



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 036 139 A1** 2006.03.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 036 139.8**

(22) Anmeldetag: **26.07.2004**

(43) Offenlegungstag: **23.03.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 27/08** (2006.01)

H01F 19/04 (2006.01)

H01F 27/34 (2006.01)

(71) Anmelder:

Infineon Technologies AG, 81669 München, DE

(74) Vertreter:

Westphal, Mussgnug & Partner, 80336 München

(72) Erfinder:

**Strzalkowski, Bernhard, Dr., 81377 München, DE;
Feldtkeller, Martin, 81543 München, DE**

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

DE 102 32 642 A1

US2004/01 40 528 A1

US 55 72 179 A

WO 98/50 956 A1

JP 11-3 07 723 A

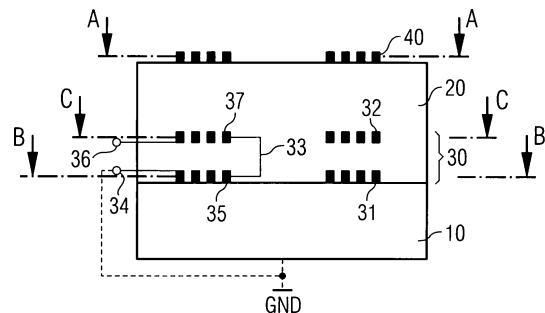
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Bauelementanordnung mit einem planaren Transformator**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Bauelementanordnung, die folgende Merkmale aufweist:

- einen Halbleiterkörper (10),
- eine auf eine Seite des Halbleiterkörpers (10) aufgebrachte Dielektrikumsschicht (20),
- einen planaren Transformator mit einer Primärwicklung (40) und einer Sekundärwicklung (30), die durch die Dielektrikumsschicht (20) voneinander getrennt sind und die in einer vertikalen Richtung, bezogen auf die eine Seite des Halbleiterkörpers, beabstandet zueinander angeordnet sind,
- einen ersten planaren Wicklungsabschnitt (31) und einen zweiten planaren Wicklungsabschnitt (32) der Sekundärwicklung (30), die in der vertikalen Richtung beabstandet zueinander angeordnet sind und die elektrisch leitend miteinander verbunden sind, wobei ein erster Anschluss (34) des ersten Wicklungsabschnittes (31) einen ersten Anschluss der Sekundärwicklung bildet und ein erster Anschluss (36) des zweiten Wicklungsabschnittes (32) einen zweiten Anschluss der Sekundärwicklung bildet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bauelementanordnung mit einem planaren Transformator gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Ein derartige Anordnung ist beispielsweise in der DE 102 32 642 A1 beschrieben. **Fig. 1** zeigt eine solche bekannte Bauelementanordnung in Seitenansicht (**Fig. 1a**), in Draufsicht auf die planaren Wicklungen (**Fig. 1b**) und im elektrischen Ersatzschaltbild (**Fig. 1c**).

[0003] Bei dieser Bauelementanordnung ist auf einem Halbleiterkörper **110** eine Dielektrikumsschicht **120** angeordnet, die eine Primärwicklung **140** und eine Sekundärwicklung **130** eines planaren Transformators elektrisch gegeneinander isoliert. Die Sekundärwicklung **130** ist beispielsweise an nicht näher dargestellte, integrierte Schaltungskomponenten in dem Halbleiterkörper angeschlossen. Die Primärwicklung kann an andere Schaltungskomponenten in demselben Halbleiterkörper **110** oder in einem anderen (nicht dargestellten) Halbleiterkörper angeschlossen sein. Die Schaltungskomponenten, an die die Primärwicklung **150** angeschlossen ist, bilden insbesondere eine Sendeschaltung und die Komponenten, an die die Sekundärwicklung angeschlossen ist, bilden insbesondere eine Empfangsschaltung für eine Datenübertragungseinrichtung, bei der der Transformator als induktives Kopplungselement zwischen Sender und Empfänger und gleichzeitig als Potentialbarriere zwischen Sender und Empfänger dient.

[0004] Die Primärwicklung **140** und die Sekundärwicklung **130** sind jeweils als Leiterschleife mit mehreren Windungen in je einer (Metallisierungs-)Ebene der Dielektrikumsschicht **120** angeordnet und bilden so einen planaren Transformator ohne Transformator kern, der nachfolgend als kernloser Transformator (Coreless Transformer) bezeichnet wird.

[0005] In dem Ersatzschaltbild gemäß **Fig. 1c** bezeichnen C_{140} und C_{130} die Kapazitäten der Primärwicklung **140** und der Sekundärwicklung **130**, die jeweils zwischen Anschlüssen **140_1**, **140_2** bzw. **130_1**, **130_2** der jeweiligen Wicklung **140**, **130** wirksam sind. R_{140} und R_{130} bezeichnen die ohmschen Widerstände der Primärwicklung **140** und der Sekundärwicklung **130**, und mit L_{140} und L_{130} sind die Induktivitäten der Primärwicklung und der Sekundärwicklung **130** bezeichnet. Der Kopplungsfaktor k zwischen der Primärspule ist kleiner als 1, $k \cdot L_{140}$ bezeichnet die primärseitige Kopplungsinduktivität des Übertragers in dem Ersatzschaltbild und $k \cdot L_{130}$ bezeichnet die sekundärseitigen Kopplungsinduktivität des Übertragers. $(1-k) \cdot L_{140}$ bzw. $(1-k) \cdot L_{130}$ bezeich-

net die von dem Kopplungsfaktor abhängigen Streuinduktivitäten. Mit $C_{sub/2}$ sind in **Fig. 1c** parasitäre Kapazitäten bezeichnet, die aus einer kapazitiven Kopplung zwischen der Sekundärwicklung **130** und dem Halbleiterkörper resultieren.

[0006] Aufgrund parasitärer Effekte ist außerdem eine kapazitive Kopplung zwischen der Primärwicklung **140** und der Sekundärwicklung **130** vorhanden. Mit $C_{134/2}$ sind in **Fig. 1c** die hieraus resultierenden parasitären Kapazitäten bezeichnet, die jeweils zwischen einem der Anschlüsse **141_1**, **141_2** der Primärwicklung **140** und einem der Anschlüsse der Sekundärwicklung **130** vorhanden sind.

[0007] Kernlose Transformatoren der zuvor erläuterten Art werden beispielsweise in Halbbrückenschaltungen für die Übertragung eines Ansteuersignals von einer Steuerschaltung zu einem High-Side-Schalter der Halbbrückenschaltung verwendet, um den Ansteuerschaltkreis und den High-Side-Schalter potentialmäßig zu entkoppeln. Bei derartigen Schaltungsanordnungen kommt es während Schaltvorgängen der die Halbbrückenschaltung bildenden High-Side- und Low-Side-Schalter, die üblicherweise als Leistungstransistoren realisiert sind, zu elektromagnetischen Störsignalen, durch welche in den Wicklungen des Transformators Störspannungen induziert werden können. Diese Störspannungen werden durch Verschiebungsströme in den parasitären Kapazitäten zwischen Primärwicklung und Sekundärwicklung erzeugt und können unter Umständen den Pegel von zu übertragenden Nutzsignalen erreichen.

[0008] Bei herkömmlichen, hinlänglich bekannten Eisenkern-Transformatoren wird die Wirkung parasitärer Kapazitäten durch die Verwendung einer Schirmlage zwischen der Primärwicklung und der Sekundärwicklung des Transformators reduziert.

[0009] Bei sogenannten Pulstransformatoren, die für die Signalübertragung genutzt werden, werden die Primärwicklung und die Sekundärwicklung möglichst weit voneinander entfernt auf einem toroidalen Ringkern angeordnet, wodurch die parasitäre Kapazität allerdings nicht erheblich reduziert wird, da nach wie vor eine große Kapazität zwischen den Wicklungen und dem Ringkern vorhanden ist.

[0010] Für eine Signalübertragung unter Verwendung planarer kernloser Transformatoren sind differentielle Übertragungsverfahren bekannt, die eine Detektion von in die Übertragungsstrecke eingekoppelten Störsignalen ermöglichen. Derartige Verfahren sind beispielsweise in der DE 102 29 860 A1 oder der DE 102 28 543 A1 beschrieben. Diese Übertragungsverfahren sind jedoch vergleichsweise komplex.

Aufgabenstellung

[0011] Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Bauelementanordnung mit einem planaren Transformator zur Verfügung zu stellen, die bei Verwendung in einer Signalübertragungsstrecke robust gegenüber elektromagnetischen Störsignalen ist.

[0012] Dieses Ziel wird durch eine Bauelementanordnung gemäß Anspruch 1 und eine Bauelementanordnung gemäß Anspruch 10 erreicht.

[0013] Die erfindungsgemäße Bauelementanordnung umfasst gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung:

- einen Halbleiterkörper,
- eine auf eine Seite des Halbleiterkörpers aufgebraachte Dielektrikumsschicht,
- einen planaren Transformator mit einer Primärwicklung und einer Sekundärwicklung, die durch die Dielektrikumsschicht voneinander getrennt sind und die in einer vertikalen Richtung bezogen auf die eine Seite des Halbleiterkörpers beabstandet zueinander angeordnet sind,
- einen ersten planaren Wicklungsabschnitt und eine zweiten planaren Wicklungsabschnitt der Sekundärwicklung, die in der vertikalen Richtung beabstandet zueinander angeordnet sind und die elektrisch leitend miteinander verbunden sind, wobei ein erster Anschluss des ersten Wicklungsabschnittes einen ersten Anschluss der Sekundärwicklung bildet und ein erster Anschluss des zweiten Wicklungsabschnittes einen zweiten Anschluss der Sekundärwicklung bildet.

[0014] Bei der erfindungsgemäßen Bauelementanordnung führt die Aufteilung der Sekundärwicklung in einen ersten und zweiten Wicklungsabschnitt, wobei einer der beiden Wicklungsabschnitte zwischen der Primärwicklung und dem anderen der beiden Wicklungsabschnitte angeordnet ist, zu einer Reduzierung der parasitären Kapazität zwischen Primärwicklung und Sekundärwicklung und macht die erfindungsgemäße Bauelementanordnung im Vergleich zu herkömmlichen Bauelementanordnungen mit planaren Transformatoren robuster gegenüber elektromagnetischen Störungen bei Verwendung der Bauelementanordnung in einer Signalübertragungsstrecke.

[0015] Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste und zweite Wicklungsabschnitt der Sekundärwicklung jeweils mehr als eine Windung aufweisen. Ein Wicklungssinn des ersten Wicklungsabschnittes verläuft dabei vorzugsweise entgegengesetzt zu einem Wicklungssinn des zweiten Wicklungsabschnittes.

[0016] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist vorgesehen, dass der eine Wicklungsab-

schnitt der Sekundärwicklung, der zwischen dem anderen Wicklungsabschnitt und der Primärwicklung angeordnet ist, genau eine Windung aufweist, deren eines Ende durch einen Spalt von deren anderem Ende getrennt ist. Die Abmessungen dieses einen Wicklungsabschnittes in einer lateralen Richtung entsprechen dabei wenigstens annäherungsweise den Abmessungen des anderen Wicklungsabschnittes in lateraler Richtung oder den Abmessungen der Primärwicklung in lateraler Richtung.

[0017] Die Erfindung betrifft gemäß einem weiteren Aspekt eine Bauelementanordnung, die folgende Merkmale aufweist:

- einen Halbleiterkörper,
- eine auf eine Seite des Halbleiterkörpers aufgebraachte Dielektrikumsschicht,
- einen planaren Transformator mit einer Primärwicklung und einer Sekundärwicklung, die durch die Dielektrikumsschicht voneinander getrennt sind und die in einer vertikalen Richtung bezogen auf die eine Seite des Halbleiterkörpers beabstandet zueinander angeordnet sind,
- eine in der vertikalen Richtung zwischen der Primärwicklung und der Sekundärwicklung angeordnete dritte Wicklung, die genau eine Windung mit einem ersten Ende und einem zweiten Ende sowie mit einem zwischen dem ersten und zweiten Ende ausgebildeten Spalt aufweist,
- eine Anschlussverbindung, die an einen zweiten Anschluss der Sekundärwicklung angeschlossen ist und die sich in der vertikalen Richtung ausgehend von dem zweiten Anschluss bis in eine Ebene der dritten Wicklung erstreckt und die in der Ebene der Wicklung ausgehend von einer durch die Wicklung gebildeten Aussparung durch den Spalt verläuft.

[0018] Die dritte Wicklung bildet bei dieser Bauelementanordnung eine Abschirmung zwischen der Primärwicklung und der Sekundärwicklung und sorgt so für eine Reduzierung der parasitären Kapazität zwischen Primärwicklung und Sekundärwicklung, woraus eine erhöhte Robustheit der Bauelementanordnung gegenüber elektromagnetischen Störstrahlungen bei Einsatz in einer Signalübertragungsstrecke resultiert.

Ausführungsbeispiel

[0019] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand von Figuren näher erläutert.

[0020] Fig. 1 zeigt eine Bauelementanordnung mit einem Halbleiterkörper und einem Transformator in Seitenansicht im Querschnitt ([Fig. 1a](#)), in Draufsicht auf Wicklungen des Transformators ([Fig. 1b](#)) und im Ersatzschaltbild ([Fig. 1c](#)).

[0021] Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Bauelementanordnung in Seitenansicht im Querschnitt (Fig. 2a), in Draufsicht auf eine Primärwicklung eines Transformators (Fig. 2b), in Draufsicht auf Wicklungsabschnitte der Sekundärwicklung des Transformators (Fig. 2c) und im Ersatzschaltbild (Fig. 2d).

[0022] Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Bauelementanordnung in Seitenansicht im Querschnitt (Fig. 3a) und in Draufsicht auf einen Wicklungsabschnitt der Sekundärwicklung (Fig. 3b).

[0023] Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf einen Wicklungsabschnitt der Sekundärwicklung bei einer Bauelementanordnung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Bauelementanordnung.

[0024] Fig. 5 zeigt eine Bauelementanordnung gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung in Seitenansicht im Querschnitt (Fig. 5a), in Draufsicht auf eine als Abschirmung dienende Wicklung (Fig. 5b) und im Ersatzschaltbild (Fig. 5c).

[0025] In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Komponenten und deren Teile mit gleicher Bedeutung.

[0026] Die erfindungsgemäße Bauelementanordnung umfasst Bezug nehmend auf Fig. 2a einen Halbleiterkörper 10 und eine auf den Halbleiterkörper 10 aufgebrachte Dielektrikumsschicht 20, die eine Primärwicklung 40 und eine Sekundärwicklung 30 eines planaren Transformators potentialmäßig voneinander trennt. Die Seite des Halbleiterkörpers 10, auf welche die Dielektrikumsschicht 20 aufgebracht ist, ist beispielsweise dessen Vorderseite, an welcher in dem Halbleiterkörper 10 integrierte, nicht näher dargestellte Schaltungskomponenten kontaktierbar sind. Die Sekundärwicklung 30 ist beispielsweise an diese in dem Halbleiterkörper 10 integrierte Schaltungskomponenten angeschlossen.

[0027] Die Sekundärwicklung 30 der Bauelementanordnung umfasst zwei Wicklungsabschnitte, nämlich einen ersten Wicklungsabschnitt 31 und einen in einer vertikalen Richtung des Halbleiterkörpers 10 und der Dielektrikumsschicht 20 beabstandet zu dem ersten Wicklungsabschnitt 31 angeordneten zweiten Wicklungsabschnitt 32. Der zweite Wicklungsabschnitt 32 ist dabei in der vertikalen Richtung zwischen dem ersten Wicklungsabschnitt 31 der Sekundärwicklung 30 und der Primärwicklung 40 in der Dielektrikumsschicht 20 angeordnet. Die Dielektrikumsschicht 20 besteht beispielsweise aus einem Halbleiteroxid, insbesondere Siliziumoxid. Selbstverständlich sind jedoch auch beliebige weitere elektrisch isolierende Schichten als Dielektrikumsschicht

20 einsetzbar.

[0028] Der erste Wicklungsabschnitt 31 befindet sich in dem dargestellten Beispiel unmittelbar benachbart zu dem Halbleiterkörper 10, wobei die einzelnen Windungen jedoch gegenüber dem Halbleiterkörper 10 isoliert angeordnet sind. Eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der Sekundärspule 30 und Schaltungskomponenten des Halbleiterkörpers 10 erfolgt – sofern gewünscht – in nicht näher dargestellter Weise über Anschlüsse 34, 36 der Sekundärwicklung.

[0029] Die Primärwicklung 40 und die beiden Wicklungsabschnitte 31, 32 der Sekundärwicklung umfassen jeweils mehrere, spiralförmig in einer Ebene angeordnete Windungen, wie in den Fig. 2b und Fig. 2c dargestellt ist, die Querschnitte durch die Primärwicklung 40 in einer ersten Schnittebene A-A, durch den ersten Wicklungsabschnitt 31 der Sekundärwicklung 30 in einer zweiten Schnittebene B-B und einen Querschnitt durch den zweiten Wicklungsabschnitt 32 in einer dritten Schnittebene C-C zeigen. Diese Schnittebenen A-A, B-B, C-C verlaufen parallel zu der Seite des Halbleiterkörpers 10, auf welche die Dielektrikumsschicht 20 aufgebracht ist.

[0030] Die Primärwicklung 40 weist ein erstes und ein zweites Ende 41, 42 auf, die jeweils Anschlüsse dieser Primärwicklung 40 bilden. Entsprechend weisen der erste planare Wicklungsabschnitt 31 und der zweite planare Wicklungsabschnitt 32 der Sekundärwicklung jeweils erste Enden 34, 36, die erste Anschlüsse dieser beiden Wicklungsabschnitte 31, 32 bilden, und jeweils zweite Enden 35, 37, die zweite Anschlüsse der beiden Wicklungsabschnitte 31, 32 bilden, auf. Die ersten Anschlüsse 34, 36 der ersten und zweiten Wicklungsabschnitte 31, 32 bilden Anschlüsse der Sekundärwicklung 30, an denen eine in der Sekundärwicklung 30 durch die Primärwicklung 40 induzierte Spannung abgreifbar ist. Die Anschlüsse der Sekundärwicklung 30 sind jeweils durch die "äußeren" Anschlüsse 34, 36, also die in lateraler Richtung außen an den spiralförmigen Wicklungsabschnitten 31, 32 liegenden Anschlüsse 34, 36, gebildet. Die "inneren" Anschlüsse 35, 37 der Wicklungsabschnitte 31, 32 sind durch eine elektrisch leitende Verbindung 33, die abschnittsweise in vertikaler Richtung zwischen einer Ebene, in der der erste Wicklungsabschnitt 31 ausgebildet ist, und einer Ebene, in der der zweite Wicklungsabschnitt 32 ausgebildet ist, verläuft.

[0031] Diese Ebenen, in denen der erste und zweite Wicklungsabschnitt 31, 32 der Sekundärwicklung 30 und auch die Primärwicklung 40 ausgebildet sind, sind vorzugsweise sogenannte Verdrahtungsebenen in der Dielektrikumsschicht 20. Diese Verdrahtungsebenen entstehen in hinlänglich bekannter Weise dadurch, dass aufeinanderfolgend mehrere Teilschicht-

ten der Dielektrikumsschicht **20** übereinander abgedeckt werden, wobei in jede dieser Teilschichten mittels hinlänglich bekannter Masken- und Ätzprozesse Aussparungen erzeugt werden können, die vor dem Abscheiden der nächsten Teilschicht mit einem elektrisch leitenden Material aufgefüllt werden. Die Strukturen aus dem elektrisch leitendem Material bilden beispielsweise Verdrahtungen für in dem Halbleiterkörper **10** angeordnete Bauelemente, wobei Verdrahtungen in einzelnen Ebenen mittels senkrecht verlaufender Verbindungen, sogenannter Vias miteinander verbunden werden können. Die dargestellten spiralförmigen Wicklungen bzw. Wicklungsabschnitte können durch eine spiralförmige Strukturierung der einzelnen Maskenschichten erzeugt werden, wobei die Wicklungen über Vias an den Halbleiterkörper **10** anschließbar sind.

[0032] [Fig. 2d](#) zeigt das elektrische Ersatzschaltbild der zuvor erläuterten Bauelementanordnung. In dem Ersatzschaltbild sind die Anschlüsse, die den Anschlüssen der Wicklungen bzw. Wicklungsabschnitte **31**, **32**, **40** in den [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) entsprechen, mit entsprechenden Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0033] C40 in dem Ersatzschaltbild bezeichnet die Kapazität der Primärwicklung, die zwischen den Anschlüssen **41**, **42** der Primärwicklung wirksam ist. R40 bezeichnet den ohmschen Widerstand der Primärwicklung **40**, (1-k)-L40 bezeichnet den Induktivitätswert einer aus der Induktivität L40 der Primärwicklung resultierenden Streuinduktivität, und k-L40 bezeichnet den Induktivitätswert des an der magnetischen Kopplung beteiligten Anteils der Induktivität L40 der Primärwicklung. Ohmscher Widerstand R40, Streuinduktivität (1-k)-L40 und Koppelinduktivität k-L40 bilden eine Reihenschaltung zwischen den Anschlüssen **41**, **42**, die parallel zu der Wicklungskapazität C40 liegt. C31 bezeichnet in dem Ersatzschaltbild die Kapazität des ersten Wicklungsabschnittes **31** der Sekundärwicklung, R31 und L31 bezeichnen den ohmschen Widerstand sowie die Induktivität dieses ersten Wicklungsabschnittes **31**, die eine Reihenschaltung parallel zu der Kapazität C31 bilden. Entsprechend bezeichnet C32 die Kapazität des zweiten Wicklungsabschnittes **32** der Sekundärwicklung **30**, und R32 und L32 bezeichnen den ohmschen Widerstand und die Induktivität dieses zweiten Wicklungsabschnittes, die eine Reihenschaltung parallel zu der Kapazität C32 bilden. Mit C3132 ist die Gesamt-Eingangskapazität zwischen den Anschlüssen **34**, **36** der Sekundärwicklung **30** bezeichnet, die bedingt durch den in vertikaler Richtung geringen Abstand der Wicklungsabschnitte **31**, **32** zueinander wesentlich größer ist als die Einzelkapazitäten C31, C32 der Wicklungsabschnitte **31**, **32**.

[0034] Mit Csub/2 sind in [Fig. 2d](#) Kapazitäten zwischen den Wicklungsabschnitten **31**, **32** der Sekundärwicklung und dem Halbleiterkörper **10** bzw. Halb-

leiterssubstrat bezeichnet. C4032/2 bezeichnet parasitäre Kapazitäten zwischen einem **42** der Anschlüsse **41**, **42** der Primärwicklung und einem Anschluss **34** der Sekundärwicklung sowie zwischen dem anderen **41** der Anschlüsse **41**, **42** der Primärwicklung und der Verbindung **33** der Wicklungsabschnitte **31**, **32**. Der erste Anschluss **34** der Sekundärwicklung ist vorzugsweise an ein Bezugspotential des Halbleiterkörpers **10** angeschlossen, beispielsweise das Bezugspotential, auf welchem eine dem Dielektrikum abgewandte Rückseite des Halbleiterkörpers liegt, was in [Fig. 2a](#) schematisch dargestellt ist.

[0035] Eine Koppelkapazität zwischen einem der Anschlüsse **41**, **42** der Primärwicklung **40** und dem Anschluss **36** der Sekundärwicklung **30** ist wegen der abschirmenden Wirkung des zweiten Wicklungsabschnittes **32** praktisch vernachlässigbar und ist deshalb im Ersatzschaltbild nicht eingezeichnet. Der zwischen dem Anschluss **42** der Primärwicklung **40** und dem Anschluss **34** der Sekundärwicklung wirksame Anteil der Koppelkapazität C4032/2 bleibt ohne Auswirkung auf die Signalübertragung, wenn der Anschluss **34** der Sekundärwicklung mit einem Bezugspotential verbunden ist, wovon in dem Ersatzschaltbild ausgegangen ist. Elektromagnetische Störungen, die über den zwischen den Anschlüssen **41** und **33** wirksamen Anteil der Koppelkapazität C4032/2 eingekoppelt werden, werden nur an dem Widerstandsanteil des zweiten Wicklungsabschnittes R32 und dem induktiven Anteil L32 wirksam.

[0036] [Fig. 3a](#) zeigt in Seitenansicht im Querschnitt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Bauelementanordnung, bei der der zweite Wicklungsabschnitt **32**, der in einer Verdrahtungsebene zwischen dem ersten Wicklungsabschnitt **31** der Sekundärspule **30** und der Primärwicklung **40** angeordnet ist, genau eine Windung aufweist. Eine Draufsicht auf diesen zweiten Wicklungsabschnitt **32** in der Schnittebene C-C ist in [Fig. 3b](#) gezeigt.

[0037] Bezug nehmend auf [Fig. 3b](#) weist die eine Windung ein erstes Ende **321** und ein zweites Ende **322** auf, die in der Verdrahtungsebene, in der der zweite Wicklungsabschnitt **32** ausgebildet ist, durch einen Spalt **323** voneinander getrennt sind. Dieser Spalt ist durch Material der Dielektrikumsschicht **20** ausgefüllt.

[0038] Bei dem in [Fig. 3b](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ist die leitende Verbindung **33** zu dem ersten Wicklungsabschnitt **31** an das erste Ende **321** des zweiten Wicklungsabschnittes **32** angeschlossen, während der erste Anschluss **36** des zweiten Wicklungsabschnittes **32** an das zweite Ende **322** des zweiten Wicklungsabschnittes **32** angeschlossen ist bzw. durch diesen gebildet ist.

[0039] Die Abmessungen des eine Windung aufwei-

senden zweiten Wicklungsabschnittes **32** in lateraler Richtung sind so gewählt, dass sie wenigstens annähernd den Abmessungen des mehrere Windungen aufweisenden ersten Wicklungsabschnittes **31** entsprechen, so dass der zweite Wicklungsabschnitt **32** den ersten Wicklungsabschnitt **31** der Sekundärwicklung **30** gegen die Primärwicklung **40** abschirmt.

[0040] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel, das in **Fig. 4** dargestellt ist, ist die elektrisch leitende Verbindung **33** an dasselbe Ende des zweiten Wicklungsabschnittes **32** angeschlossen, der den ersten Anschluss **36** des zweiten Wicklungsabschnittes **32** bildet. Bei diesem Ausführungsbeispiel liegt der gesamte zweite Wicklungsabschnitt **32** auf demselben Potential, auf dem der zweite Anschluss **35** des ersten Wicklungsabschnittes **31** liegt. Der zweite Wicklungsabschnitt **32** trägt bei diesem Ausführungsbeispiel im Wesentlichen nicht zur induktiven Kopplung zwischen Primärspule **40** und Sekundärspule **30** bei, sondern dient im Wesentlichen als Abschirmung zwischen der Primärwicklung **40** und dem ersten, mehrere Windungen aufweisenden ersten Wicklungsabschnitt **31** der Sekundärwicklung **30**.

[0041] **Fig. 5** zeigt eine weitere Bauelementanordnung mit einem Halbleiterkörper **210** und einem Transformator, dessen Primärwicklung **240** und Sekundärwicklung **230** durch eine auf den Halbleiterkörper **210** aufgebrachte Dielektrikumsschicht **220** voneinander getrennt sind. Die Primärwicklung **240** und die Sekundärwicklung **230** sind dabei beispielsweise in Verdrahtungsebenen der Dielektrikumsschicht **220** angeordnet.

[0042] Zwischen der Primärwicklung **240** und der Sekundärwicklung **230** ist in der Dielektrikumsschicht, beispielsweise in einer weiteren Verdrahtungsebene, eine dritte planare Wicklung **250** angeordnet, die nur eine Windung umfasst, wobei ein erstes Ende **251** und ein zweites Ende **252** dieser Windung durch einen Spalt **253** getrennt sind, der durch Material der Dielektrikumsschicht **220** ausgefüllt ist. Diese dritte Wicklung **250** wird im Leerlauf betrieben, d. h. deren Enden **251**, **252** sind nicht angeschlossen. Die dritte Wicklung **250** befindet sich entweder auf einem freischwebenden (floating) Potential oder ist an ein Bezugspotential angeschlossen, beispielsweise das Bezugspotential, an welches auch der darunter liegende Halbleiterkörper **210** angeschlossen ist. Dies ist üblicherweise das Bezugspotential, an welches auch die der Dielektrikumsschicht **220** abgewandte Rückseite des Halbleiterkörpers **210** angeschlossen ist.

[0043] Die Geometrie der Primärwicklung **240** in Draufsicht entspricht beispielsweise der Geometrie der Primärwicklung **40** gemäß **Fig. 2b**, und die Geometrie der Sekundärwicklung **230** entspricht in Draufsicht beispielsweise der Geometrie des zweiten

Wicklungsabschnittes **32** gemäß **Fig. 2c**. Die Sekundärwicklung **230** weist einen ersten Anschluss **234** und einen zweiten Anschluss **235** auf, wobei der erste Anschluss **234** den äußeren Anschluss der spiralförmig verlaufenden planaren Sekundärwicklung **230** und der zweite Anschluss **235** den inneren Anschluss der spiralförmig verlaufenden Sekundärwicklung **230** bildet. An den zweiten Anschluss **235** ist eine elektrisch leitende Verbindung **233** angeschlossen, die sich abschnittsweise ausgehend von der Ebene, in der die Sekundärwicklung **230** angeordnet ist, bis in eine durch die Windung der dritten Wicklung **250** gebildete Aussparung **254** in der Ebene erstreckt, in der die dritte Wicklung **250** angeordnet ist. Ausgehend von dieser Aussparung **254** verläuft die elektrisch leitende Verbindung **233** in dieser Ebene der dritten Wicklung **250** und erstreckt sich durch den Spalt **253** zwischen dem ersten und zweiten Ende **251**, **252** der dritten Wicklung **250**. Die Sekundärwicklung **230** ist über deren äußeren ersten Anschluss **234** und das dem zweiten Anschluss **235** abgewandte Ende **236** der elektrisch leitenden Verbindung **233** kontaktierbar, wobei der zweite Anschluss **235** über die elektrisch leitende Verbindung **233**, die abschnittsweise in der Verdrahtungsebene der dritten Wicklung **250** verläuft, aus dem Inneren der spiralförmigen Sekundärwicklung "herausgeführt" ist. Der erste und zweite Anschluss der planaren Sekundärwicklung **230** sind auf diese Weise beide von Außen, nämlich in lateraler Richtung neben der Sekundärwicklung kontaktierbar.

[0044] **Fig. 5c** zeigt das elektrische Ersatzschaltbild der zuvor anhand der **Fig. 5a** und **Fig. 5b** erläuterten Bauelementanordnung.

[0045] Mit C240 und C230 sind in diesem Ersatzschaltbild die Kapazitäten der Primärwicklung C240 und der Sekundärwicklung **230** bezeichnet. R240 und R230 bezeichnen die ohmschen Widerstände der Primärwicklung **240** und der Sekundärwicklung **230**. L240 und L230 bezeichnen die Induktivitäten der Primärwicklung **240** und der Sekundärwicklung **230**, wobei $k \cdot L240$ bzw. $k \cdot L230$ die aus diesen Induktivitäten resultierenden Kopplungsinduktivitäten und $(1-k) \cdot L240$ bzw. $(1-k) \cdot L230$ die jeweiligen Streuinduktivitäten bezeichnen. Der ohmsche Widerstand R240, R230 sowie die Streu- und Koppelinduktivitäten bilden jeweils eine Reihenschaltung, die parallel zur jeweiligen Kapazität C240, C230 der Wicklungen **240**, **230** liegt. Mit $C_{sub/2}$ sind in **Fig. 5c** die Kapazitäten zwischen der Sekundärwicklung und dem Halbleitersubstrat **210** bezeichnet.

[0046] Vorzugsweise sind unter den Wicklungen **230**, **240** in dem Halbleiterkörper **210** keine weiteren Bauelemente realisiert. In diesem Fall besteht der Halbleiterkörper **210** unterhalb der Wicklungen **230**, **240** durchgehend nur aus Material eines Leitungstyp, beispielsweise aus p-leitendem Halbleitermaterial.

Der Halbleiterkörper **210** stellt dann eine leitende Verbindung dar zwischen den parasitären Substratkapazitäten $C_{sub/2}$ und der Rückseite des Halbleiterkörpers **210**, die üblicherweise auf einem Bezugspotential liegt. Dieses Bezugspotential ist in [Fig. 5a](#) und in dem Ersatzschaltbild in [Fig. 5c](#) mit GND bezeichnet.

[0047] Wie dem Ersatzschaltbild zu entnehmen ist, besteht dank der dritten Wicklung **250** keine kapazitive Kopplung zwischen den Anschlüssen **241, 242** der Primärwicklung und den Anschlüssen **234, 236** der Sekundärwicklung. In dem Ersatzschaltbild wird angenommen, dass die dritte Wicklung **250** an ein Bezugspotential GND2 angeschlossen ist, so dass bei dieser Bauelementanordnung lediglich parasitäre Kapazitäten, die mit $C_{s/2}$ bezeichnet sind, zwischen den ersten und zweiten Anschlüssen **241, 242** der Primärwicklung **240** und diesem Bezugspotential bestehen. Dieses Bezugspotential GND2 kann dem Bezugspotential GND entsprechen, an welches auch die parasitären Substratkapazitäten $C_{sub/2}$ angeschlossen sind. Diese Bezugspotentiale GND, GND2 können sich allerdings auch unterscheiden. So kann zwischen diesen beiden Bezugspotentialen GND, GND2 eine Gleichspannungsquelle angeordnet sein, oder ein Kondensator, dessen Kapazität sehr groß gegenüber den Kapazitäten $C_{sub/2}$ ist.

Bezugszeichenliste

10	Halbleiterkörper, Halbleitersubstrat
110	Halbleiterkörper, Halbleitersubstrat
120	Dielektrikumsschicht, Isolations-schicht
130	Sekundärwicklung
130_1, 130_2	Anschlüsse der Sekundärwicklung
140	Primärwicklung
141/1, 141/2	Anschlüsse der Primärwicklung
20	Dielektrikumsschicht, Isolations-schicht
210	Halbleiterkörper, Halbleitersubstrat
220	Dielektrikumsschicht, Isolations-schicht
230	Sekundärwicklung
233	elektrisch leitende Verbindung
234, 235	Anschlüsse der Sekundärwicklung
236	Anschluss der elektrisch leitenden Verbindung
240	Primärwicklung
241, 242	Anschlüsse der Primärwicklung
250	dritte Wicklung
251, 252	Enden der dritten Wicklung
253	Spalt zwischen Enden der dritten Wicklung
30	Sekundärwicklung
31	erster Wicklungsabschnitt der Sekundärwicklung
32	zweiter Wicklungsabschnitt der Sekundärwick

321, 322	lung Enden des zweiten Wicklungsabschnittes mit nur einer Windung
323	Spalt zwischen Enden des zweiten Wicklungsabschnittes
33	elektrisch leitende Verbindung
34, 35	Anschlüsse des ersten Wicklungsabschnittes
36, 37	Anschlüsse des zweiten Wicklungsabschnittes
40	Primärwicklung
41, 42	Anschlüsse der Primärwicklung
C134	parasitäre Kapazität zwischen Anschlüssen der Primär- und Sekundärwicklung
C240, C230	parasitäre Kapazitäten der Primär- und Sekundärwicklung
C31, C32	parasitäre Kapazitäten der ersten und zweiten Wicklungsabschnitte
C3132	Kapazität der Sekundärwicklung
C40	parasitäre Kapazität der Primärwicklung
C4032	parasitäre Kopplungskapazität
Cs	parasitäre Kopplungskapazität zwischen Primärwicklung und dritter Wicklung
Csub	parasitäre Kapazität zwischen Sekundärwicklung und Halbleitersubstrat
GND, GND2	Bezugspotentiale
k	Kopplungsfaktor
L140, L130	Induktivitäten der Primär- und Sekundärwicklung
L240, L230	Induktivitäten der Primär- und Sekundärwicklung
L31, L32	Induktivitäten der ersten und zweiten Wicklungsabschnitte
L40	Induktivität der Primärwicklung
R140, R130	parasitäre ohmsche Widerstände der Primär- und Sekundärwicklung
R240, R230	parasitäre ohmsche Widerstände der Primär- und Sekundärwicklung
R31, R32	parasitäre ohmsche Widerstände der ersten und zweiten Wicklungsabschnitte
R40	parasitärer ohmscher Widerstand der Primärwicklung

Patentansprüche

1. Bauelementanordnung, die folgende Merkmale aufweist:

- einen Halbleiterkörper (10),
 - eine auf eine Seite des Halbleiterkörpers (10) aufgebraute Dielektrikumsschicht (20),
 - einen planaren Transformator mit einer Primärwicklung (40) und einer Sekundärwicklung (30), die durch die Dielektrikumsschicht (20) voneinander getrennt sind und die in einer vertikalen Richtung bezogen auf die eine Seite des Halbleiterkörpers beabstandet zueinander angeordnet sind,
- gekennzeichnet, durch:
- einen ersten planaren Wicklungsabschnitt (31) und einen zweiten planaren Wicklungsabschnitt (32) der Sekundärwicklung (30), die in der vertikalen Richtung beabstandet zueinander angeordnet sind und die elektrisch leitend miteinander verbunden sind, wobei ein erster Anschluss (34) des ersten Wicklungsabschnittes (31) einen ersten Anschluss der Sekundärwicklung bildet und ein erster Anschluss (36) des zweiten Wicklungsabschnittes (32) einen zweiten Anschluss der Sekundärwicklung bildet.

2. Bauelementanordnung nach Anspruch 1, bei der der erste Wicklungsabschnitt (31) der Sekundärwicklung (30) in einer ersten Verdrahtungsebene, der zweite Wicklungsabschnitt (32) der Sekundärwicklung (30) in einer zweiten Verdrahtungsebene und die Primärwicklung (40) in einer dritten Verdrahtungsebene der Dielektrikumsschicht (20) angeordnet sind, wobei der erste und zweite Wicklungsabschnitt (31, 32) mittels einer sich in der vertikalen Richtung zwischen der ersten und zweiten Verdrahtungsebene erstreckenden elektrisch leitenden Verbindung (33) miteinander verbunden sind.

3. Bauelementanordnung nach Anspruch 1 oder 2, bei der der erste und zweite Wicklungsabschnitt (31, 32) jeweils mehr als eine Windung aufweisen.

4. Bauelementanordnung nach Anspruch 3, bei der ein zweiter Anschluss (35) des ersten Wicklungsabschnittes (31) an einen zweiten Anschluss (37) des zweiten Wicklungsabschnittes (32) angeschlossen ist.

5. Bauelementanordnung nach Anspruch 3 oder 4, bei der ein Wicklungssinn des ersten Wicklungsabschnittes (31) entgegengesetzt zu einem Wicklungssinn des zweiten Wicklungsabschnittes (32) verläuft.

6. Bauelementanordnung nach Anspruch 1 oder 2, bei der der erste Wicklungsabschnitt (31) mehr als eine Windung aufweist und bei der der zweite Wicklungsabschnitt genau eine Windung aufweist, deren eines Ende (321) durch einen Spalt (323) von deren anderem Ende (322) getrennt ist.

7. Bauelementanordnung nach Anspruch 6, bei der der zweite Anschluss (35) des ersten Wicklungsabschnittes (31) an das erste Ende (321) des zweiten Wicklungsabschnittes (32) angeschlossen ist und bei der das zweite Ende (322) den ersten Anschluss (36) des zweiten Wicklungsabschnittes (32) bildet.

8. Bauelementanordnung nach Anspruch 6, bei der der zweite Anschluss (35) des ersten Wicklungsabschnittes (31) an das erste Ende (321) des zweiten Wicklungsabschnittes (32) angeschlossen ist und bei der das erste Ende (321) den ersten Anschluss (36) des zweiten Wicklungsabschnittes (32) bildet.

9. Bauelementanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei der die Abmessungen des zweiten Wicklungsabschnittes (32) in einer lateralen Richtung wenigstens annäherungsweise den Abmessungen des ersten Wicklungsabschnittes (31) und/oder der Primärwicklung (240) entsprechen.

10. Bauelementanordnung, die folgende Merkmale aufweist:

- einen Halbleiterkörper (210),
 - eine auf eine Seite des Halbleiterkörpers (210) aufgebraute Dielektrikumsschicht (220),
 - einen planaren Transformator mit einer Primärwicklung (240) und einer Sekundärwicklung (230), die durch die Dielektrikumsschicht (220) voneinander getrennt sind und die in einer vertikalen Richtung bezogen auf die eine Seite des Halbleiterkörpers beabstandet zueinander angeordnet sind,
- gekennzeichnet, durch
- eine in der vertikalen Richtung zwischen der Primärwicklung (240) und der Sekundärwicklung (230) angeordnete dritte Wicklung (250), die genau eine Windung mit einem ersten Ende (251) und einem zweiten Ende (252) sowie einem zwischen dem ersten und zweiten Ende (251, 252) ausgebildeten Spalt (253) aufweist,
 - eine Anschlussverbindung (233), die an einen zweiten Anschluss (235) der Sekundärwicklung (230) angeschlossen ist, die sich in der vertikalen Richtung ausgehend von dem zweiten Anschluss (235) bis in eine Ebene der dritten Wicklung (250) erstreckt und die in der Ebene der dritten Wicklung ausgehend von einer durch die Wicklung gebildeten Aussparung (254) durch den Spalt (253) verläuft.

11. Bauelementanordnung nach Anspruch 10, bei der die Abmessungen der dritten Wicklung (250) in einer lateralen Richtung wenigstens annäherungsweise den Abmessungen der Sekundärwicklung (230) und/oder der Primärwicklung (240) entsprechen.

12. Bauelementanordnung nach Anspruch 10 oder 11, bei der die Sekundärwicklung (230) in einer ersten Verdrahtungsebene, die dritte Wicklung (250) in einer zweiten Verdrahtungsebene und die Primär-

wicklung (**240**) in einer dritten Verdrahtungsebene der Dielektrikumsschicht (**220**) angeordnet sind.

13. Bauelementanordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, bei der die dritte Wicklung (**250**) an einen Anschluss für ein Bezugspotential des Halbleiterkörpers (**210**) angeschlossen ist.

14. Bauelementanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der Wicklungen (**30, 40; 230, 240, 250**) aus einem Metall bestehen.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG 1a Stand der Technik

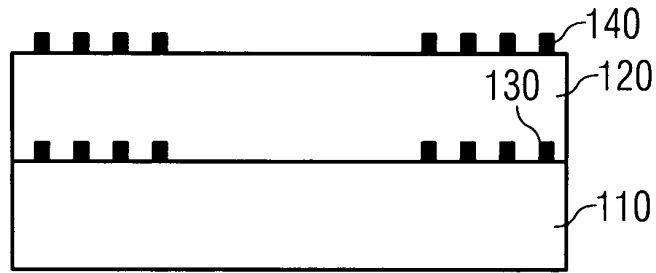


FIG 1b Stand der Technik

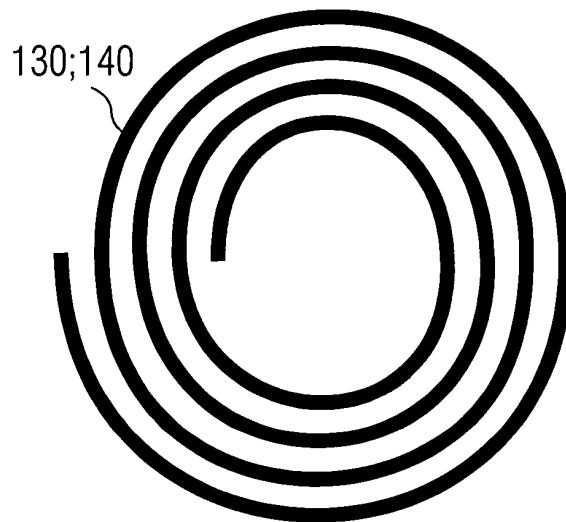
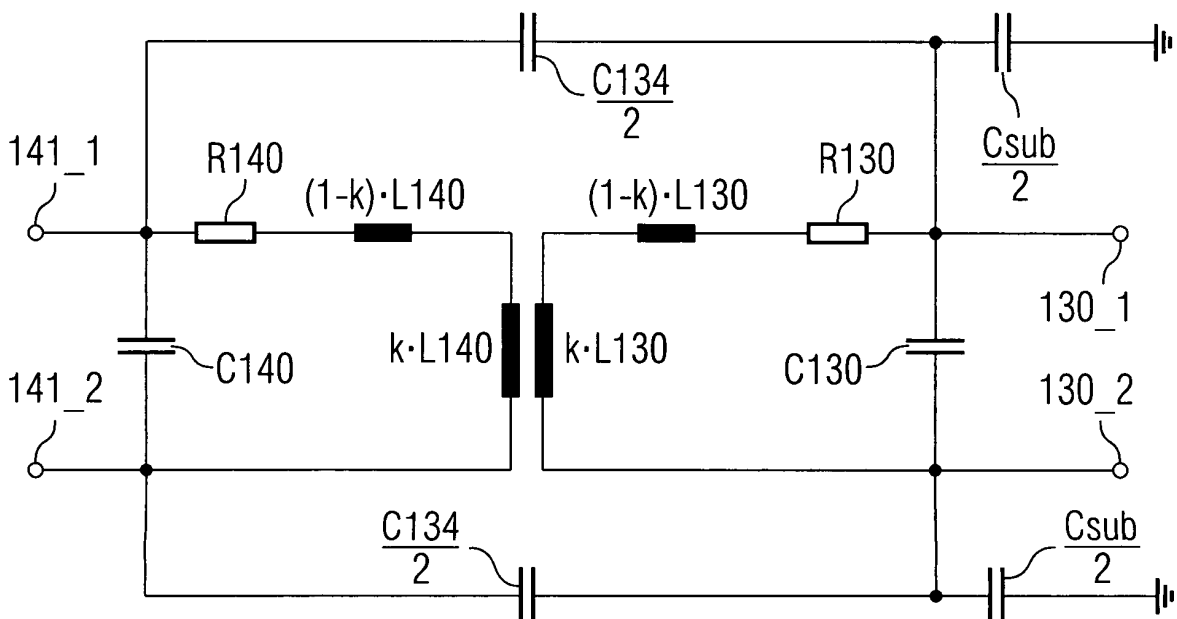


FIG 1c Stand der Technik



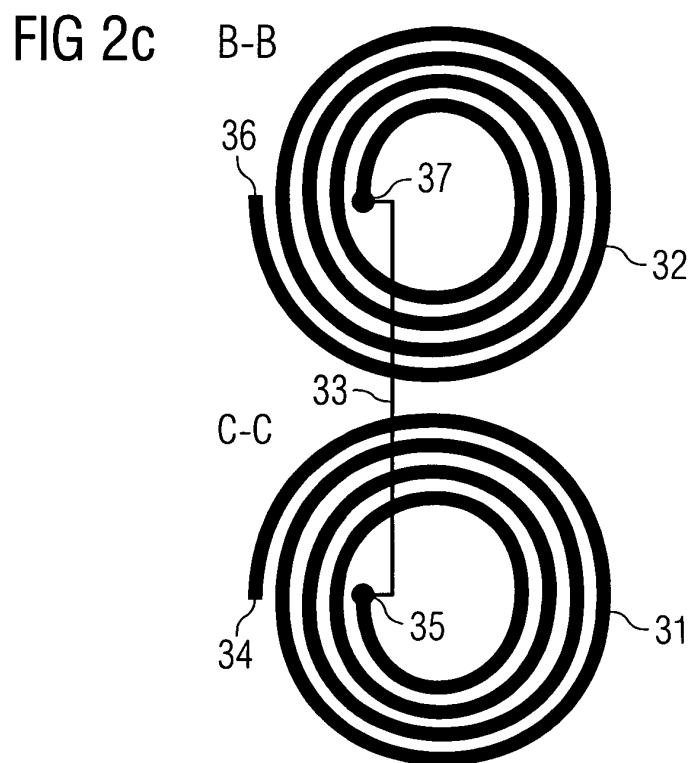
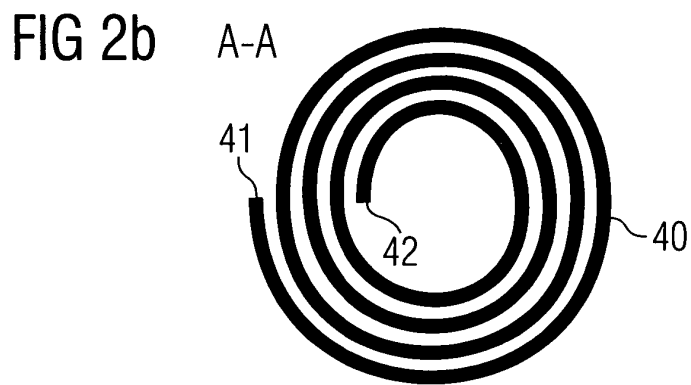
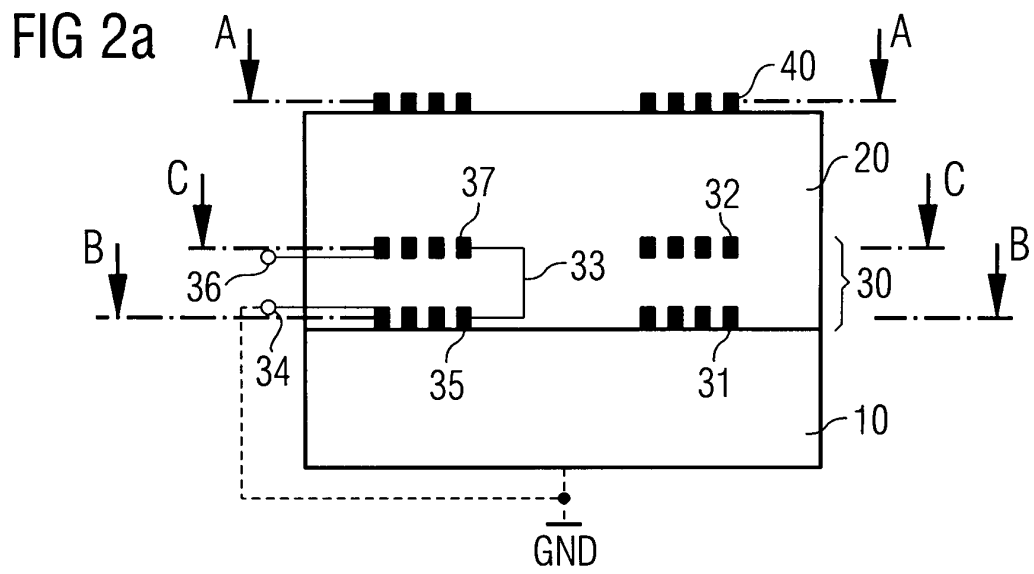


FIG 2d

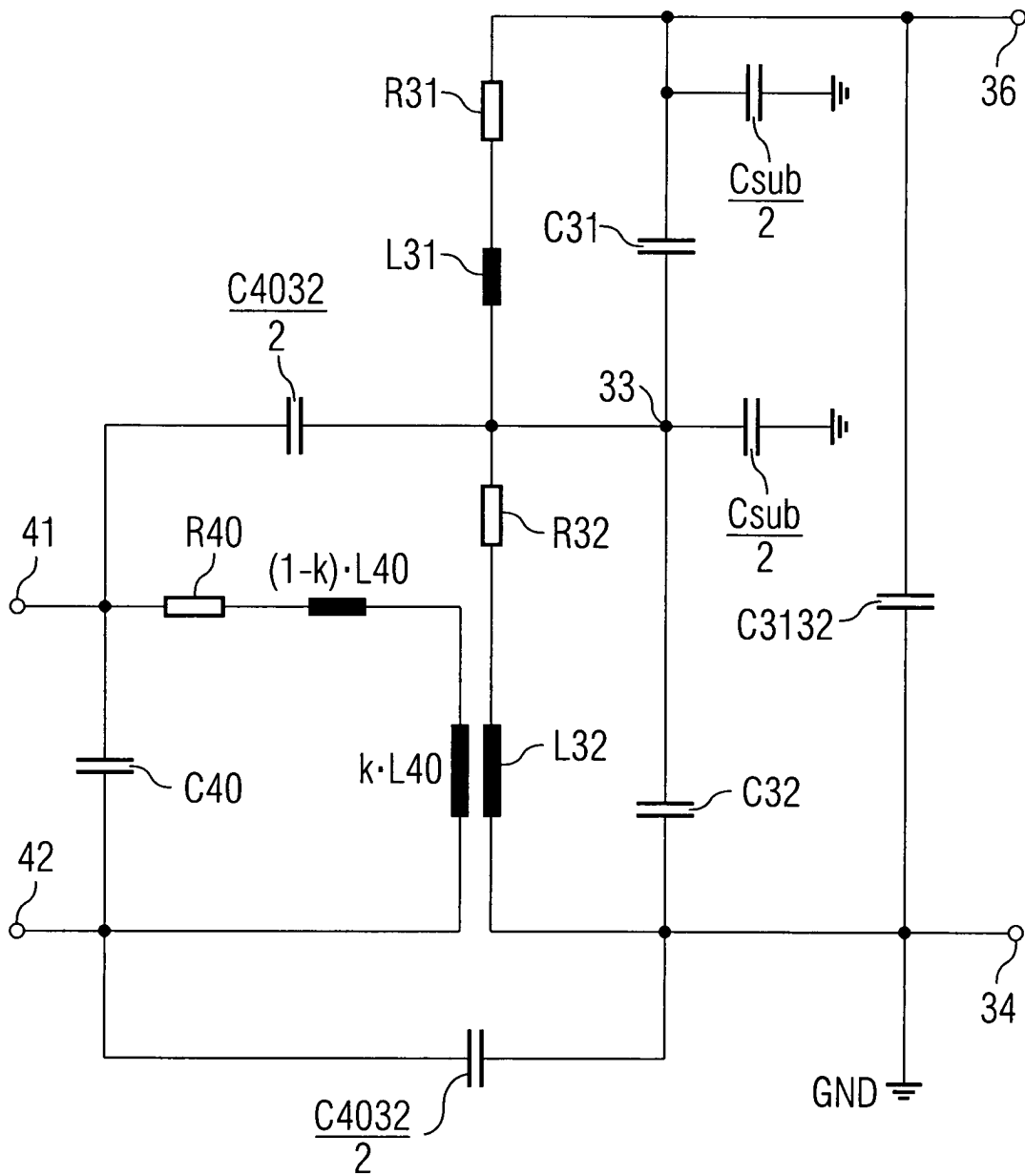


FIG 3a

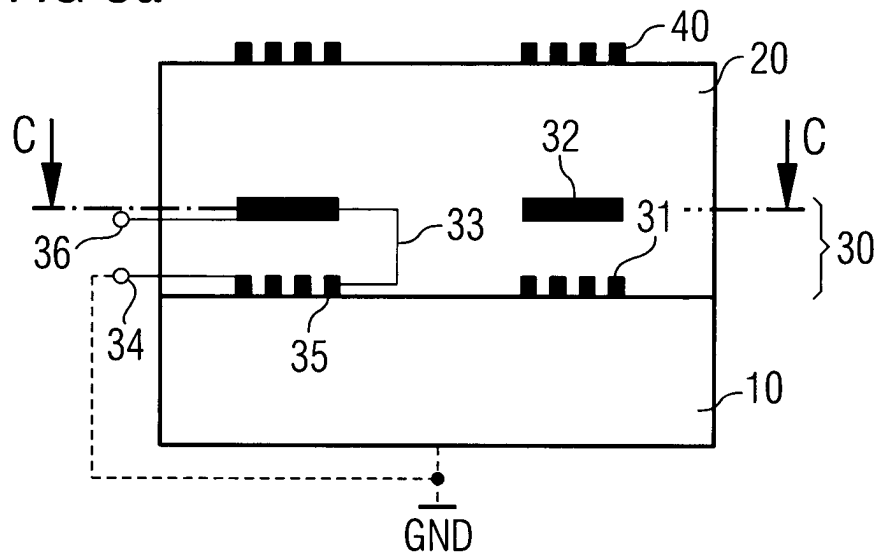


FIG 3b C-C

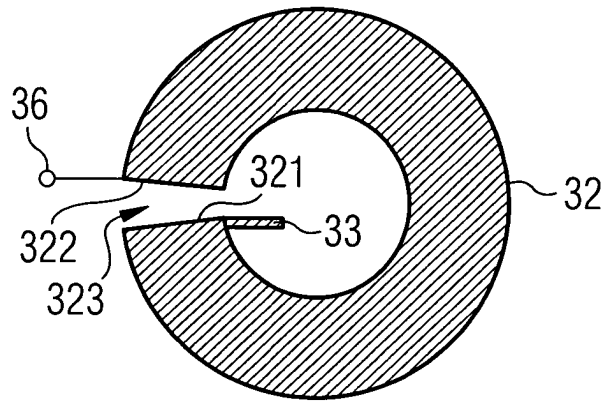


FIG 4

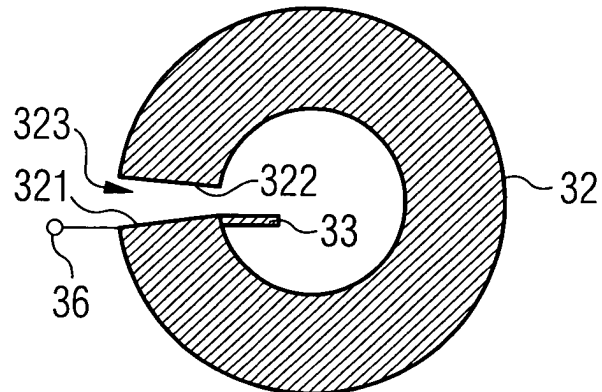


FIG 5a

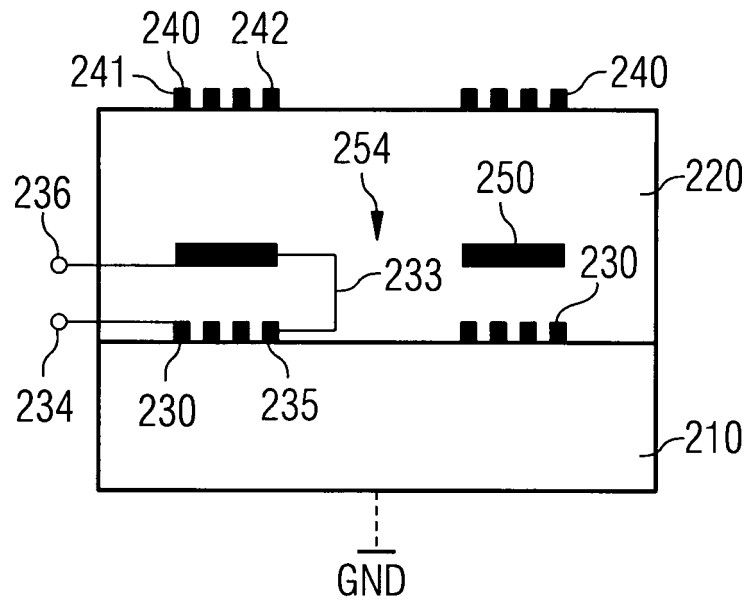


FIG 5b

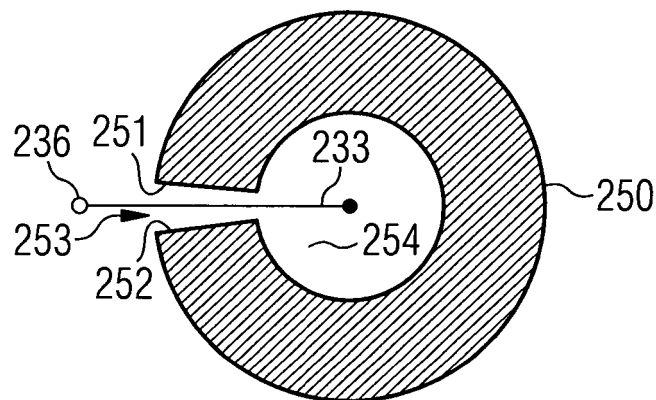


FIG 5c

