione contribuiscono in modo significativo alla generazione di interferenze elettromagnetiche sia condotte che irradiate.

Infatti, un circuito integrato digitale assorbe dai terminali di alimentazione una corrente con impulsi di ampiezza notevole (diverse centinaia di mA), di durata estremamente ridotta (inferiore al ns) e frequenza pari

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

ad un multiplo della frequenza del segnale di temporizzazione del dispositivo integrato.

Al fine di limitare la fluttuazione di tali correnti viene utilizzato un condensatore di by-pass collegato ai terminali di alimentazione ed atto a funzionare come un serbatoio di carica che viene fornita al circuito integrato durante le commutazioni, limitando così le fluttuazioni della tensione di alimentazione.

In realtà, la presenza delle induttanze parassite associate al condensatore di by-pass e alle piste del circuito stampato che collegano il condensatore alle alimentazioni del circuito integrato rende parzialmente inefficace la sua azione.

Quindi, gli impulsi di corrente assorbiti da un circuito integrato sono forniti in parte dal condensatore di by-pass e, in parte dal circuito regolatore di tensione che alimenta il circuito integrato stesso; in questo modo, sia la corrente fornita dal circuito regolatore di tensione che quella che attraversa il condensatore di by-pass danno luogo ad emissioni elettromagnetiche.

A tutt'oggi il problema delle emissioni elettromagnetiche dovute alla corrente di alimentazione non è stato risolto in modo efficace.

Nella letteratura tecnica che si occupa di queste

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8435)

problematiche sono descritti alcuni metodi per il filtraggio da eseguire a livello di circuito stampato. Applicando tali metodi si riduce l'effetto delle emissioni condotte del circuito integrato, mentre la riduzione delle emissioni direttamente irradiate dal dispositivo integrato si ottiene adoperando opportuni schermi e/o materiali che dissipano l'energia associata ai campi elettromagnetici, sempre da applicare sul circuito stampato.

Un'altra tecnica consiste nell'inserire uno o più condensatori di filtro realizzati su silicio e collegati alla rete di alimentazione.

Tali condensatori sono ottenuti con giunzioni p-n polarizzate inversamente (giunzioni di sacche di isolamento) o da strutture metallo-ossido-semiconduttore (MOS). Purtroppo questa soluzione non è molto efficace perché i condensatori che si possono realizzare su silicio sono di valore non sufficiente ad attenuare le interferenze prodotte dal funzionamento del circuito integrato.

Scopo della presente invenzione è quello di realizzare circuiti elettronici caratterizzati da emissioni elettromagnetiche di entità ridotta rispetto a quelle dei circuiti elettronici attuali.

Il precedente scopo è raggiunto dalla presente

BERGADANO MIRKO
(Iscritto all'Albo n. 843B)

invenzione in quanto essa è relativa ad un circuito elettronico del tipo descritto nella rivendicazione 1.

La presente invenzione è inoltre relativa ad un circuito elettronico provvisto di mezzi di riduzione delle emissioni elettromagnetiche del tipo descritto nelle rivendicazioni 19 e 22.

L'invenzione verrà ora illustrata con riferimento ai disegni allegati che ne rappresentano una preferita forma di realizzazione non limitativa in cui:

- ◆ la figura 1 illustra, in vista dall'alto, un circuito elettronico realizzato secondo i dettami della presente invenzione;
- ◆ la figura 1a illustra, in vista dall'alto, un dettaglio del circuito elettronico riportato nella figura 1. In particolare è riportato il dettaglio di una rete di alimentazione di un circuito integrato. Sono anche riportati schematicamente alcuni componenti integrati utilizzati nella presente invenzione;
- ◆ la figura 2 illustra una sezione del circuito elettronico di figura 1a realizzato secondo il piano II-II;
- ◆ la figura 3 illustra, in sezione, una prima variante del circuito elettronico della figura 2 nel caso di circuito integrato montato con

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8435)

tecnica di tipo flip-chip;

- ◆ la figura 4 illustra, in sezione, una seconda variante al circuito elettronico della figura 2;
- ◆ la figura 5 rappresenta un circuito elettrico equivalente del circuito elettronico realizzato secondo i dettami della presente invenzione;
- ◆ la figura 6 illustra, in modo schematico, una terza variante del circuito elettronico secondo i dettami della presente invenzione;
- ◆ la figura 7 illustra, in modo schematico, una quarta variante del circuito elettronico secondo la presente invenzione; e
- ◆ la figura 8 illustra, in modo schematico, una quinta variante del circuito elettronico secondo la presente invenzione.

Nella figura 1 è indicato con 1, nel suo insieme, un circuito elettronico, in particolare di tipo digitale, realizzato secondo i dettami della presente invenzione.

Il circuito elettronico 1 comprende un contenitore parallelepipedo 2 (package) realizzato in materiale plastico oppure ceramico oppure metallico e provvisto di una pluralità di terminali metallici (pins) 5 che si estendono lungo lati rettilinei opposti dell'involucro 2 stesso.

BERGADANO MIRKO
[iscritto all'Albo n. 8438]

Il contenitore (package) 2 può essere di tipo qualsiasi ad esempio del tipo: Dual in Line (DIP), Shrink Dual in Line package (S-DIP), Skinny Dual in Line Package (SK-DIP), Flat Pack (FP), Hybrid Package (HP), Pin Grid Array (PGA), Leadless Chip Carrier (LCC), Plastic Leaded Chip Carrier (PLCC), Plastic Quad Flat Package (PQFP - QFP), Power Hybrid Package (PHP), Quad in Line Package (QUID), Single in Line Package (SIP), ZigZag in Line Package (ZIP), Single Chip Module (SCM), Single-Layer Alumina Metallized Package (SLAM), Small Outline Integrated Circuit (SOIC) Package, Small Outline J-Leaded Package (SOJ), Small Outline Package (SOP), Thin Small Outline (TSO) Package, Ball Grid Array package (BGA), micro Ball Grid Array (uBGA) Package, mini square package (MSP), Flat Package of Glass (FPG), Multi Chip Module (MCM).

Il contenitore 2 alloggia un elemento di supporto, ad esempio un dissipatore 7 (si veda la figura 2), convenientemente realizzato da un piattello parallelepipedo metallico (ad esempio realizzato in alluminio), ed un circuito integrato realizzato su una piastrina di silicio 10 (DIE - materiale semiconduttore) portata dall'elemento di supporto 7.

Come è noto, il dissipatore 7, oltre a svolgere la funzione di supporto meccanico per la piastrina di

silicio 10, ha il compito di raccogliere il calore prodotto dal funzionamento dei circuiti integrati realizzati sul silicio e quindi ridurre la resistenza termica presente tra il circuito integrato e l'ambiente circostante. Nei package sopra elencati la superficie del dissipatore 7 è di norma maggiore di quella della piastrina di silicio 10.

Il dissipatore 7 è convenientemente elettricamente collegato ad un piedino di alimentazione negativa 5-gnd del circuito elettronico 1 (figura 1).

Il circuito integrato 10 è provvisto di una pluralità di terminali 13 (PAD) collegati, in modo noto, con rispettivi terminali metallici 5 mediante fili di bonding 14.

In una forma preferita di realizzazione della presente invenzione, (figura 2) tra l'elemento di supporto 7 (dissipatore) e la piastrina di silicio 10 è disposto un condensatore multistrato 16 avente forma parallelepipedica e presentante primi e secondi terminali di estremità 16a e 16b.

In particolare (figura 2), il condensatore 16 comprende una prima pluralità di prime armature metalliche 22a parallelepipediche piane parallele tra di loro ed una seconda pluralità di seconde armature parallelepipediche piane 22b parallele tra di loro,

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

sovrapposte ed alternate alle prime armature e separate da queste mediante strati di materiale isolante dielettrico 24 (ad esempio materiale plastico, vernici o resine isolanti, ecc). Il materiale isolante è un buon isolante elettrico, ma allo stesso tempo deve avere buone caratteristiche di trasmissione di calore.

Le prime armature 22a sono collegate ad uno o più elementi rettilinei di materiale conduttore 25a (nella vista in sezione della figura 2 ne viene mostrato solo uno) che è elettricamente separato dalle seconde armature 22b. Ciascuno degli elementi conduttori rettilinei 25a presenta una porzione di estremità rivolta verso la piastrina di silicio 10 e realizzante il primo terminale 16a del condensatore 16.

A loro volta, le seconde armature 22b sono collegate elettricamente tra di loro attraverso un elemento di collegamento elettrico 25b che realizza, nel suo insieme, il secondo terminale 16b del condensatore.

Tale elemento di collegamento elettrico 25b può essere convenientemente costituito da una parete metallica tubolare 26 che circonda le pareti laterali del condensatore 16 e da una parete piana di estremità 27 che è disposta parallela alle armature 22a e presenta bordi di estremità 27a raccordati con bordi della parete 26.

BERGADINO BERGO
(scritto di' Albo n. 843B)

La parete di estremità 27 è inoltre provvista di aperture 30 per permettere l'isolamento dei terminali di estremità 16a.

Un porzione di estremità inferiore 26e della parete 26 è elettricamente collegata con il dissipatore 7 in modo tale che il terminale 16b del condensatore sia elettricamente collegato al dissipatore 7.

Da un punto di vista costruttivo, il condensatore 16, nell'esempio di realizzazione illustrato, è costruito direttamente sul dissipatore 7 con successive operazioni di mascheratura e di deposizione di materiale conduttore e di materiale isolante.

In alternativa, il condensatore 16 può essere anche un componente discreto che è inserito tra il circuito integrato 10 e il dissipatore 7. In questo caso una faccia del condensatore 16 è fissata, ad esempio saldata, al dissipatore 7. In tale caso, la piastrina di silicio 10 è stabilmente fissata, ad esempio mediante saldatura, alla parete piana di estremità 27 del condensatore 16.

Da quanto sopra detto, risulta chiaro che il condensatore 16 è tipo discreto e non è integrato sulla piastrina 10.

Con particolare riferimento alla figura 1a un sottoinsieme dei terminali 13 (figura 1a) è collegato ad

BERGADANO MIRKO
(scritto all'Albo n. 8438)

una rete di alimentazione positiva 20 del circuito integrato 10, mentre un altro sottoinsieme dei terminali 13 è collegato ad una rete di alimentazione negativa 21 del circuito integrato 10. Le reti di alimentazione positiva e negativa 20, 21 sono realizzate nel circuito 10 mediante tecniche di tipo noto.

Ciascun terminale 13 collegato alla rete di alimentazione positiva 20 è collegato mediante uno o più fili di bonding 14 ai terminali 16a del condensatore 16 (si vedano le figure 1a e 2). I terminali 13 collegati alla rete di alimentazione negativa 21 sono collegati mediante fili di bonding 14 al terminale 16b del condensatore 16, in particolare alla parete piana 27 (si vedano a tale proposito le figure 1a e 2).

Si segnala come, la disposizione del condensatore 16 all'interno del contenitore 2 permetta di collegare elettricamente rispettivamente il terminale 16a del condensatore 16 alla rete di alimentazione positiva 20 del circuito integrato 10 ed il terminale 16b del condensatore 16 alla rete di alimentazione negativa 21. Tali collegamenti elettrici sono realizzati mediante dei fili di bonding 14 di lunghezza estremamente limitata.

Così facendo le induttanze parassite vengono ridotte in modo considerevole.

Infatti, alle frequenze più elevate sono le

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

componenti induttive a definire l'impedenza del condensatore.

Secondo la forma di realizzazione illustrata nella figura 2 viene pertanto realizzato un filtro costituito dal condensatore multistrato 16 che è alloggiato all'interno del package 2, presenta capacità elevata, è associato ad una induttanza limitata ed è direttamente collegato con le linee di alimentazione 20 e 21 del circuito integrato 10.

In questo modo, il condensatore 16, durante gli istanti di commutazione del circuito 10, fornisce a tale circuito la corrente necessaria al suo funzionamento, mentre si ricarica attraverso i circuiti esterni di alimentazione (illustrati in figura 5) negli istanti in cui il circuito 10 non assorbe corrente di alimentazione.

Poiché il condensatore 16 presenta capacità dell'ordine di qualche micro-farad, le fluttuazioni della tensione di alimentazione all'interno del circuito elettronico 1 vengono drasticamente ridotte.

In questo modo, le correnti che fluiscono nei terminali metallici 5 di alimentazione (5-VDD e 5-GND) del circuito elettronico 1 sono soggette a minori fluttuazioni grazie alla presenza del condensatore 16 riducendo così in modo notevole sia le emissioni

BERGADANO MIKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

condotte che le emissioni irradiate del circuito elettronico. Infatti la corrente necessaria al funzionamento del circuito integrato 10 circola quasi tutta tra il condensatore 16 e la piastrina di silicio 10. Inoltre, il condensatore 16 è incapsulato all'interno del contenitore 2 ed è affacciato al piattello dissipatore 7 in modo tale che eventuali emissioni elettromagnetiche irradiate dal condensatore stesso vengano fortemente attenuate.

Viene così operata una forte riduzione delle emissioni elettromagnetiche totali diminuendo sia le emissioni condotte che quelle irradiate.

La disposizione del condensatore 16 dentro il package 2 è ancora più efficace se il condensatore 16 è direttamente collegato alle linee di alimentazione positiva e negativa 20 e 21, per mezzo di bump 33 (si veda la figura 3). Nella figura 3 è riportata la vista in sezione di una variante 1a al circuito elettronico 1, illustrato nella figura 2, in cui il circuito integrato 10 è montato sul condensatore 16 con tecnica flip-chip.

In tale variante, parti uguali vengono indicate con lo stesso numero di riferimento mentre parti diverse o nuove vengono indicate con nuovi numeri.

In particolare, il condensatore 16 presenta sostanzialmente la stessa struttura indicata nella

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

figura 2, ma la parete piana di estremità 27 è sostituita da uno strato 34 di più piste conduttive 35 depositate sullo strato di materiale isolante 24 più prossimo alla piastrina di silicio 10.

Almeno una pista conduttiva 35 comunica con il primo terminale 16a (o con i primi terminali 16a se realizzati in numero maggiore di uno) e a sua volta tale pista conduttiva 35 comunica con la linea di alimentazione positiva 20 attraverso almeno un elemento di bump 33. Analogamente, almeno una pista conduttiva 35 comunica elettricamente con la parete 26 e realizza il secondo terminale 16b e a sua volta tale pista conduttiva 35 comunica con la linea di alimentazione negativa 21 attraverso almeno un elemento di bump 33.

Lo strato 34 comprende inoltre una pluralità di piste che definiscono piazzole di saldatura 38 interconnesse, in modo non illustrato, con i terminali metallici 5 del package 2. Tali piazzole di saldatura 38 sono collegate ai PAD 13 per mezzo di elementi di bump 33.

Secondo la forma di realizzazione illustrata nella figura 3, viene pertanto realizzato un filtro costituito dal condensatore multistrato 16 che è alloggiato all'interno del package 2 e che è collegato elettricamente in più punti direttamente alle linee 20 e

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 6436)

21 mediante gli elementi di bump 33. E' anche possibile un collegamento elettrico alle linee 20 e 21 attraverso i PAD 13. In questo modo l'induttanza di tali collegamenti elettrici è estremamente ridotta. Il condensatore 16 può essere realizzato per ottenere capacità anche molto elevate (sino a qualche micro Farad).

In questo modo, il condensatore 16, durante gli istanti di commutazione del circuito 10, presenta una impedenza molto più bassa di quella offerta dal circuito di alimentazione esterno e quindi fornisce a tale circuito 10 la corrente necessaria al suo funzionamento. Il condensatore 16 è ricaricato dai circuiti di alimentazione esterni al circuito integrato 10.

La presenza del condensatore 16 riduce in modo notevole l'ampiezza degli impulsi di corrente assorbiti dai circuiti esterni e quindi anche le emissioni elettromagnetiche di tipo condotto e di tipo irradiato.

Il condensatore 16 è integrabile anche in circuiti elettronici del tipo Multi Chip Module (MCM) o circuiti ibridi o su circuiti stampati. In figura 4 è illustrato un esempio di inserzione del condensatore 16 per il filtraggio dei disturbi sulle alimentazioni di un circuito integrato 10 montato in un circuito elettronico 1b di tipo MCM o circuito ibrido o circuito stampato. Il

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8435)

circuito 1b comprende un supporto isolante di ceramica 7a (o materiale equivalente) nel quale è realizzata una cavità parallelepipedica 40 alloggiante il condensatore multistrato 16.

Anche in questo caso, il collegamento elettrico tra i terminali di estremità 16a e 16b del condensatore 16 e rispettivamente la rete di alimentazione positiva 20 e quella negativa 21 del circuito integrato 10 è realizzato mediante elementi di bump 33 secondo una tecnica di montaggio del tipo flip-chip.

Resta comunque chiaro che il circuito elettronico 1b utilizzando un supporto isolante potrebbe comunque anche utilizzare fili di bonding 14.

La figura 5 illustra un circuito elettrico equivalente del circuito elettronico 1 secondo la presente invenzione. In particolare il circuito integrato 10 è rappresentato con un generatore di corrente impulsata I_d avente in parallelo un condensatore integrato 43.

Tale condensatore 43 tipicamente è integrato su silicio per filtrare i disturbi generati sulle linee di alimentazione dal circuito integrato 10. Esso è efficiente solo alle frequenze più elevate. Nella figura 5 è inoltre illustrata la linea di alimentazione positiva 20 e la linea di alimentazione negativa 21 ed

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

il condensatore 16 disposto tra le linee 20 e 21. In questo modo, inoltre, il condensatore 16 è disposto in parallelo al condensatore integrato 43.

Il terminale di alimentazione positiva 5-VDD e quello di alimentazione negativa 5-GND del circuito elettronico 1 sono collegati, attraverso linee elettriche 45 e 46 (tali linee possono essere realizzate da piste di materiale conduttore), con un circuito generatore di tensione stabilizzata 40.

Nella figura 5 l'induttanza L_{p1} descrive la componente induttiva introdotta dal collegamento elettrico tra il terminale 55b della resistenza 55 e il terminale metallico 5-VDD. L'induttanza L_{p2} descrive la componente induttiva introdotta dal collegamento elettrico tra la rete di alimentazione negativa 21 del circuito integrato 10 e il terminale di alimentazione negativa 5-GND del circuito elettronico 1.

Si rileva come il filtraggio realizzato nel circuito elettronico sopra descritto sia efficiente fino a quando l'impedenza del condensatore 16 è molto più piccola della impedenza Z_a (si veda figura 5).

Al fine di definire il valore minimo di Z_a e quindi limitare la corrente impulsata assorbita dai circuiti esterni, la presente invenzione può prevedere la realizzazione di un resistore 55 realizzato nella

BERGADANO MERCO
(scritto all'Albo n. 5436)

piastrina di silicio 10 e presentante un primo terminale di estremità 55a collegato elettricamente alla linea di alimentazione positiva 20 ed un secondo terminale di estremità 55b elettricamente collegato con il terminale metallico di alimentazione positiva 5-VDD del circuito elettronico 1 (figure 1a e 5). Più in particolare, il secondo terminale di estremità del resistore 55 è collegato elettricamente con un PAD 13 il quale, a sua volta, è collegato elettricamente con il terminale metallico di alimentazione positiva 5-VDD del circuito elettronico 1 mediante un filo di bonding 14 (figura 1a). Secondo una variante (non illustrata) il resistore 55 presenta un primo terminale di estremità collegato elettricamente alla linea di alimentazione negativa 21 ed un secondo terminale di estremità collegato elettricamente con il terminale metallico di alimentazione negativa 5-GND del circuito elettronico 1.

Negli istanti in cui il circuito integrato 10 assorbe impulsi di corrente, il resistore 55 ha il compito di fissare il valore minimo dell'impedenza Z_a . Quindi, il valore del condensatore 16 è scelto in modo da ottenere una impedenza molto più piccola di Z_a su tutto l'intervallo di frequenza di interesse. In questo modo, si limita l'ampiezza delle righe dello spettro della corrente proveniente dai circuiti esterni al

BERGADANO MARCO
(iscritto all'Albo n. 8488)

circuito elettronico 1 e quindi le emissioni elettromagnetiche ad essa associate.

Si segnala comunque come il valore di resistenza del resistore 55 non possa essere aumentato oltre ad un certo limite al fine di ridurre il più possibile la corrente assorbita dai circuiti esterni; bisogna infatti considerare che il prodotto tra la resistenza del resistore 55 e quello della capacità del condensatore 16 fissa la costante di tempo τ di ricarica del condensatore 16 stesso. Per una determinata corrente media assorbita dal circuito integrato 10 e per una data capacità del condensatore 16, esiste un valore massimo della resistenza del resistore 55 oltre il quale il valore medio della tensione ai capi del condensatore 16 non è più stabile e decade a zero.

Infatti, se il circuito di alimentazione esterno 40, attraverso il resistore 55, non provvede, tra un impulso di corrente assorbita dal circuito 10 (generatore di corrente I_d) e il successivo, a rimpiazzare la carica assorbita dal circuito integrato 10, la tensione ai capi del condensatore 16 progressivamente decresce e tende a zero.

I circuiti di controllo in seguito indicati hanno sempre lo scopo di realizzare circuiti elettronici caratterizzati da ridotte emissioni elettromagnetiche.

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

In particolare, essi sono applicabili ai casi in cui il condensatore 16 sia integrato nel dissipatore 7, montato tra il circuito integrato 10 e il dissipatore 7 (figure 2 o 3) oppure integrato nel supporto di ceramica 7a di un circuito MCM o circuito ibrido o circuito stampato (figura 4).

Inoltre, i circuiti di controllo descritti in seguito sono applicabili anche in assenza del condensatore 16 quindi utilizzando solamente il condensatore integrato 43. In questo ultimo caso il controllo delle emissioni elettromagnetiche è ottenuto principalmente mediante circuiti di controllo realizzati nello stesso circuito integrato 10.

Con particolare riferimento allo schema elettrico illustrato nella figura 6, è illustrato un circuito di controllo che è sostanzialmente un'evoluzione del circuito illustrato in figura 5. In particolare, il resistore 55 è sostituito da un resistore 55r con resistenza regolabile convenientemente realizzato da uno o più transistori.

Più in particolare, il condensatore 16 presenta un primo terminale (ad esempio il terminale 16a) collegato elettricamente con un primo terminale del resistore 55r (realizzato da uno o più transistori ad effetto di campo - MOS, DMOS, LDMOS, JFET - oppure transistori bipolari

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

realizzato nella piastrina di silicio 10) il quale presenta un secondo terminale collegato elettricamente con il primo terminale di alimentazione positivo 5-VDD del circuito elettronico 1.

Il secondo terminale 16b del condensatore 16 è collegato elettricamente al secondo terminale di alimentazione 5-GND del circuito elettronico 1. Il dispositivo resistore variabile 55r coopera con un circuito di controllo 57 che è atto a modificare il valore di resistenza del resistore 55r stesso in base al valore di un segnale di pilotaggio CTRL-R (figura 6) da esso generato.

A sua volta il circuito di controllo 57 riceve in ingresso un segnale **Vmed** (ad esempio una tensione) proporzionale al valore medio della tensione presente sul condensatore 16 (a tale scopo è previsto un circuito rilevatore di valore medio 58) o sul condensatore integrato 43 (qualora il condensatore 16 non fosse presente) ed un segnale di riferimento **Vref** (ad esempio una tensione di riferimento) ed è atto a pilotare il transistor che realizza il resistore 55r in base alla differenza tra il segnale **Vmed** ed il segnale di riferimento **Vref**.

Preferibilmente, il transistor 55r è controllato in modo da funzionare come un resistore non lineare.

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 3-135)

In particolare, qualora la tensione V_{med} sia inferiore di quella di riferimento V_{ref} (condensatore in scarica) viene operata una diminuzione della resistenza del resistore 55r al fine di consentire la ricarica del condensatore 16 (o del condensatore integrato 43). Qualora invece la tensione V_{med} sia maggiore di quella di riferimento V_{ref} viene operato un aumento della resistenza 55r.

Si rileva come le variazioni nel tempo del valore della resistenza 55r siano molto lente e siano dovute alle variazioni del valore medio della corrente assorbita dal circuito integrato 10.

Con particolare riferimento alla figura 7, il circuito elettronico 1 di figura 7 comprende un circuito generatore di corrente 60 (rappresentato schematicamente) realizzato nella piastrina di silicio 10 e presentante un terminale di estremità 60a collegato elettricamente con un terminale metallico di alimentazione del circuito elettronico 1 (ad esempio il terminale metallico 5-VDD collegato alla tensione di alimentazione) ed un secondo terminale di estremità 60b collegato elettricamente con la linea di alimentazione positiva 20 del circuito integrato 10. Il generatore di corrente 60 è atto a generare una corrente I_0 (ad esempio una corrente costante o lentamente variabile nel

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 24581)

tempo) in base ad un segnale di controllo CNTRL-I generato da un circuito di controllo 62 (realizzato sulla piastrina di silicio 10). Tale circuito di controllo 62 riceve in ingresso un segnale (tensione oppure corrente) di riferimento, ad esempio una tensione di riferimento **Vref**, ed un segnale proporzionale (ad esempio una tensione) al valore medio **Vmed** della tensione ai capi del condensatore 16 (oppure del solo condensatore integrato 43). La tensione **Vmed** proporzionale al valore medio della tensione ai capi del condensatore 16 (o del solo condensatore integrato 43) è generata dal rilevatore di valore medio 64 realizzato sulla piastrina di silicio 10. Il controllo svolto dal circuito della figura 7 è ovviamente utilizzabile anche nel caso in cui nel circuito elettronico 1 non sia presente il condensatore 16 e sia solamente presente il condensatore integrato 43.

Il sistema di retroazione formato dal rilevatore del valore medio 64 e del circuito di controllo 62 agente sul circuito generatore di corrente 60 è atto a modulare la corrente I_o di carica del condensatore 16 (o del solo condensatore integrato 43 oppure di entrambi) al fine di mantenere sostanzialmente costante il valore medio della tensione presente sul condensatore 16 (o sul condensatore 43) e quindi la tensione presente tra la

BERGADANO MIRKO
verificato all'Albo n. 24381

linea di alimentazione positiva 20 e la linea di alimentazione negativa 21.

In sostanza, il generatore di corrente 60 deve provvedere a fornire una corrente I_0 pari al valore medio della corrente assorbita dai circuiti digitali del circuito 10 (schematizzati in figura 7 con un generatore di corrente I_d).

In altri termini, per avere il valore medio della tensione di alimentazione stabile è necessario che la carica media fornita al condensatore 16 (oppure dal condensatore integrato 43) dal circuito generatore di corrente 60 sia uguale alla carica media prelevata dal circuito integrato 10 (generatore di corrente I_d).

In questo modo, la corrente che fluisce nel terminale di alimentazione positiva 5-VDD e in quello di alimentazione negativa 5-GND, del circuito elettronico 1 è pressoché costante, quindi le emissioni di disturbi dovute alla corrente di alimentazione sono notevolmente ridotte.

Il circuito della figura 8 comprende un dispositivo misuratore di corrente 70, ad esempio realizzato da magneto-transistori integrati su silicio di tipo monodimensionale (o multidimensionale), atti a misurare la corrente I_d assorbita dal circuito 10 (schematizzato con un generatore di corrente) durante il suo

BERGADANO MIRKO
(scritto all'Albo n. 843B)

funzionamento.

Il misuratore di corrente 70 produce ad un suo terminale di uscita 70a un segnale CURR (tensione o corrente) proporzionale alla corrente I_d assorbita dal circuito integrato 10. Tale segnale CURR è applicato all'ingresso di un rilevatore del valore medio 72 il quale genera in uscita un segnale CURR_MED (ad esempio un segnale in tensione) proporzionale al valore medio della corrente assorbita dal circuito integrato 10.

Qualora vengano impiegati magneto-transistori con banda stretta il rilevatore di valore medio 72 può essere anche omesso.

Un circuito di controllo 74 confronta il segnale CURR_MED con un segnale di riferimento (ad esempio una tensione V_{ref}) per generare in uscita un segnale di controllo CNTRL-I. Il segnale CNTRL-I viene utilizzato per controllare un generatore di corrente 80 (rappresentato schematicamente) realizzato nella piastrina di silicio 10 e presentante un terminale di estremità 80a collegato elettricamente con un terminale di alimentazione del circuito elettronico 1 (ad esempio il terminale metallico 5-VDD collegato alla tensione di alimentazione) ed un secondo terminale di estremità 80b collegato elettricamente alla linea di alimentazione positiva 20 del circuito integrato 10.

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

Analogamente a quanto detto per il circuito di figura 7, il generatore di corrente 80 alimenta una corrente I_0 (in particolare una corrente di tipo costante o lentamente variabile nel tempo) al condensatore 16 (oppure al solo condensatore integrato 43) al fine di compensare la corrente media assorbita dal funzionamento del circuito 10.

Risulta comunque chiaro che modifiche e varianti possono essere apportate al circuito elettronico descritto senza peraltro uscire dall'ambito di tutela della presente invenzione.

Potrebbe ad esempio essere necessario, in base alla entità della corrente impulsata assorbita dal circuito integrato 10, integrare più di un condensatore 16.

Si segnala infine come nel circuito elettronico secondo la presente invenzione i circuiti per il controllo della corrente assorbita dalle alimentazioni possano essere utilizzati per ridurre le emissioni dovute alla corrente impulsiva assorbita solo da alcuni dei circuiti integrati sulla stessa piastrina di silicio. Ad esempio, nel caso di un microprocessore, la CPU può essere alimentata mediante il circuito di figura 8 mentre i circuiti di input-output e la memoria cache possono essere direttamente alimentati dal circuito esterno.

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

R I V E N D I C A Z I O N I

1.- Circuito elettronico del tipo comprendente:

- un contenitore (2) provvisto di una pluralità di terminali metallici (5) ed alloggiante un circuito integrato realizzato su una piastrina di materiale semiconduttore (10);
- un elemento di supporto (7) o (7a) del detto circuito integrato; e
- mezzi di filtro alloggiati all'interno del contenitore,

caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di filtro comprendono almeno un condensatore (16) disposto all'interno del detto contenitore (2) tra il detto elemento di supporto (7) o (7a) e la detta piastrina (10); il detto condensatore essendo di tipo discreto e non essendo integrato sulla detta piastrina (10).

2.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il detto condensatore (16) presenta un primo ed un secondo terminale (16a, 16b) collegati, mediante rispettive interconnessioni elettriche (14; 33), con una linea di alimentazione positiva (20) ed una linea di alimentazione negativa (21) del detto circuito integrato (10).

3.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che le dette

BERGAMASCO MINNO
(scritto all'Albo n. 5488)

interconnessioni elettriche comprendono fili di bonding (14) estendentesi tra terminali PAD (13) della detta piastrina di silicio ed i detti terminali (16a, 16b) del detto condensatore (16).

4.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che le dette interconnessioni elettriche comprendono elementi di bump (33) direttamente interposti tra terminali PAD (13) della detta piastrina di semiconduttore (10) ed i detti terminali (16a, 16b) del detto condensatore (16).

5.- Circuito elettronico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il detto condensatore è di tipo multistrato (16) e comprende una prima pluralità di prime armature metalliche (22a) piane parallele tra di loro ed una seconda pluralità di seconde armature piane (22b) parallele tra di loro, sovrapposte ed alternate alle prime armature e separate da queste mediante strati di materiale isolante dielettrico (24).

6.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che le prime armature (22a) sono collegate ad un elemento conduttore (25a) che è elettricamente separato dalle seconde armature (22b) e presenta una porzione di estremità rivolta verso la detta piastrina di silicio (10) e realizzante un primo

BERGADANO MIRKO
Ufficio di Atto n. 8128

terminale (16a) del condensatore;

le dette seconde armature (22b) essendo collegate ad un elemento conduttore (26,27) che è elettricamente separato dalle prime armature (22a) e presenta una porzione (27) rivolta verso la detta piastrina di silicio (10) e realizzante un secondo terminale del condensatore (16b).

7.- Circuito elettronico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il detto condensatore realizza una capacità dell'ordine di qualche micro-farad.

8.- Circuito elettronico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il detto elemento di supporto comprende un supporto metallico (7) o isolante (7a) atto a dissipare il calore prodotto dal detto circuito integrato (10); detto condensatore (16) essendo realizzato sul detto supporto metallico (7) o supporto isolante (7a).

9.- Circuito elettronico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la detta piastrina (10), il detto condensatore (16) e il detto dissipatore (7) sono disposti sul detto elemento di supporto isolante (7a).

10.- Circuito elettronico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

fatto che il detto condensatore (16) presenta un primo terminale (16a) collegato elettricamente con un primo terminale di un resistore (55;55r) realizzato nella detta piastrina (10) e presentante un secondo terminale collegato elettricamente con un primo terminale di alimentazione (5-VDD) del detto circuito elettronico;

il detto condensatore (16) presentando un secondo terminale (16b) collegato ad un secondo terminale di alimentazione (5-GND) del detto circuito elettronico (1).

11.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di controllo (57) atti a regolare il valore di resistenza presentato dal detto resistore (55r).

12.- Circuito secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di controllo (57) sono atti ad operare una diminuzione del valore della resistenza del detto resistore (55r) qualora la tensione media sul detto condensatore realizzi una relazione prefissata, ad esempio sia minore, rispetto al valore assunto da un segnale di riferimento (**Vref**) al fine di consentire il controllo della carica media del detto condensatore (16) attraverso il detto resistore (55r).

13.- Circuito secondo la rivendicazione 12,

BERGADANO MIRO
(iscritto all'Albo n. 8438)

caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di controllo comprendono mezzi di calcolo del valore medio della tensione presente sul detto condensatore (16); detti mezzi di controllo essendo atti a confrontare il detto segnale (**Vmed**) proporzionale al valore medio della tensione ai terminali del detto condensatore (16) con il valore assunto dal detto segnale di riferimento (**Vref**).

14.- Circuito elettronico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere un circuito generatore di corrente (60; 80) realizzato nella piastrina (10) e presentante almeno un terminale di estremità (60b,80b) comunicante con un primo terminale (16a) del detto condensatore (16); detto circuito generatore di corrente (60;80) essendo atto a generare una corrente (I_o) in base ad un segnale di controllo (CNTRL-I) proveniente da un sistema di retroazione (64,62;70,72,74) per alimentare corrente al condensatore (16) in seguito ad una diminuzione di tensione media sul condensatore (16) stesso mantenendo la tensione media sul condensatore sostanzialmente costante; detto sistema di retroazione essendo atto a rimpiazzare la carica prelevata dal condensatore (16) durante il funzionamento del detto circuito integrato (10).

15.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione

BERGAMINI, MINICO
(scritto di Aldo n. 8438)

14, caratterizzato dal fatto che il detto sistema di retroazione comprende un circuito di controllo (62) realizzato sulla detta piastrina (10) e ricevente in ingresso una segnale di riferimento (**Vref**) ed un segnale (**Vmed**) proporzionale al valore medio della tensione presente sul detto condensatore (16).

16.- Circuito elettronico secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il detto circuito elettronico comprende un circuito misuratore di corrente (70) realizzato nella piastrina di silicio (10) ed atto a misurare la corrente assorbita a causa del funzionamento del detto circuito integrato (10); detto circuito integrato comprendendo un sistema di retroazione (70,72,74) ricevente in ingresso la misura della corrente assorbita e generante in uscita un segnale di controllo (CNTRL-I) per un generatore di corrente (80) presentante almeno un terminale di estremità (80b) comunicante con un primo terminale (16a) del detto condensatore (16); detto sistema di retroazione (60,62,64) essendo atto a consentire l'alimentazione di carica al detto condensatore (16) rimpiazzando la carica assorbita dal funzionamento del detto circuito integrato (10).

17.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che il detto sistema di

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

retroazione (70,72,74) comprende un rilevatore del valore medio (72) della corrente il quale genera in uscita un segnale proporzionale al valore medio della corrente assorbita dal circuito integrato (10); ed un circuito di controllo (74) che confronta il segnale generato dal rilevatore del valore medio (72) con un segnale di riferimento (**Vref**) per generare in uscita un segnale di controllo per detto generatore di corrente (80).

18.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 16 o 17, caratterizzato dal fatto che il detto circuito misuratore di corrente (70) comprende almeno un magneto transistoro di tipo monodimensionale o multidimensionale integrato sul detto circuito integrato (10).

19.- Circuito elettronico provvisto di mezzi di riduzione delle emissioni elettromagnetiche generate dal funzionamento di un circuito integrato (10) del circuito elettronico stesso, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di riduzione comprendono almeno un resistore (55r) disposto elettricamente tra un terminale (5-VDD;5-GND) del detto circuito elettronico ed una linea di alimentazione (20,21) del circuito integrato (10);

detti mezzi di riduzione delle emissioni comprendendo inoltre mezzi di controllo (57) atti a regolare il valore di resistenza presentato dal detto

DEPOSITO
BREVETTO
MIRKO
ALBERTO
ALBERTO

resistore (55r).

20.- Circuito secondo la rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di controllo (57) sono atti ad operare una variazione del valore della resistenza del detto resistore (55r) qualora il valore medio della tensione rilevata su un elemento capacitivo (43,16) associato al detto circuito integrato (10) risulti essere differente rispetto ad un segnale di riferimento (**Vref**) al fine di controllare la carica media del detto elemento capacitivo (43, 16) attraverso il detto resistore.

21.- Circuito secondo la rivendicazione 20, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di controllo comprendono mezzi di calcolo del valore medio della tensione presente sul detto elemento capacitivo (43,16); detti mezzi di controllo essendo atti a confrontare il detto segnale (**Vmed**) proporzionale al valore medio della tensione ai terminali di detto condensatore (43,16) con un segnale di riferimento (**Vref**) al fine di variare il detto valore di resistenza.

22.- Circuito elettronico provvisto di mezzi di riduzione delle emissioni elettromagnetiche generate dal funzionamento di un circuito integrato (10) del circuito elettronico stesso, caratterizzato dal fatto che i detti mezzi di riduzione comprendono almeno un circuito

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 9438)

generatore di corrente (60;80) e presentante almeno un terminale di uscita (60b, 80b) collegato elettricamente con una linea di alimentazione (20, 21) e quindi collegata elettricamente con un primo terminale (16a) di un elemento capacitivo (16,43) associato al detto circuito integrato (10);

detto circuito generatore di corrente (60;80) essendo atto a generare una corrente (I_o) in base ad un segnale di controllo (CNTRL-I) proveniente da un sistema di retroazione per alimentare corrente al detto elemento capacitivo (16;43) in seguito ad una diminuzione del valore medio della tensione sull'elemento capacitivo stesso (16;43) mantenendo il valore medio della tensione sull'elemento capacitivo sostanzialmente costante; detto sistema di retroazione essendo atto a rimpiazzare la carica prelevata dall'elemento capacitivo (16;43) durante il funzionamento del detto circuito integrato (10).

23.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 22, caratterizzato dal fatto che il detto sistema di retroazione comprende un circuito di controllo (62) ricevente in ingresso un segnale di riferimento (V_{ref}) ed un segnale (V_{med}) proporzionale al valore medio della tensione presente sul detto elemento capacitivo (16;43).

24.- Circuito elettronico secondo una qualsiasi

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 9458)

delle rivendicazioni 22 o 23, caratterizzato dal fatto che il detto circuito elettronico comprende un circuito misuratore di corrente (70) atto a misurare la corrente assorbita a causa del funzionamento del detto circuito integrato (10); detto circuito elettronico comprendendo un sistema di retroazione (70,72,74) ricevente in ingresso la misura della corrente assorbita e generante in uscita un segnale di controllo per il detto generatore di corrente (80) presentante almeno un terminale di uscita (80b) collegato elettricamente con una linea di alimentazione (20, 21) e quindi collegata elettricamente con un terminale di un elemento capacitivo (16,43); detto sistema di retroazione (70,72,74) essendo atto a consentire l'alimentazione di carica al detto condensatore (16;43) rimpiazzando la carica assorbita dal funzionamento del detto circuito integrato (10).

25.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 24, caratterizzato dal fatto di comprendere un rilevatore del valore medio (72) della corrente il quale genera in uscita un segnale, ad esempio una tensione, proporzionale al valore medio della corrente assorbita dal circuito integrato (10); ed un circuito di controllo (74) che confronta il segnale generato dal rilevatore del valore medio (72) con un segnale di riferimento

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 843B)

(Vref) per generare in uscita un segnale di controllo per detto generatore di corrente (80).

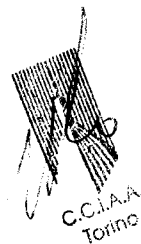
26.- Circuito elettronico secondo la rivendicazione 25, caratterizzato dal fatto che il detto circuito misuratore di corrente (70) comprende almeno un magneto transistore di tipo monodimensionale o multidimensionale integrato su silicio.

27.- Circuito elettronico sostanzialmente come descritto ed illustrato con riferimento ai disegni allegati.

p.i.: FIORI FRANCO


BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)

BERGADANO MIRKO
(iscritto all'Albo n. 8438)


C.C.I.A.A.
Torino

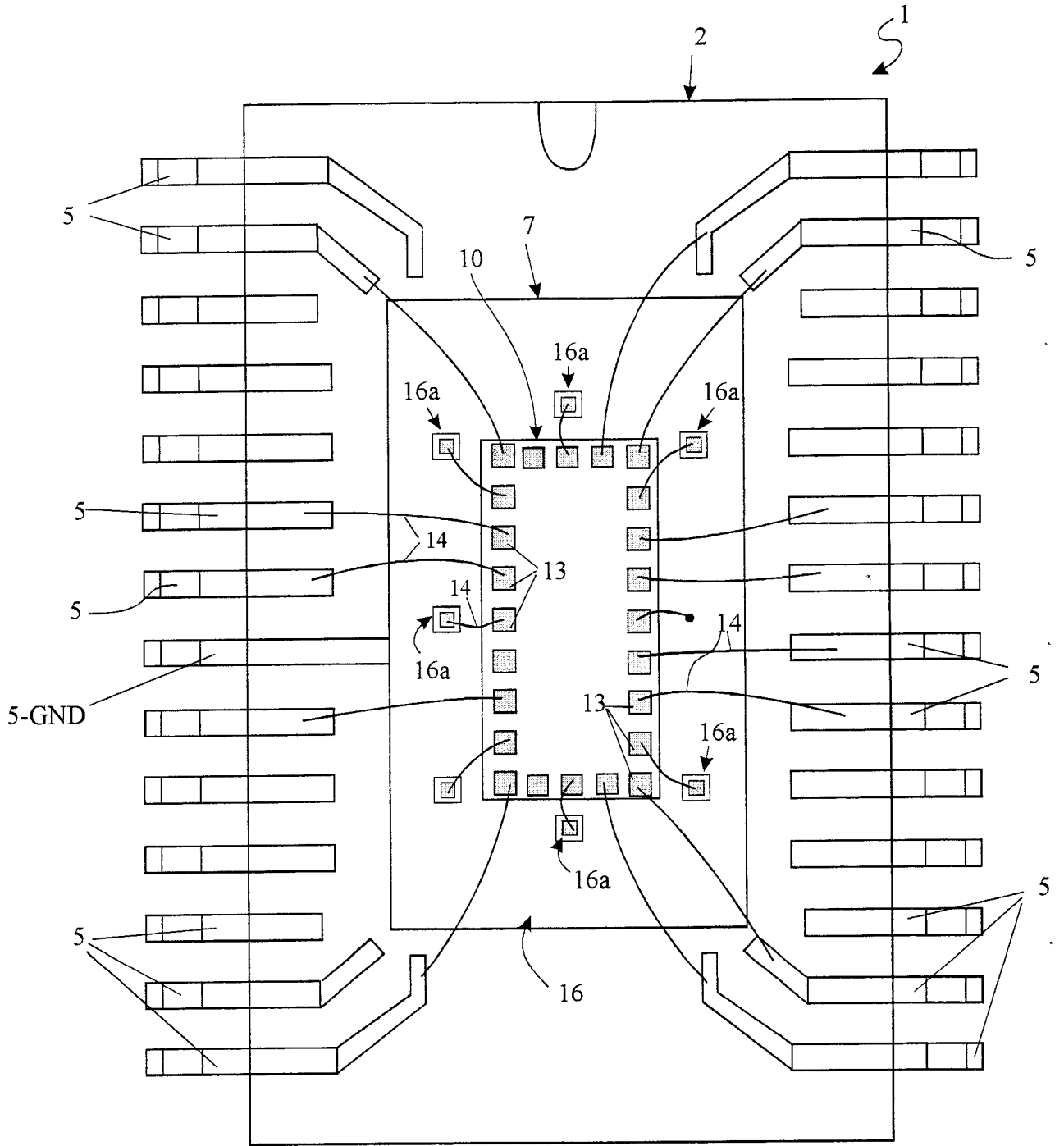


FIG. 1

p.i.: FIORI FRANCO

BONCIOMINI Simone
(iscrizione Albo n. 015/8M)



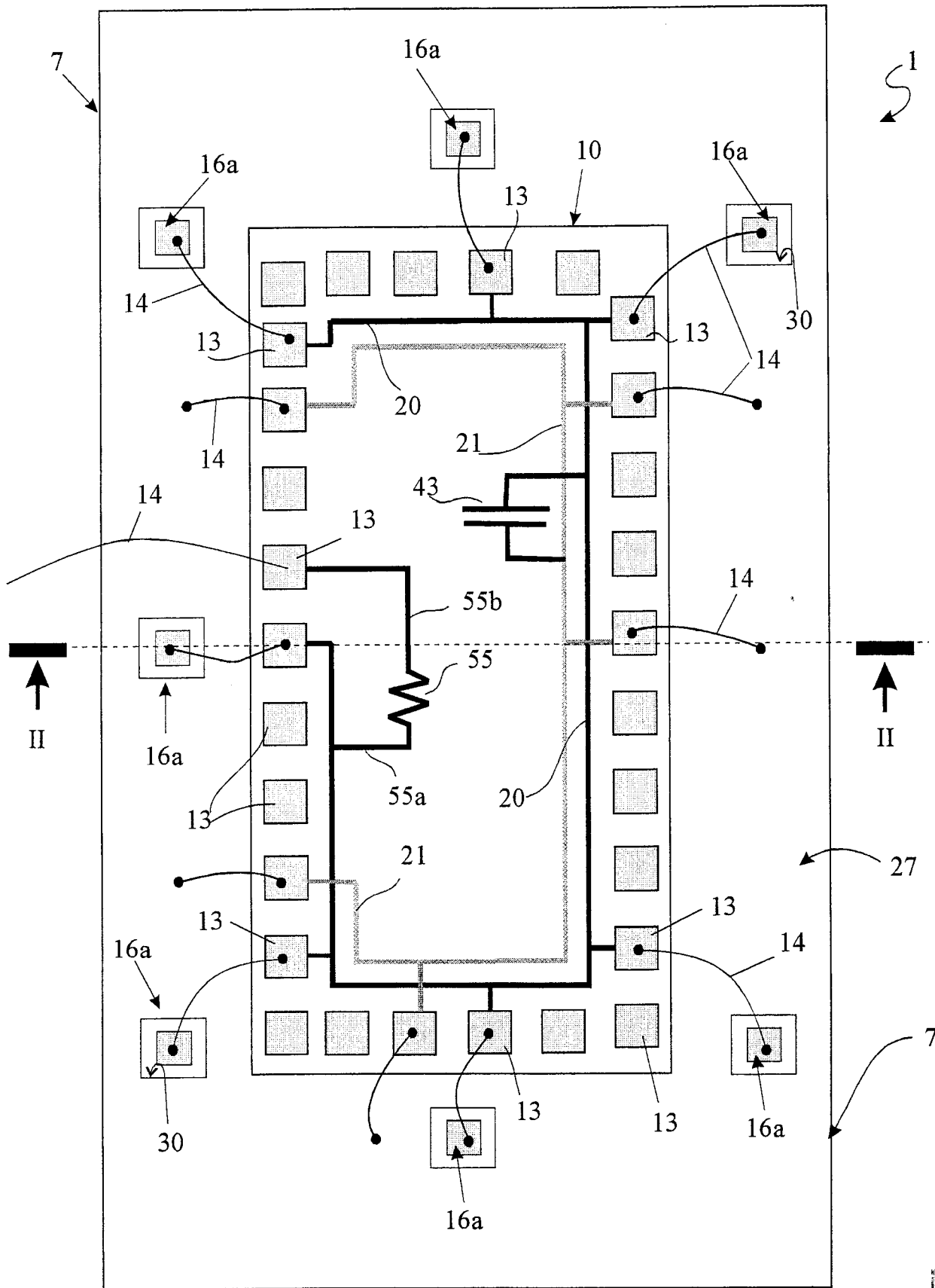


FIG. 1a

p.i.: FIORI FRANCO

BONGIOVANNI Simone
(iscrizione n. 015/SM)

Giuseppe Bon...



C.C.I.A.A.
Torino

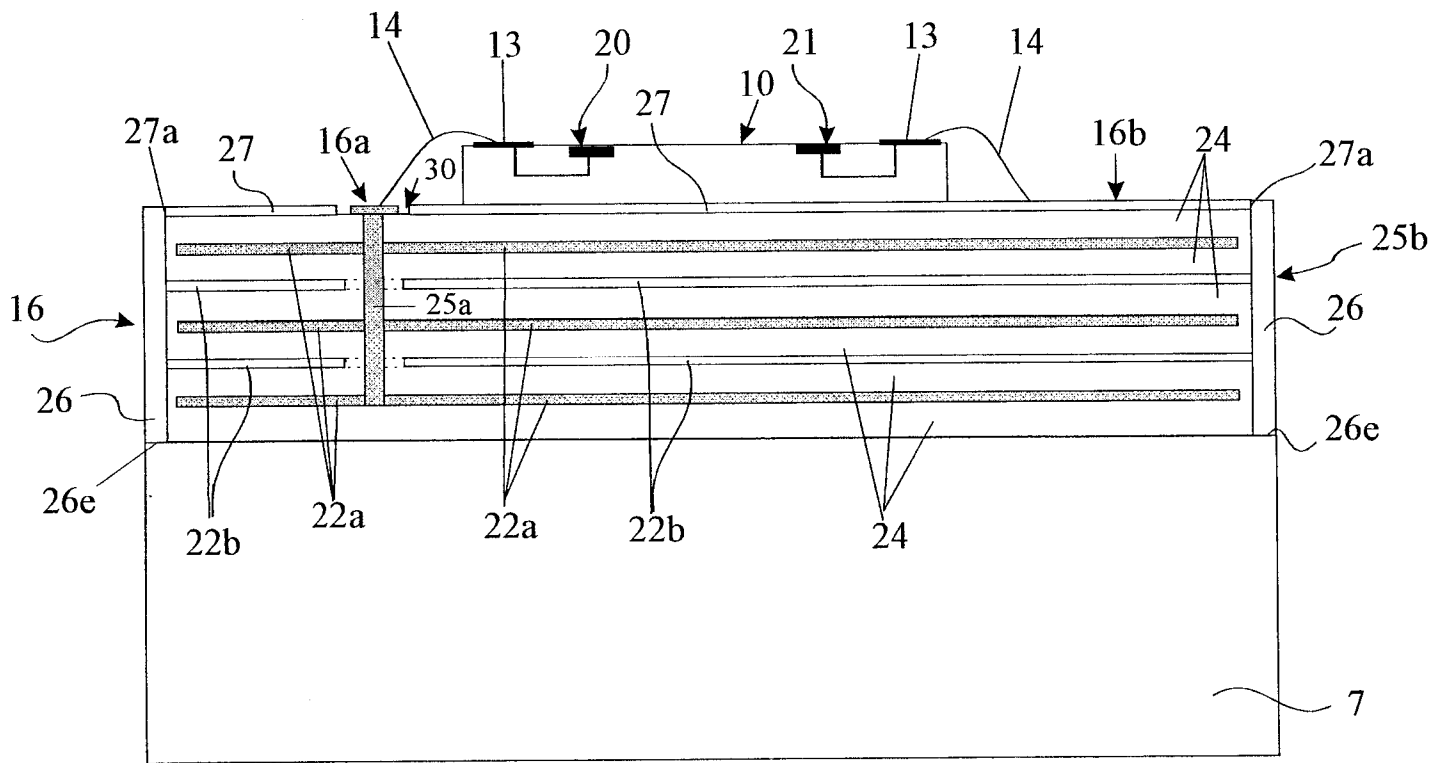


FIG. 2

p.l.: FIORI FRANCO

BONCINI SIMONE
fiscizione Auto III. 015/BW

Simone Boncini

C.I.A.A.
Torino

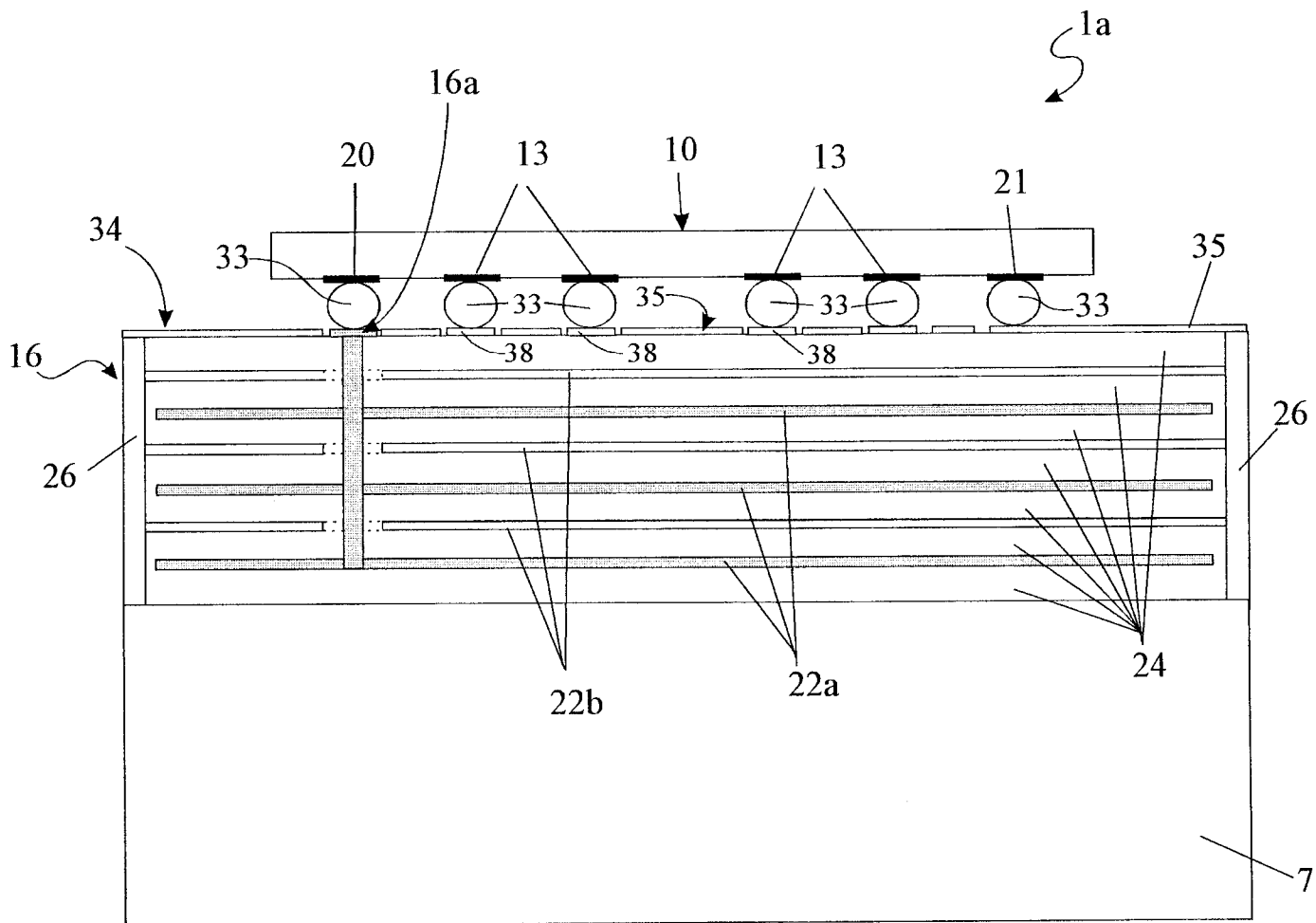


FIG.3

P.i.: FIORI FRANCO

BONCINI SIMONE
iscrizione Albo nr. 615/BW

Simone Boncini

C. LIAA
Torino

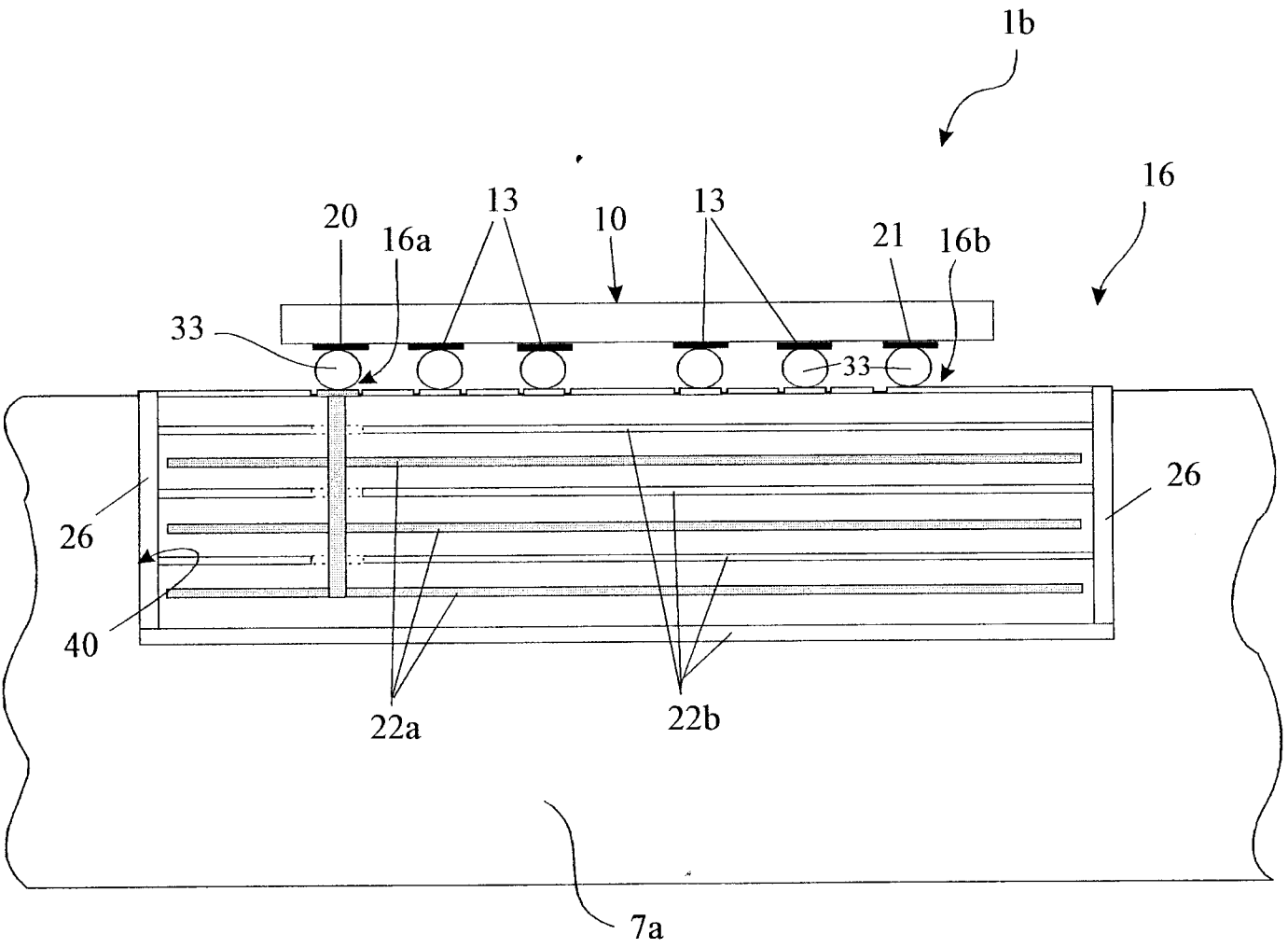


FIG. 4

p.i.: FIORI FRANCO

BONGIOANNI Simone
Iscrittore Auto nr. 615/BW *Simone Bongioanni*

2011AA
10/10
[Signature]

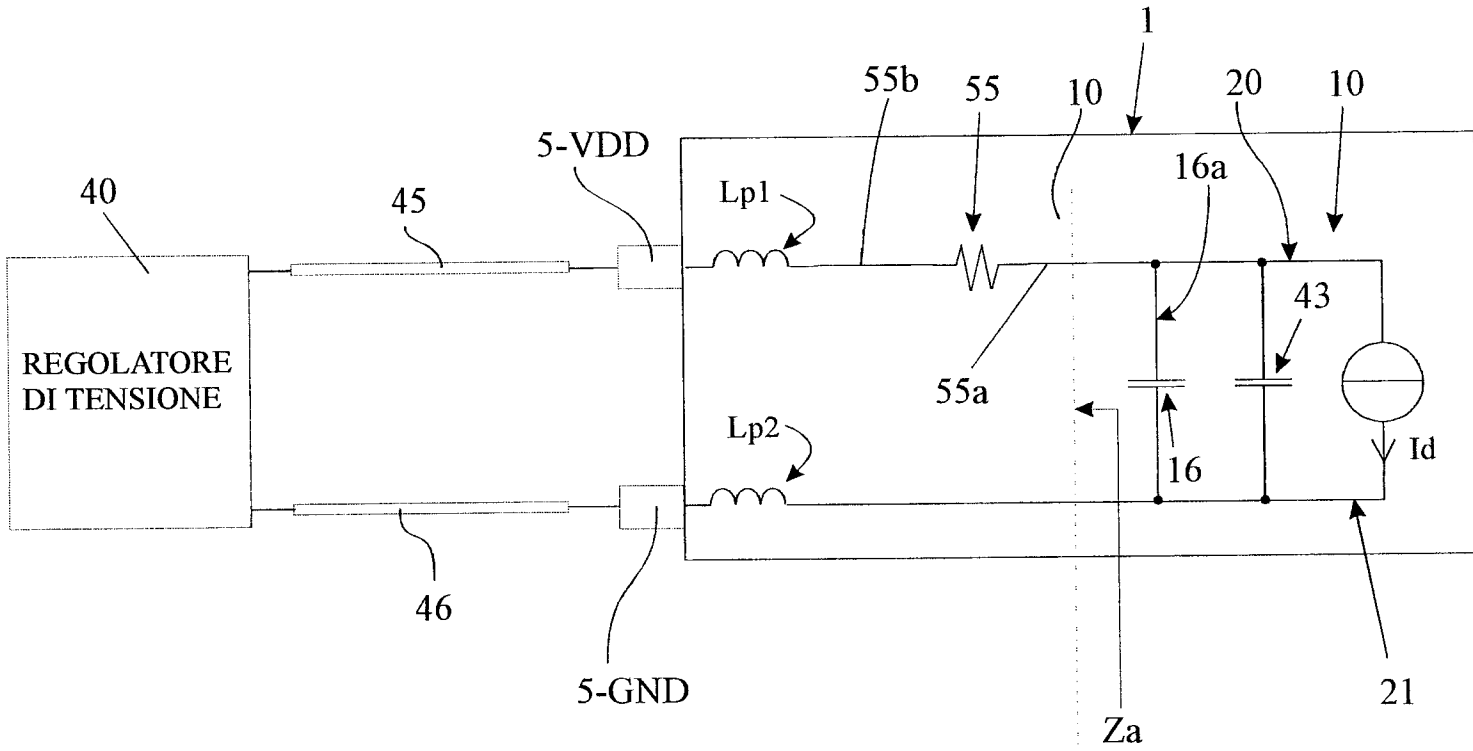


FIG. 5

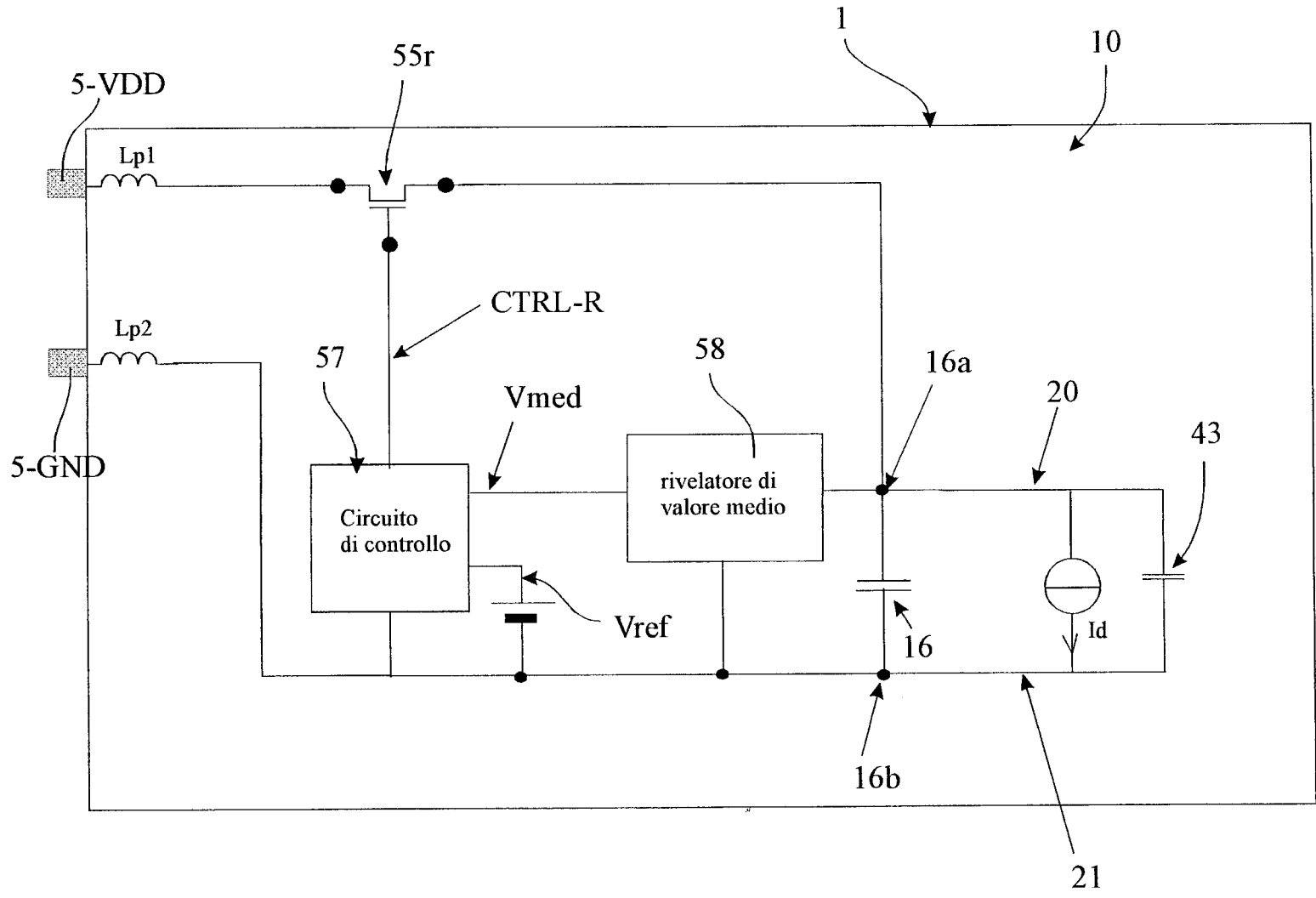


FIG. 6

P.i.: FIORI FRANCO
 BONGIORNO SIMONE
 Iscrizione Albo n. 615/BW
Simone Bongiorno



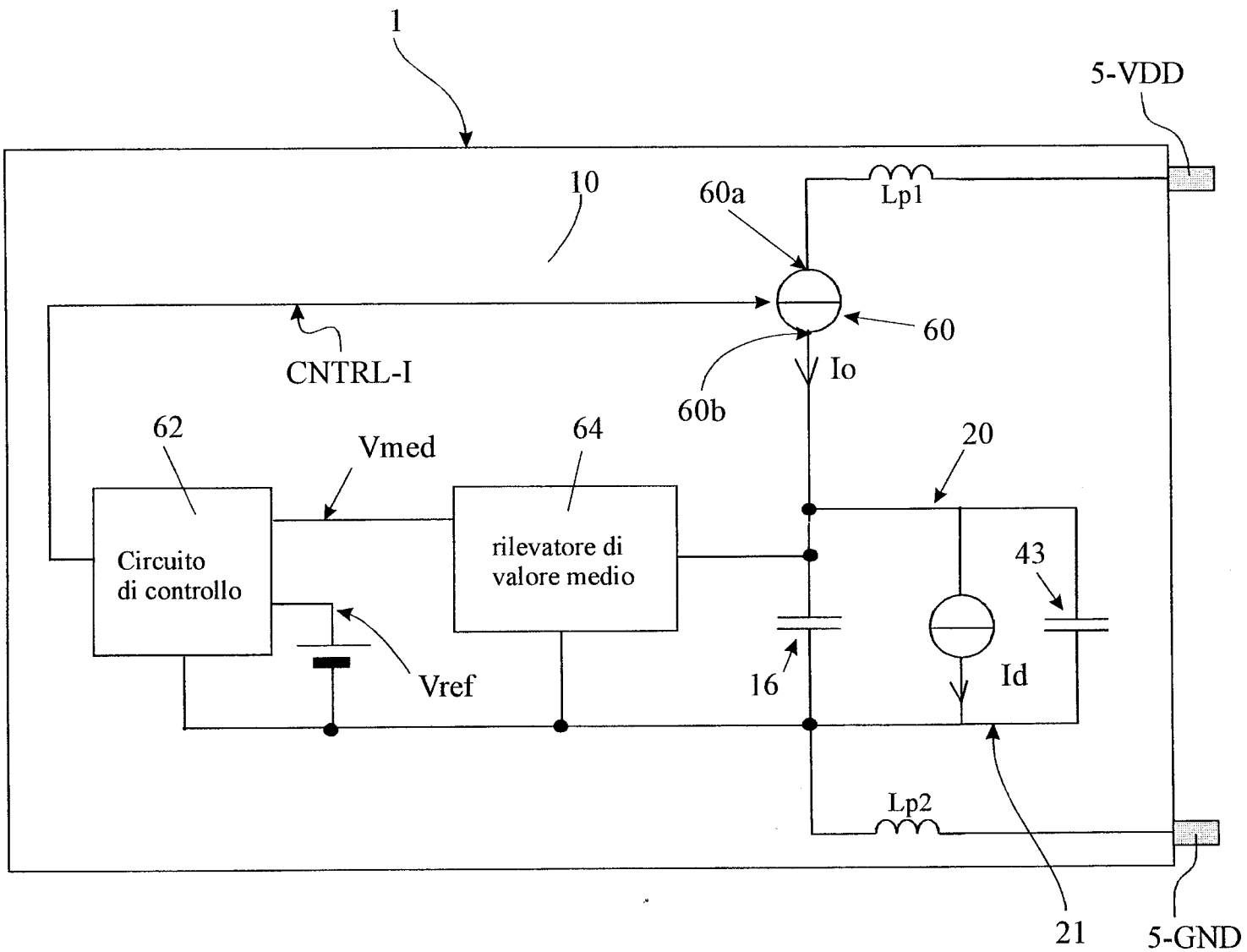


FIG. 7

