



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 019 811 A1** 2008.11.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 019 811.8**

(22) Anmeldetag: **26.04.2007**

(43) Offenlegungstag: **06.11.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 27/06** (2006.01)

H01L 23/488 (2006.01)

H01L 23/60 (2006.01)

H03H 7/01 (2006.01)

(71) Anmelder:

Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:

Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:

Glas, Alexander, 81379 München, DE; Hartung, Wolfgang, Dr., 81541 München, DE; Schrenk, Michael, 86911 Dießen, DE; Klein, Wolfgang, Dr.rer.nat., 85604 Zorneding, DE; Kebinger, Herbert, 84562 Mettenheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

US 63 29 715 B1

US 63 10 386 B1

US2006/01 13 645 A1

US 50 95 357 A

US 44 94 100 A

US 34 36 687 A

US 44 18 470

EP 14 55 302

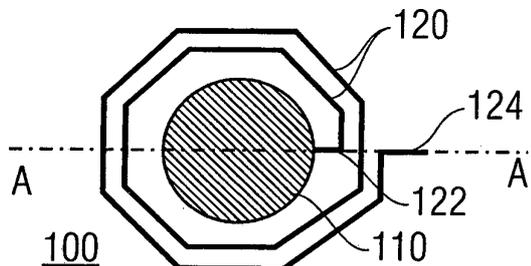
WO 1997/0 35 273 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Schaltung, auf einem Chip aufgebrachte Filterschaltung und System**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Schaltung mit einem Kontakt (110) zum elektrischen Anschließen der Schaltung (100) und einer Spule (120) beschrieben, wobei die Spule (120) um den Kontakt (110) herum angeordnet ist, und ein innen liegender Spulenanschluss (122) der Spule, der in der Spule angeordnet ist, mit dem Kontakt (110) elektrisch gekoppelt ist.



Beschreibung

Hintergrund

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Schaltungen, insbesondere auf Schaltungen mit Spulen.

[0002] Die Anforderungen an die Miniaturisierung von Schaltungen oder Systemen wachsen ständig. Dabei gestaltet sich die Reduzierung des Flächenbedarfs von Schaltungen mit Spulenelementen als besonders schwierig, da sich diese im Vergleich zu Diodenelementen oder Transistorelementen nur schwerer in Schaltungen, beispielsweise auf einem Chip, integrieren lassen.

[0003] Es ist daher wünschenswert, eine Lösung bereitzustellen, um Spulenelemente effizienter in Schaltungen bzw. Schaltungsanordnungen integrieren zu können.

Zusammenfassung

[0004] Ein Ausführungsbeispiel schafft eine Schaltung mit einem Eingangskontakt, und einer Spule, wobei die Spule um den Eingangskontakt herum angeordnet ist, und wobei ein innen liegender Spulenanschluss der Spule, der in der Spule angeordnet ist, mit dem Eingangskontakt elektrisch gekoppelt ist.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0005] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf beiliegende Zeichnungen näher erläutert.

[0006] [Fig. 1A](#) zeigt eine Aufsicht eines Ausführungsbeispiels einer Schaltung mit einem Kontakt zum Anschließen der Schaltung, um den herum eine Spule angeordnet ist.

[0007] [Fig. 1B](#) zeigt einen Querschnitt AA' gemäß [Fig. 1A](#) einem ersten Ausführungsbeispiel.

[0008] [Fig. 1C](#) zeigt einen Querschnitt AA' gemäß [Fig. 1A](#) gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Schaltung mit einem weiteren Schaltungselement, das unter dem Kontakt angeordnet ist.

[0009] [Fig. 2A](#) zeigt ein elektrisches Ersatzschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines integrierten Tiefpasses.

[0010] [Fig. 2B](#) zeigt ein Blockschaltbild einer Realisierung eines Ausführungsbeispiels gemäß [Fig. 2A](#).

[0011] [Fig. 2C](#) zeigt ein Blockschaltbild eines ersten und zweiten Filter-Halbglieds gemäß der Realisierung in [Fig. 2B](#).

[0012] [Fig. 2D](#) zeigt eine herkömmliche Anordnung von Spulen und Kontakten.

[0013] [Fig. 3A](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Anordnung mit zwei Tiefpassfiltern gemäß [Fig. 2B](#).

[0014] [Fig. 3B](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel mit zehn nebeneinander angeordneten Filterschaltungen nach [Fig. 2B](#).

[0015] Die Figuren sind zur besseren Verständlichkeit nicht notwendigerweise maßstabsgetreu abgebildet. Ferner werden in der vorliegenden Anmeldung für Objekte und Funktionseinheiten, die gleiche oder ähnliche funktionelle Eigenschaften aufweisen, gleiche Bezugszeichen verwendet. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass einerseits, sofern es nicht explizit anders angegeben ist, Abschnitte, die sich auf Objekte mit ähnlichen oder gleichen funktionalen Eigenschaften beziehen, zwischen den Beschreibungen der verschiedenen Ausführungsbeispiele austauschbar sind. Andererseits wird darauf hingewiesen, dass durch eine gemeinsame Verwendung eines Bezugszeichens für ein Objekt, das in mehr als einem Ausführungsbeispiel auftritt, nicht gesagt ist, dass diese in den verschiedenen Ausführungsbeispielen oder den betreffenden Ausführungsbeispielen identische Merkmale und Eigenschaften aufweisen. Gemeinsam oder ähnliche Bezugszeichen stellen also keine Aussage bezüglich der konkreten Auslegung und Dimensionierung dar.

[0016] [Fig. 1A](#) zeigt eine Aufsicht einer Schaltung mit einem Kontakt (schraffierte Fläche) **110** zum elektrischen Anschließen der Schaltung (**110**) und einer Spule **120** (schwarz gezeichnet), wobei die Spule um den Kontakt **110** herum angeordnet ist, und wobei ein innen liegender Spulenanschluss **122** der Spule **120**, der in der Spule **120** angeordnet ist, mit dem Kontakt **110** elektrisch gekoppelt ist.

[0017] Der Kontakt **110** kann beispielsweise ein Eingangskontakt oder ein Ausgangskontakt der Schaltung **100** sein.

[0018] Gegenüber herkömmlichen Lösungen zum Anschließen einer Schaltung bzw. zum Anschließen einer Schaltung mit einer Spule, die mit dem Schaltungskontakt zum Anschließen derselben elektrisch gekoppelt werden soll, ermöglichen Ausführungsbeispiele gemäß [Fig. 1A](#) Schaltungen, die einen geringeren Flächenbedarf haben und keine zusätzliche Verdrahtungsschicht benötigen, um den innen liegenden Anschluss elektrisch anzubinden.

[0019] Bei herkömmlichen Schaltungskontakten zum Anschließen der Schaltung an beispielsweise eine andere Schaltung sind die Schaltungskontakte neben etwaigen Spulen angeordnet, und beanspruchen somit zum einen mehr Fläche als eine Schal-

tung gemäß [Fig. 1A](#) und benötigen zudem eine zusätzliche Verdrahtungsschicht, um beispielsweise den Schaltungskontakt mit dem innen liegenden Anschluss der Spule elektrisch zu verbinden.

[0020] Die Schaltung **100** kann beispielsweise eine auf einem Chip aufgebrachte oder integrierte Schaltung sein, dies wird auch als On-Chip-integrierte Schaltung bezeichnet, und der Kontakt **110** zum Anschließen der Schaltung beispielsweise an eine andere Schaltung auf einem anderen Chip dienen.

[0021] Der Kontakt **110** kann beispielsweise als Kontaktierungsball realisiert sein, wobei ein anderer Ausdruck für „Kontaktierungsball“ „Lötkegel“, „Lötperle“ bzw. abgekürzt „Ball“ ist, wobei sich der Begriff „Ball“ aus dem englischen Begriff „ball“ bzw. „balls“ ableitet. Mehrere Kontakte **110** können auf der Schaltung bzw. auf den Chip nebeneinander oder in einem bestimmten Raster angeordnet sein, um die Schaltung über die Kontaktierungsballs beispielsweise mit anderen Schaltungen zu verbinden. Bekannte Techniken sind beispielsweise das „Ball Grid Array“-Anordnungen, kurz BGA (Kugelgitteranordnung), oder Flipchip-Techniken, bei denen auf einem Chip integrierte Schaltkreise durch Löten oder leitfähiges Kleben oder auch Pressschweißen mit Anschlusskontakten bzw. Schaltungen auf anderen Chips verbunden werden.

[0022] Bei diesen Ausführungsbeispielen, bei denen der Kontakt **110** ein Kontaktierungsball ist, kann der Kontakt **110** höher ausgebildet sein als die Leiterbahnen der Spule **120**, um einen einfachen Anschluss der Schaltung **100** über den Kontaktierungsball **110** mit einer anderen Schaltung zu ermöglichen.

[0023] Eine weitere Möglichkeit, die Schaltung **100** über den Kontakt **110** mit einer anderen Schaltung auf einem anderen Chip oder demselben Chip bzw. Schaltungsträger zu verbinden, ist beispielsweise das „Drahtbunden“, bei dem der Kontakt **110** mittels eines Bonddrahtes mit einem Kontakt der anderen Schaltung bzw. dem anderen Chip elektrisch verbunden wird.

[0024] Der Anschluss über Kontaktierungsballs kann im Vergleich zu anderen Verfahren, beispielsweise dem Drahtbunden eine geringere Impedanz durch die kurzen Anschlüsse, eine bessere Wärmeabführung ermöglichen, sowie den Platzbedarf verringern.

[0025] [Fig. 1B](#) zeigt einen Querschnitt eines Ausführungsbeispiels gemäß [Fig. 1A](#), wobei die Schaltung **100** hier auf einem Substrat **102** aufgebracht bzw. integriert ist. Der Kontakt **110** ist im Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 1B](#) höher ausgebildet als die Leiterbahnen der Spule **120**, um wie zuvor dargelegt, beispielsweise einen Anschluss zu ermöglichen.

In anderen Ausführungsbeispielen kann die Höhe des Kontakts **110** der Höhe der Leiterbahnen der Spule **120** entsprechen oder sogar geringer sein, abhängig davon, welche Anschlussstechnik verwendet wird, und abhängig von der Ausbildung der Anschlussfläche der Schaltung oder des Chips, mit dem die Schaltung **100** verbunden werden soll.

[0026] [Fig. 1C](#) zeigt einen Querschnitt AA' eines zweiten Ausführungsbeispiels der Schaltung gemäß [Fig. 1A](#), das ein Schaltungselement **130** aufweist, das direkt unter dem Kontakt **110** angeordnet ist und mit diesem elektrisch verbunden ist. Das Schaltungselement **130** ist in dem Substrat **102** integriert bzw. eingebettet und weist einen ersten Anschluss **132** und einen zweiten Anschluss **134** auf. Über den ersten Anschluss **132** ist das Schaltungselement mit dem Kontakt **110** elektrisch gekoppelt, während das Schaltungselement über den zweiten Kontakt **134** beispielsweise mit einer in dem Substrat **102** integrierten Leitschicht oder Leiterbahn **136** elektrisch gekoppelt ist.

[0027] Das Schaltungselement **130** kann ein beliebiges Schaltungselement, beispielsweise ein Kondensator, eine Diode oder ein Transistor sein.

[0028] Ferner kann das Schaltungselement **130** als laterales oder vertikales Schaltungselement realisiert sein. Eine Verwendung eines vertikalen Schaltungselements ermöglicht eine weitere Reduzierung des Flächenbedarfs gegenüber lateralen Schaltungselementen.

[0029] Das Substrat **102** kann beispielsweise ein Silizium-Substrat sein.

[0030] In anderen Ausführungsbeispielen kann das Schaltungselement neben dem Kontakt **110** angeordnet sein und die Spule **120** um den Kontakt **110** und das Schaltungselement **130** herum angeordnet sein. In weiteren Ausführungsbeispiel kann das Schaltungselement **130** versetzt unter dem Kontakt **110** angeordnet sein.

[0031] [Fig. 1C](#) zeigt eine parallele Anschaltung der Spule **120** und des Schaltungselements **130** an den Kontakt **110**. Beide, das Schaltungselement **130** und die Spule **120** sind direkt mit dem Kontakt **110** elektrisch verbunden bzw. gekoppelt.

[0032] In einem weiteren Ausführungsbeispiel kann jedoch das Schaltungselement **130** oder ein anderes Schaltungselement seriell zwischen den Kontakt **110** und den innen liegenden Spulenanschluss **122** geschaltet sein, so dass die Spule **120** über das Schaltungselement **130** oder das andere Schaltungselement mit dem Kontakt **110** elektrisch gekoppelt ist, d. h. indirekt mit dem Kontakt **110** elektrisch gekoppelt ist. Bei der Verwendung eines vertikalen Schaltungs-

elements ähnlich zu dem in **Fig. 1** ist dann lediglich eine elektrische Verbindung zwischen dem zweiten Anschluss **134** und dem innen liegenden Spulenanschluss **122** zu vorzusehen.

[0033] Damit ergibt sich eine flächeneffiziente Möglichkeit, ein vertikales Schaltungselement zwischen den Kontakt (**110**) und dem innen liegenden Spulenanschluss (**122**) zu schalten.

[0034] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das Schaltungselement **130** eine ESD-Diode (ESD-Electrostatic Discharge = Elektrostatische Entladung) zum Schutz der Schaltung vor elektrostatischen Entladungen. In diesem Fall ist beispielsweise die Katode **132** der ESD-Diode **130** mit dem Kontakt **110** elektrisch verbunden und die Anode **134** der ESD-Diode **130** über die Leitung **136**, bzw. über hochleitfähiges Substrat (**102**) mit Masse (GND) elektrisch verbunden.

[0035] In dem in **Fig. 1A** gezeigten Beispiel weist die Spule **120** zwei Windungen auf, andere Ausführungsbeispiele der Schaltung können jedoch eine oder mehr als zwei Windungen aufweisen. Ferner können die Windungen der Spule **120** oktagonale, runde oder andere Formen aufweisen. Ferner zeigt **Fig. 1B** bzw. **Fig. 1C** eine Spule **120**, deren Windungen in einer Ebene parallel zu, beispielsweise der Substratoberfläche, angeordnet sind. Die Windungen der Spule **120** können jedoch auch in verschiedenen Ebenen angeordnet sein. Ferner kann die Spule **120** auf dem Substrat **102** aufgebracht sein, oder teilweise oder ganz in dem Substrat integriert sein.

[0036] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel bzw. ein Aufbau eines Ausführungsbeispiels anhand eines ON-Chip-integrierten LCR Filters, insbesondere eines Tiefpassfilters, mit ESD-Schutzfunktionen beschrieben. Solche integrierten LCR-Filter dienen beispielsweise dem ESD-Schutz von Datenübertragungssystemen, der effektiven Dämpfung der in die Übertragungskabel eingestrahnten Hochfrequenzstörsignale, der Reduktion der abgestrahlten Störstrahlung durch Dämpfung der hochfrequenten Anteile des Datensignals, der Anpassung von unterschiedlichen Impedanzniveaus, der Reduktion von Leitungsreflexionen und der Verbesserung der Signalintegrität.

[0037] Konkret bezieht sich das Ausführungsbeispiel auf eine Umsetzung in dem Infineon-Chip BGF109L zum Schutz von 10 Datenleitungen und zur Reduktion von eingestrahelter Hochfrequenzenergie, wobei der Chip BGF109L beispielsweise im Mobilfunk eingesetzt wird.

[0038] Die **Fig. 2A** bis **Fig. 2C** zeigen schematische Darstellungen des in dem Chip integrierten Tiefpasses.

[0039] **Fig. 2A** zeigt ein elektrisches Ersatzschaltbild eines Ausführungsbeispiels des integrierten Tiefpasses mit einem Eingangskontakt **210** und einem Ausgangskontakt **212** der Schaltung, in diesem Fall einer Filterschaltung **200**. Wie zuvor anhand der **Fig. 1A** bis **Fig. 1C** erläutert, können der Eingangskontakt **210** und der Ausgangskontakt **212** als Kontaktballs ausgeführt sein, wobei in diesem Falle der Eingangskontakt **210** auch als „Input-Ball“ und der Ausgangskontakt **212** auch als „Output-Ball“ bezeichnet werden kann. Die Filterschaltung **200** weist eine erste Spule L1 und eine zweite Spule L2 auf, wobei die Bezeichnungen L1 und L2 gleichzeitig auch für die jeweilige Induktivität stehen. Ferner weist die Filterschaltung **200** eine erste Diode D1 mit einer Kapazität C1 auf, eine zweite Diode D2 mit der Kapazität C2 und eine dritte Diode D3 mit einer Kapazität C3 auf.

[0040] Dabei sind die Spulen L1 und L2 in einem Serienpfad zwischen dem Eingangskontakt **210** und dem Ausgangskontakt **212** der Schaltung angeordnet und seriell miteinander verbunden. Die Katode der ersten Diode D1 liegt vor der Spule L1, die Diode D1 ist zwischen dem Eingangskontakt **210** und einer Masse **214** gekoppelt. Die Katode der zweiten Diode D2 liegt zwischen der ersten Spule L1 und der zweiten Spule L2. Die zweite Diode D2 ist zwischen dem Serienpfad und der Masse **214** gekoppelt. Die Katode der dritten Diode D3 liegt zwischen der Spule L2 und dem Ausgangskontakt **212**, D3 koppelt zwischen dem Ausgangskontakt **212** und einer Masse **214**.

[0041] **Fig. 2A** zeigt eine Π -Filteranordnung. Alternativ könnte die Schaltung **200** auch eine T-Konfiguration aufweisen, die dann im Gegensatz zu dem Ersatzschaltbild gem. **Fig. 2A** nur die zweite Diode D2 nicht jedoch die erste Diode D1 oder die dritte Diode D3 aufweist.

[0042] **Fig. 2B** zeigt eine Realisierung eines Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 2A**, bei der als Dioden bzw. kapazitive Elemente ESD-Dioden verwendet werden, deren Sperrkapazität als Filterkapazität wirkt und entsprechend dimensioniert ist.

[0043] **Fig. 2C** zeigt das erste LC-Filter-Halbglied (im Englischen als „First Basic LC Filtersegment“ bezeichnet) bestehend aus der ersten Spule L1 und der ersten Diode D1, und das zweite LC-Filter-Halbglied (im Englischen als „Second Basic LC Filtersegment“ bezeichnet), bestehend aus der zweiten Spule L2 und der dritten Diode D3. Gegenüber **Fig. 2B** ist die zweite Diode D2 nicht gezeigt. Das erste Filter-Halbglied **204** und das zweite Filter-Halbglied **206** bilden die Grundelemente des Filters, während die zweite Diode D2 zur Abstimmung der Filtercharakteristika der Schaltung **200** eingesetzt werden kann.

[0044] Die Sperrkapazitäten der ESD-Dioden D1

bis D3, die beispielsweise als vertikale Diodenelemente gegen Substrat bzw. Masse, im Englischen als Ground GND bezeichnet, ausgebildet sind, wirken als Filterkapazitäten und bilden im Zusammenspiel mit den Spulen L1, L2 die Filterfunktion. Als Gehäuse kann sowohl ein „Wafer-Level-Package“ (WLP) mit Kontaktierungsballs **210**, **212** verwendet werden, als auch Gehäusetechniken mit Bonddraht und Kontaktierungspad, wobei in diesem Falle die Bezugszeichen **210** und **212** das Kontaktierungspad bezeichnen, wobei der Begriff „pad“ einen flächigen Anschluss bezeichnet. Alle Eingabe- und -Ausgabe-Funktionen (I/O Funktionen) und der Masseanschluss (GND) erfolgen über die Kontaktierungsballs oder Kontaktierungspads **210**, **212**, **214**.

[0045] Die Dioden D1 bis D3 sind beispielsweise als kreisförmige bzw. ringförmige vertikale Dioden ausgebildet, die direkt unterhalb der Kontaktierungsballs **210**, **212** im Substrat **202** eingebettet sind. Auch eine Platzierung der Dioden neben den Kontaktballs ist möglich, wie bei D2 geschehen. Die Katode D1K der ersten Diode D1 ist mit dem Kontaktierungsball/-Pad **210**, die Anode D1A der ersten Diode D1 mit beispielsweise dem hochleitfähigen Substrat **208** elektrisch verbunden. In analoger Weise gilt dies für die zweite und dritte Diode ebenso, das heißt die Katode der dritten Diode ist mit dem Kontaktierungsball/-Pad **212**, und die Anode der dritten Diode mit dem hochleitfähigen Substrat **208** elektrisch gekoppelt, während die Katode der zweiten Diode zwischen die erste Spule L1 und die zweite Spule L2 und die Anode der zweiten Diode D2 mit der Masse **214** elektrisch gekoppelt ist, wobei die Masse **214** analog zu den Kontakten **210** und **212** als Massekontakt der Schaltung, beispielsweise als Kontaktierungsball/-Pad ausgebildet sein kann.

[0046] Im Fall einer Doppeldiode sind die Anoden der Dioden D1 bis D3 mit einer EPI-Zwischenschicht verbunden (EPI-Epitaxial). In diesem Fall liegt die zweite Diode zwischen EPI und Substrat. Im Falle eines hochleitfähigen Substrats **208** kann der Masseanschluss der Diode bzw. Doppeldiode über das Substrat und über einen Masse-Kontaktierungsball/-Pad **214** erfolgen. Ein kapazitiver Anschluss des Substrates **208** an den Massekontakt **214** bzw. Massekontaktierungsball/-Pad ist auch möglich.

[0047] Dabei können alle Filterkapazitäten, die durch die ESD-Dioden an dem Eingangskontakt **210** und dem Ausgangskontakt **212** realisiert werden als auch die Filterkapazitäten D2 (C2) zwischen den Filter-Halbgliedern **204**, **206** zusammen in dem gleichen Diodenprozess hergestellt werden. Eine Feinabstimmung bzw. ein Fein-Tuning der Filterfunktion ist durch die Filterkapazitäten D2 (C2) zwischen den Filter-Halbgliedern **204**, **206** möglich.

[0048] [Fig. 2D](#) zeigt eine herkömmliche Lösung für

eine Filterschaltung, bei der die Spulen neben den Filterkapazitäten bzw. ESD-Dioden liegen. Dabei bezeichnet die erste Stelle des zweistelligen Indexes die Elementnummerierung pro Filterschaltung, wie sie in den [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) verwendet werden, und die zweite Stelle die Zuordnung zu einer bestimmten Filterschaltung. In anderen Worten, D11 mit der Kapazität C11 bezeichnet die erste Diode D1 der ersten Filterschaltung mit der Kapazität C11, während beispielsweise D22 die zweite Diode D2 gemäß den [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) in einer zweiten Filterschaltung, die zusätzlich zu der ersten Filterschaltung auf dem Substrat angeordnet ist, bezeichnet. Entsprechendes gilt für die Bezeichnung der Spulen. In der in [Fig. 2D](#) gezeigten Realisierung können die Filterkapazitäten bzw. ESD-Dioden direkt unter dem Kontaktierungsball/-Pad z. B. A1 bis A4 liegen. Hier kann ebenfalls der Spulenbeginn im Spulenaug, d. h. dem Inneren der Spule, liegen, während der Spulenausgang im Außenbereich der Spule liegt.

[0049] Wie aus [Fig. 2D](#) klar ersichtlich, ist die Spule L11' neben dem Kontaktierungsball A5, der über die Diode D11 angeordnet ist, angeordnet. Der Spulenbeginn liegt im Spulenaug der Spule L11', der Spulenausgang im Außenbereich der Spule L11'. Um nun die Spule L11' im Inneren zu kontaktieren, ist eine zusätzliche Verdrahtungsebene, ein sogenannter Durchsteiger nötig.

[0050] Diese komplexere Verdrahtung, nämlich die zusätzliche Metallage, erhöht die Kosten für die Herstellung der Schaltung beziehungsweise des Chips.

[0051] Ferner erhöht die Spulenpositionierung neben den Kontaktierungsballs beziehungsweise der ESD-Diode den Platzbedarf auf dem Chip.

[0052] Die in den [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2C](#) und in den folgenden Fig. gezeigten Filterschaltungen sind sogenannte π -Filterkonstruktionen, mit Filterkapazitäten unter den Kontaktierungsballs. Wie zuvor dargelegt, können alternative Ausführungsbeispiele der Filterschaltungen auch eine erweiterte „T“ Konstruktion ohne die äußeren ESD-Dioden beziehungsweise Filterkapazitäten D1 und D3 aufweisen.

[0053] Die Eingangskontakte **210** und Ausgangskontakte **212** können auch als Kontaktierungspads beziehungsweise als Kontaktfläche für einen Bondanschluss dienen, der mit oder ohne darunter liegender ESD-Diode mit der entsprechenden Filterkapazität aufgebaut ist.

[0054] Der zusätzliche Platzbedarf durch eine Parallel-Platzierung von ESD-Diode mit der entsprechenden Filterkapazität und der Spule ist nicht unerträglich und wird bei höherer Integrationsdichte immer schwerwiegender. Der zusätzliche Verdrahtungslayer wird bei konventionellen Lösungen immer

benötigt und erzeugt, wie zuvor dargelegt, weitere Kosten. Ein Verdrahtungslayer wird auch als Verdrahtungsebene bezeichnet.

[0055] **Fig. 3** zeigt ein Ausführungsbeispiel der Filterschaltungen angewendet bei dem BGF109L. **Fig. 3** zeigt einen Abschnitt des Chips mit zwei Filterschaltungen, wobei auf die erste Filterschaltung mit den Schaltungselementen Cx1, Lx1 näher eingegangen wird. Die Ausführungen gelten analog für die zweite Schaltung.

[0056] In Anlehnung an die **Fig. 2A** bis **Fig. 2D** sind in der **Fig. 3** die aus diesen Fig. bekannten Bezugszeichen zusätzlich verwendet worden. **Fig. 3** zeigt ein Anordnung **300** von zwei Filterschaltungen, wobei im folgenden nur eine, nämlich Filterschaltung **200** beschrieben wird. Für die zweite Filterschaltung gelten die Ausführungen in analoger Weise.

[0057] Die Filterschaltung **200** mit einem ersten Filter-Halbglied **204** und einem zweiten Filter-Halbglied **206**. Das erste Filter-Halbglied **204** weist eine erste Spule L11 und eine erste Diode D11 mit einer Kapazität C11 auf, wobei die erste Diode D11 unter dem Eingangskontakt **210** angeordnet ist und die erste Spule L11 um den Eingangskontakt **210** und die erste Diode D11 herum angeordnet ist. Die Spule L11 ist über einen innenliegenden Spulenanschluss **322** direkt mit dem Eingangskontakt **210** elektrisch gekoppelt und über einen außen liegenden Spulenanschluss **324** mit der zweiten Diode D21 elektrisch gekoppelt.

[0058] Das zweite Filter-Halbglied **206** weist eine zweite Spule L21 und eine dritte Diode D31 auf, wobei die dritte Diode D31 unter dem Ausgangskontakt **212** der Schaltung **200** angeordnet ist und die zweite Spule L21 um den Ausgangskontakt **212** und die dritte Diode D31 herum angeordnet ist. Die zweite Spule L21 ist über einen innen liegenden Spulenanschluss **326** direkt mit dem Ausgangskontakt **212** elektrisch gekoppelt und über einen außen liegenden Spulenanschluss **328** mit der zweiten Diode D21 elektrisch gekoppelt.

[0059] Ferner weist die Filterschaltung **200** einen Massekontakt **214** auf. Wie in der **Fig. 2B** dargestellt, ist die Kathode der ersten Diode D11, die Kathode der zweiten Diode D21 und die Diode der dritten Diode D31 in dem Substrat mit dem Massekontakt **214** elektrisch gekoppelt.

[0060] Der direkte Vergleich der **Fig. 3A** mit der **Fig. 2D** macht noch einmal deutlich, dass der zusätzliche Platzbedarf durch eine Parallel-Platzierung von ESD-Diode und Spule, wie in **Fig. 2D** gezeigt, nicht unbeträchtlich ist, und bei höherer Integrationsdichte immer schwerwiegender wird. Ferner wird bei einem Vergleich der **Fig. 2D** mit **Fig. 3A** klar, dass eine An-

ordnung gemäß **Fig. 3** auch günstiger für ein mögliches „Vereinzeln“ solcher Filterschaltungen ist, da beispielsweise bei einem Layout gemäß **Fig. 2** die Filterschaltungen nicht durch einen geraden Schnitt von anderen Filterschaltungen getrennt werden können. Ferner wird bei der **Fig. 2D** der zusätzliche Verdrahtungslayer, um den innen liegenden Spulenabschluss elektrisch zu koppeln, immer benötigt, und so die Kosten erhöht.

[0061] Platziert man nun die Spule, zum Beispiel L11 und L21 um die kreisförmige ESD-Diode, zum Beispiel D11 beziehungsweise D21, herum, kann der Anschluss im Spulenaug, siehe Bezugszeichen **322** beziehungsweise **326**, direkt mit der im Spulenaug liegenden ESD-Diode beziehungsweise dem Eingangskontakt **210** beziehungsweise dem Ausgangskontakt **212** erfolgen. Es wird kein zusätzlicher Verdrahtungslayer benötigt. Diese Vorteile ergeben sich unabhängig davon, ob unter dem Eingangskontakt **210** beziehungsweise Ausgangskontakt **212** eine ESD-Diode oder ein anderes Schaltungselement liegt, oder nicht.

[0062] Der Eingangskontakt beziehungsweise Ausgangskontakt **210**, **212** kann, wie zuvor gezeigt, beispielsweise als Kontaktball oder als Kontaktpad realisiert werden.

[0063] Je nach benötigtem Induktivitätswert muss die Größe der Kontakte beziehungsweise der Kontaktballs oder -pads gewählt werden. Somit ist es auch möglich, geringe Spulenwerte mit kleinen Kontakten **210**, **212** beziehungsweise kleinen Kontaktballs oder -pads zu realisieren.

[0064] Die in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel verwendeten ESD-Dioden, Kontaktballs, Kontaktpads weisen beispielsweise einen Durchmesser von etwa 260 µm auf. Daraus folgt, unter Berücksichtigung eines gewissen Abstandes zwischen der kreisförmigen ESD-Diode und der inneren Spulenwicklung, ein innerer Spulendurchmesser von 290 µm bis 300 µm. Durch Einhalten eines Abstandes zwischen Spule und Kontaktierungsball kann vermieden werden, dass das magnetische Feld durch den Kontakt bzw. Ball zu stark verdrängt wird und im metallischen Ball Wirbelstürme erzeugt werden, die zu einer weiteren Reduktion der Spulengüte führen können.

[0065] Zu einer Implementierung einer Spule von etwa 30 nH reichen in dem vorgenannten Ausführungsbeispiel acht Windungen, bei einer Spulenleiterbreite von 2,8 µm und einem Wicklungsabstand von 2,5 µm. Der Gesamtdurchmesser eines CL-Filter-Halbgliedes, das durch eine ESD-Diode, die gegen das Substrat geschaltet ist, und eine serielle Spule gebildet wird, liegt in dem vorliegenden Fall bei 380 µm. Gerade bei einem WLP-Ballraster von 400 µm lassen sich diese CL-Filter-Halbglieder problem-

los in größerer Anzahl auf einem Typ verschalten.

[0066] Die magnetische Verkopplung zwischen verschiedenen CL-Filter-Halbgliedern ist relativ gering, vor allem wenn mit hochleitfähigem Substrat gearbeitet wird. Andere Koppelmechanismen, zum Beispiel Masse-Schleifenverkopplung, können den Effekt der magnetischen Kopplung übertreffen.

[0067] Ausführungsbeispiele der CL-Filter-Halbglieder kommen vor allem dann zum Tragen, wenn viele gleichartige Funktionseinheiten beziehungsweise Filter-Halbglieder auf einem Bauteil vorzufinden sind. Bei dem zuvor angeführten Chip BGF109L handelt es sich dabei um zehn Tiefpassfilter mit jeweils zwei CL-Filter-Halbgliedern.

[0068] [Fig. 3B](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel des Chips BGF109L mit den zehn Tiefpassfiltern mit den jeweils zwei CL-Filter-Halbgliedern, wobei jeweils zwei Tiefpassfilter, wie in [Fig. 3A](#) erläutert, zusammen in einer Reihe bzw. ineinanderreichend angeordnet sind.

[0069] Wie schon zuvor beschrieben, handelt es sich bei dem BGF109L um einen Tiefpassfilter mit ESD-Schutzfunktion an den Eingangs- und Ausgangskontakten (I/O-Kontakten). Die Struktur ist auf hochleitfähigem p+ Si-Substrat (16 Milli-Ohm-cm) aufgebracht, wobei auch andere Substrate oder hochleitfähige Substrate verwendet werden können. Die Spulen sind in diesem Fall aus Kupfer. Andere Leitungsmaterialien sind auch möglich.

[0070] Nutzt man nun das zuvor beschriebene Layoutprinzip, so ergibt sich für die zehn integrierten Funktionseinheiten beziehungsweise Filterschaltungen die in [Fig. 3B](#) gezeigte kompakte Struktur. Die Dioden sind als ringförmige, senkrechte Strukturen mit einem Außendurchmesser $D_a = 256 \mu\text{m}$ und einem Innendurchmesser D_i von zirka $235 \mu\text{m}$ (n-well Ring) aufgebaut. Im Spulenaugie liegt der Kontaktierungsball, im Substrat darunter die ESD-Diode. Die Kontakte A3 bis E3 sind die Massekontakte des Substrates. Das Substrat kann mit dem Masse-Kontaktierungsball über eine Ohmsche oder über eine kapazitive Kopplung verbunden sein. Bei dem vorliegenden BGF109L handelt es sich um eine Ohmsche Verbindung.

[0071] Zusammenfassend bezüglich der Filterschaltungen kann daher gesagt werden, dass bei Ausführungsbeispielen zur Reduzierung des Platzbedarfs und des Verdrahtungsaufwandes bei integrierten LC-Filtern mit ESD-Schutzfunktion die seriellen Spulen um die Kontaktierungsballs beziehungsweise Kontaktierungspads mit gegebenenfalls darunter liegenden vertikalen ESD-Dioden herum positioniert sind. Die hierdurch entstehenden CL-Filter-Halbglieder lassen sich frei konfigurieren und mit

einander zu komplexen Filterstrukturen verschalten. Alle Filterkapazitäten werden beispielsweise durch ESD-Dioden realisiert, die in einen gemeinsamen Herstellprozess hergestellt werden können.

[0072] Wie anhand der [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) zu Beginn erläutert, sind Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung nicht auf Filterstrukturen beschränkt, sondern können in einer Vielzahl von anderen Anwendungen und anderen Kombinationen angewendet werden. Entsprechend können beispielsweise zwischen der Spule L1 und der Spule L2 gemäß [Fig. 2C](#) ein weiteres oder mehrere weitere Schaltungselemente gekoppelt sein.

[0073] In anderen Worten, die Ausführungsbeispiele weisen ein optimiertes Spulen-Layout auf, das beispielsweise für integrierte Schaltungen im Wafer-Level-Package verwendet werden kann.

[0074] Die zuvor diskutierten Ausführungsbeispiele können beispielsweise in Kommunikationssystemen eingesetzt werden, die einen Sendesignalweg und/oder Empfangssignalweg aufweisen, wobei Ausführungsbeispiele der Schaltungen beispielsweise sowohl in dem Empfangssignalweg wie auch in dem Sendesignalweg eingesetzt werden können. Ausführungsbeispiele der Schaltungen sind jedoch nicht auf Anwendungen in der Kommunikationstechnik eingeschränkt, sondern können beispielsweise allgemein in der Signalverarbeitung überall dort eingesetzt werden, wo Filter benötigt werden, oder wo allgemein Spulen, beispielsweise direkt mit Eingangs- oder Ausgangskontakten einer Schaltung oder eines Chips gekoppelt werden.

Bezugszeichenliste

100	Schaltung
110	Kontakt
120	Spule
122	innen liegender Spulenanschluss
124	außen liegender Spulenanschluss
102	Substrat
130	Schaltungselement
132	erster Anschluss des Schaltungselements
134	zweiter Anschluss des Schaltungselements
136	Leiterbahn
210	Eingangskontakt
212	Ausgangskontakt
200	Filterschaltung
202	Substrat
D1	erste Diode
D2	zweite Diode
D3	dritte Diode
L1	erste Spule
L2	zweite Spule
214	Massekontakt
D1A	Anode der ersten Diode
D1K	Katode der ersten Diode

204	erstes Filter-Halbglied
206	zweites Filter-Halbglied
L11'	erste Spule
L21'	zweite Spule
L11	erste Spule
L21	zweite Spule
D11	erste Diode
D21	zweite Diode
D31	dritte Diode
322	innen liegender Spulenanschluss der ersten Spule
324	außen liegender Spulenanschluss der ersten Spule
226	innen liegender Spulenanschluss der zweiten Spule
328	außen liegender Spulenanschluss der zweiten Spule

Patentansprüche

1. Schaltung (**100**) mit:
einem Kontakt (**110**) zum elektrischen Anschließen der Schaltung (**100**); und
einer Spule, die um den Kontakt (**110**) herum angeordnet ist, wobei ein innen liegender Spulenanschluss (**122**) der Spule (**120**), der in der Spule (**120**) angeordnet ist, mit dem Kontakt (**110**) elektrisch gekoppelt ist.

2. Schaltung nach Anspruch 1, mit:
einem Schaltungselement (**130**), wobei die Spule (**120**) um das Schaltungselement (**130**) herum angeordnet ist, und wobei ein Anschluss (**132**) des Schaltungselements (**130**) mit dem Kontakt (**110**) elektrisch gekoppelt ist.

3. Schaltung nach Anspruch 2, wobei der Anschluss (**132**) des Schaltungselements den Kontakt (**110**) bildet.

4. Schaltung nach Anspruch 2 oder 3, wobei der innen liegende Spulenanschluss (**122**) elektrisch mit einem zweiten Anschluss (**134**) des Schaltungselements (**130**) gekoppelt ist und über diesen elektrisch mit dem Kontakt (**110**) gekoppelt ist.

5. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Schaltung (**100**) auf einem Substrat (**102**) aufgebracht ist.

6. Schaltung nach Anspruch 5, wobei das Schaltungselement (**130**) in dem Substrat (**102**) direkt unter dem Kontakt (**110**) angeordnet ist.

7. Anspruch nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei das Schaltungselement (**130**) als vertikales Schaltungselement ausgebildet ist.

8. Schaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei das Schaltungselement (**130**) ein kapazitives

Schaltungselement ist.

9. Schaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei das Schaltungselement (**130**) eine ESD-Diode (electrostatic discharge – elektrostatische Entladung) zum Schutz der Schaltung (**100**) vor elektrostatischer Entladung ist.

10. Schaltung nach Anspruch 9, wobei eine Sperrkapazität der ESD-Diode als Filterkapazität dimensioniert ist.

11. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Spule (**120**) mehrere Windungen aufweist.

12. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei eine oder mehrere Windungen der Spule (**120**) in einer Ebene angeordnet sind.

13. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei eine Windung der Spule oktogonal geformt ist.

14. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Eingangskontakt als Lötkegel ausgebildet ist.

15. Schaltung (**200**) mit:
einem Eingangskontakt (**210**) und einem Ausgangskontakt (**212**);
einer ersten Spule (L1; L11), wobei die erste Spule um den Eingangskontakt (**210**) herum angeordnet ist, und wobei ein innen liegender Spulenanschluss (**322**) der ersten Spule (L1; L11) innerhalb der ersten Spule angeordnet ist und mit dem Eingangskontakt (**210**) elektrisch gekoppelt ist; und
einer zweiten Spule (L2; L21), die um die den Ausgangskontakt (**212**) herum angeordnet ist, wobei ein innen liegender Spulenanschluss (**326**) der zweiten Spule (L2; L21), der innerhalb der zweiten Spule angeordnet ist, mit dem Ausgangskontakt (**212**) elektrisch gekoppelt ist, und wobei ein außen liegender Spulenanschluss (**328**) der zweiten Spule (L2; L21), der außerhalb der zweiten Spule angeordnet ist, und ein außen liegender Spulenanschluss (**324**) der ersten Spule (L1; L11), der außerhalb der ersten Spule angeordnet ist, elektrisch miteinander gekoppelt sind.

16. Schaltung nach Anspruch 15, mit:
einem ersten Schaltungselement (D2; D21), das elektrisch zwischen den außen liegenden Spulenanschlüssen (**324**, **328**) der ersten Spule (L1; L11) oder der zweiten Spule (L2; L21) und einen Massekontakt (**214**) gekoppelt ist.

17. Schaltung nach Anspruch 16, mit:
einem zweiten Schaltungselement (D1; D11), mit einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss,

wobei der erste Anschluss des zweiten Schaltungselements elektrisch mit dem Ausgangskontakt **(210)** gekoppelt ist, und der zweite Anschluss elektrisch mit dem Massekontakt **(214)** gekoppelt ist; und einem dritten Schaltungselement (D3; D31) mit einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss, wobei der erste Anschluss des dritten Schaltungselements elektrisch mit dem Ausgangskontakt **(212)** gekoppelt ist, und der zweite Anschluss des dritten Schaltungselements elektrisch mit dem Massekontakt **(214)** gekoppelt ist.

18. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei die Schaltung **(200)** auf einem Substrat **(202)** aufgebracht ist.

19. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei das erste Schaltungselement, das zweite Schaltungselement oder das dritte Schaltungselement in dem Substrat direkt unter dem Eingangskontakt, einem Massekontakt oder dem Ausgangskontakt angeordnet ist.

20. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 19 wobei eines der Schaltungselemente (D1, D2, D3; D11; D21; D31) (zumindest) als vertikales Schaltungselement ausgebildet ist.

21. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, wobei zumindest eines der Schaltungselemente (D1, D2, D3; D11; D21; D31) ein kapazitives Schaltungselement ist.

22. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, wobei zumindest eines der Schaltungselemente (D1, D2, D3; D11; D21; D31) eine ESD-Diode zum Schutz der Schaltung vor elektrostatischen Entladungen ist.

23. Schaltung nach Anspruch 22, wobei zumindest eine Sperrkapazität einer der ESD-Dioden (D1, D2, D3; D11; D21; D31) als Filterkapazität dimensioniert ist.

24. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, wobei zumindest eine der Spulen (L1; L2; L11, L21) mehrere Windungen aufweist.

25. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, wobei zumindest bei einer der Spulen (L1; L2; L11, L21) eine oder mehrere Windungen der Spule in einer Ebene angeordnet sind.

26. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 25, wobei Windungen zumindest einer der Spulen (L1; L2; L11, L21) oktagonale angeordnet sind.

27. Schaltung nach einem der Ansprüche 15 bis 25, wobei der Eingangskontakt **(210)**, der Ausgangskontakt **(212)** oder ein Massekontakt **(214)** als Lötball

ausgebildet ist.

28. Auf einem Chip integrierte Filterschaltung mit: einem Eingangskontakt **(210)** und einem Ausgangskontakt **(212)**; einer ersten ESD-Diode (D1, D11), die direkt unter dem Eingangskontakt **(210)** in einem Substrat des Chips angeordnet ist; einer zweiten ESD-Diode (D3, D31), die direkt unter dem Ausgangskontakt **(212)** in dem Substrat **(202)** des Chips angeordnet ist; einer ersten Spule (L1, L11), die um den Eingangskontakt **(210)** herum angeordnet ist, wobei ein innen liegender Spulenanschluss **(322)** der ersten Spule innerhalb der ersten Spule angeordnet ist und mit dem Eingangskontakt **(210)** elektrisch gekoppelt ist; einer zweiten Spule (L2; L21) die um den Ausgangskontakt **(212)** herum angeordnet ist, wobei ein innen liegender Spulenanschluss **(326)** der zweiten Spule, der innerhalb der zweiten Spule angeordnet ist und mit dem Ausgangskontakt **(212)** elektrisch gekoppelt ist; und eine dritte ESD-Diode (D2, D21), die parallel zwischen die erste Spule und die zweite Spule und einem Massekontakt **(214)** gekoppelt ist, wobei die erste ESD-Diode zwischen den Eingangskontakt **(210)** und dem Massekontakt **(214)** gekoppelt ist und die zweite ESD-Diode zwischen den Ausgangskontakt **(212)** und den Massekontakt **(214)** gekoppelt ist.

29. System mit einem Empfangssignalweg oder einem Sendesignalweg, wobei der Empfangssignalweg oder der Sendesignalweg eine Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 28 aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

FIG 1a

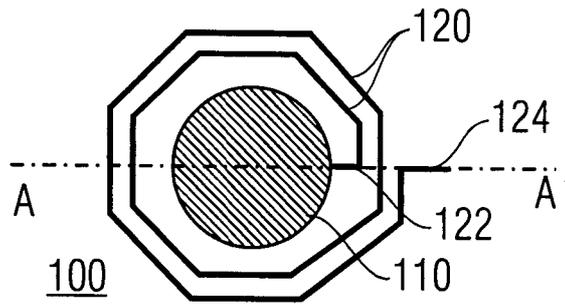


FIG 1b

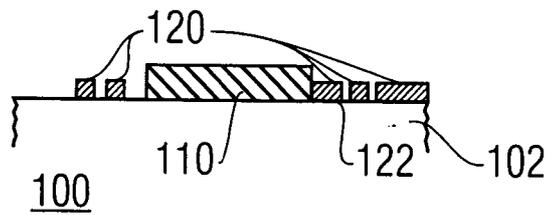


FIG 1c

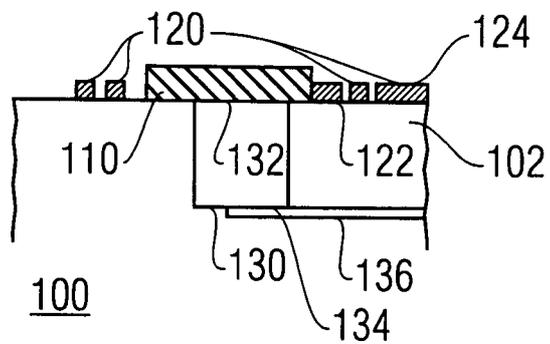


FIG 2a

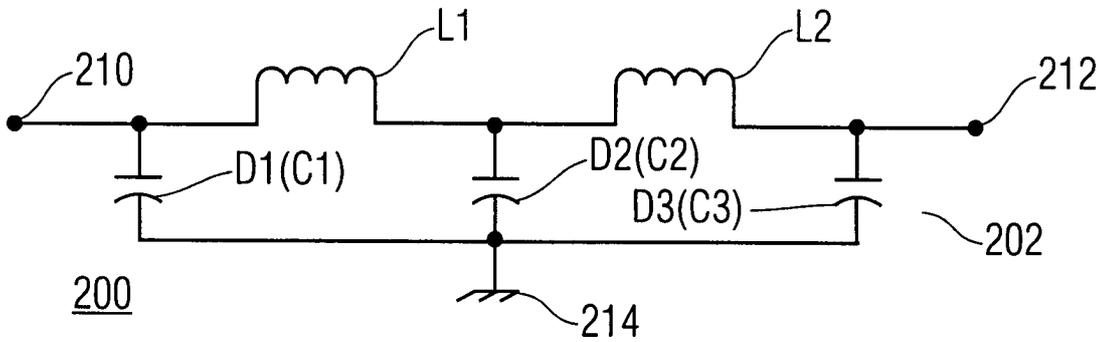


FIG 2b

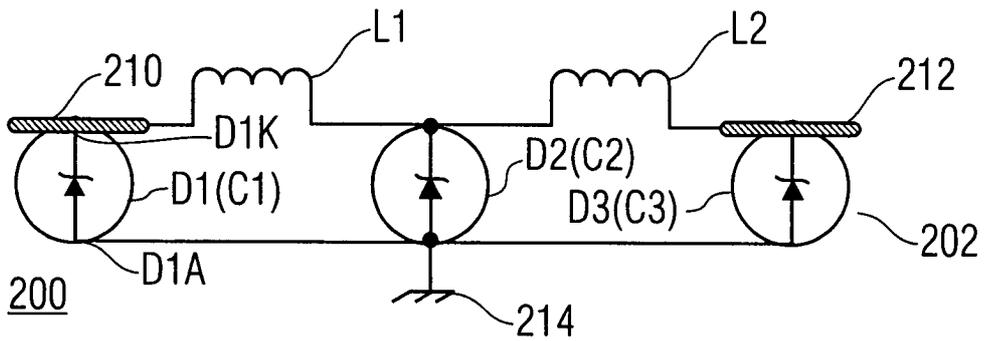


FIG 2c

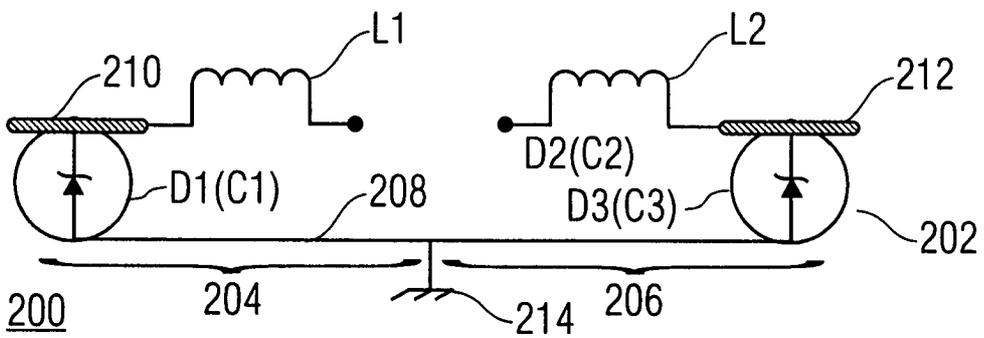


FIG 2d

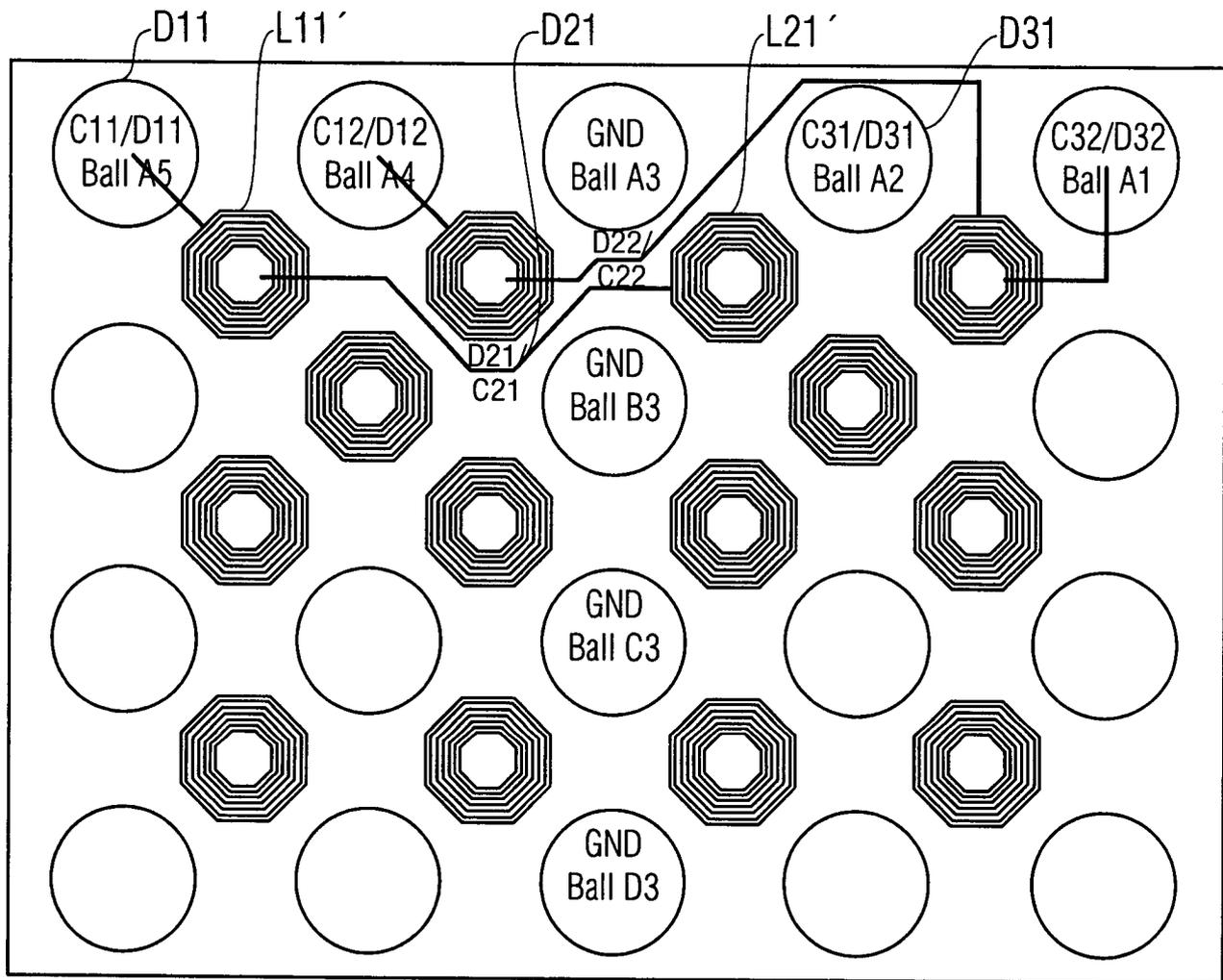


FIG 3a

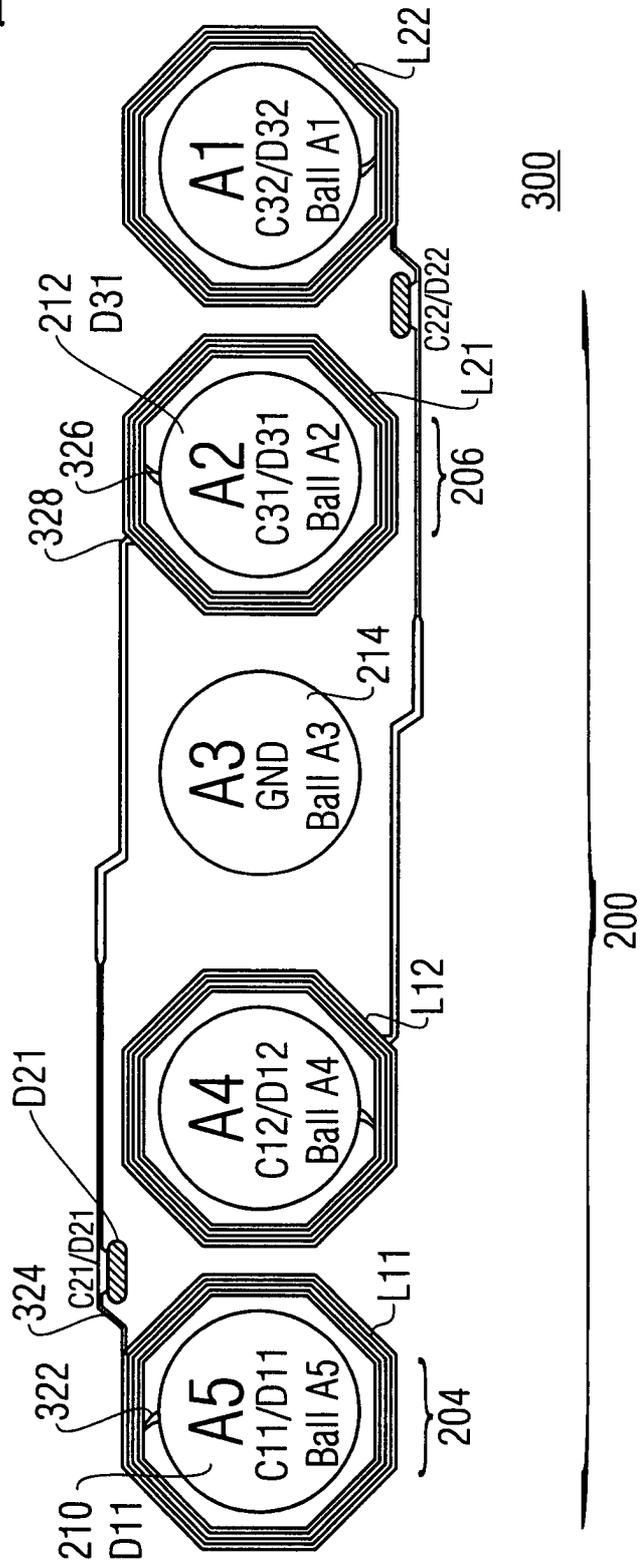


FIG 3b

