



(10) **DE 199 63 290 B4** 2011.07.21

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 63 290.1**
(22) Anmeldetag: **27.12.1999**
(43) Offenlegungstag: **28.06.2001**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.07.2011**

(51) Int Cl.: **H05K 1/16** (2006.01)
H01L 49/02 (2006.01)
H05K 3/46 (2006.01)
H01F 41/04 (2006.01)
H01F 21/12 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Tridonic GmbH & Co KG, Dornbirn, AT

(74) Vertreter:
**Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331, München, DE**

(72) Erfinder:
Ludorf, Werner, Dr., Horbranz, AT

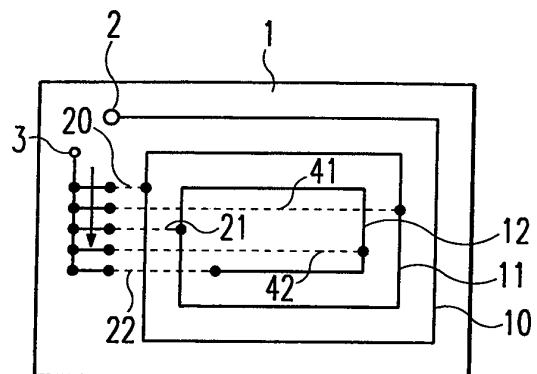
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	42 12 808	A1
DE	39 41 323	A1
US	54 61 353	A
US	52 39 289	A
US	40 21 705	A
US	4 98 959	A

JP 61-2 56 611 A (Abstract)

(54) Bezeichnung: **Planare Induktivität**

(57) Hauptanspruch: Planare Induktivität mit zwei Endanschlüssen (2, 3) und mehreren Windungen (10–12) in Form von gedruckten Leiterbahnen auf mindestens einer Trägerplatte (1), wobei mindestens zwei Windungen (10–12) mit dem gleichen Endanschluß (3) über separate durchtrennbare Anzapfungs-Leiterbahnen (20–22) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß eine Windung (11, 12) über mehrere Anzapfungs-Leiterbahnen (21, 22, 41, 42) von unterschiedlichen Positionen aus mit dem Endanschluß (3) verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine planare Induktivität nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Im Rahmen der Bemühungen, elektronische Schaltungen immer kleiner und platzsparender zu gestalten, haben gedruckte Schaltkreise sowie Mehrlagenschaltungen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung erlangt. In der Dickschichttechnologie werden Gold-, Silberlegierungs- oder Kupferpasten im Siebdruck auf eine Leiterplatte aufgebracht und anschließend zu Leiterbahnen eingebrannt. Die sog. LTCC-(Low Temperatur Cofired Ceramic)-Technik stellt eine Weiterentwicklung der herkömmlichen Dickschichttechnologie dar. Dabei werden Leiterbahn-Muster auf niedrig sinternde grüne Keramikfolien aufgebracht und anschließend mehrere Keramikfolien übereinander angeordnet, laminiert und schließlich gemeinsam gebrannt.

[0003] In solchen Mehrlagenschaltungen können neben den üblichen Leiterbahnen auch Widerstände, Kapazitäten und Induktivitäten realisiert werden. Insbesondere durch die Verwendung sog. planarer Induktivitäten anstelle von herkömmlichen gewickelten Induktivitäten kann ein großer Raumgewinn erzielt werden. Dabei können solche planaren Induktivitäten auf unterschiedliche Weise gebildet werden. Eine sehr einfache Möglichkeit besteht beispielsweise darin, ein spiralen-artiges Leiterbahn-Muster auf eine Leiterplatten aufzudrucken, so daß sämtliche Windungen der Induktivität in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind. Bei der Verwendung von Mehrlagenschaltungen besteht andererseits auch die Möglichkeit, die einzelnen Windungen in Sandwich-Bauweise übereinander anzuordnen.

[0004] Im Gegensatz zu herkömmlichen Spulen kann eine solche integrierte Induktivität allerdings nachträglich nicht mehr ausgewechselt werden, beispielsweise um eine Spule mit einer größeren Windungszahl zu verwenden. In der EP 0 926 932 wird eine in eine Mehrlagenschaltung integrierte Induktivität vorgeschlagen, welche aus mehreren übereinander angeordneten Windungen besteht, die jeweils ein äußeres und ein inneres Leiterbahn-Muster aufweisen. Durch Durchtrennen des äußeren Leiterbahn-Musters mittels Laserstrahlen kann der Beitrag der einzelnen Windungen zur gesamten Induktivität variiert werden. Allerdings muß dabei eine Beschädigung der zwischen den Leiterbahn-Ebenen angeordneten Trägerschichten in Kauf genommen werden, da in diese zum Durchtrennen des äußeren Leiterbahn-Musters Löcher eingebrannt werden müssen. Aus diesem Grund ist dieses Verfahren auch relativ zeitaufwendig. Da sich die Struktur des inneren und des äußeren Leiterbahn-Musters nur geringfügig unterscheidet, kann mit diesem Verfahren die Induktivi-

tät auch nur in einem relativ kleinen Bereich verändert werden.

[0005] Die DE 42 12 808 A1 zeigt eine Antennenschaltung mit einer planaren Induktivität mit zwei Endanschlüssen und mehreren Windungen auf einer Trägerplatte. Die Windungen sind dabei über jeweils eine Anzapfung-Leiterbahn mit einem Endanschluß verbunden.

[0006] Das Dokument US 5,239,289 zeigt eine planare Induktivität auf einer Leiterplatte, deren Windungen jeweils mittels mehrerer Kurzschlußleitungen mit Nachbarwindungen verbunden sind.

[0007] Die US 4,021,705 zeigt eine planare Induktivität mit mehreren Windungen. Mittels durchschmelzbarer Verbindungen kann die Windungszahl eingestellt werden.

[0008] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine planare Induktivität für eine Leiterplatte oder eine Mehrlagenschaltung anzugeben, deren Induktivitätswert nachträglich in einem weiten Bereich auf einfache und schnelle Weise verändert werden kann.

[0009] Die Aufgabe wird durch eine Induktivität, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, gelöst. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß sie mehrere separate Anzapfungs-Leiterbahnen aufweist, die jeweils eine Windung mit einem gleichen Endanschluß der Induktivität verbinden und demzufolge die weiteren Windungen kurzschließen. Durch sukzessives Unterbrechen dieser Anzapfungs-Leiterbahnen kann dann die effektiv wirksame Windungszahl und somit der Induktivitätswert verändert werden. Der mit dieser Lösung verbundene Aufwand zum Durchtrennen der Anzapfungs-Leiterbahnen ist dabei äußerst gering. Zumindest eine Windung verfügt dabei über mehrere Anzapfungs-Leiterbahnen. Die Windung ist hierüber von unterschiedlichen Positionen mit dem Endanschluß verbunden. Die Windungszahl kann bei der erfindungsgemäßen Induktivität in einem großen Bereich verändert werden, so daß die Möglichkeit gegeben ist, einen einzigen Schaltungsentwurf durch entsprechendes nachträgliches Einstellen der Induktivitäten für eine Reihe von Betriebsbedingungen zu verwenden.

[0010] Eine derartige Induktivität kann beispielsweise auch als Wicklung in einem planar integrierten Transformator Verwendung finden. Im diesem Fall können dann die Windungszahlen der Primär- und/oder Sekundärwicklungen verändert und somit in einem späteren Stadium der Fertigung die Werte für die Primär- und/oder Sekundärinduktivitäten festgelegt werden.

[0011] Zum Unterbrechen bestimmter Abgleich-Abschnitte der Anzapfungs-Leiterbahnen sind mehrere Möglichkeiten denkbar. Sind beispielsweise sämtliche Abgleich-Abschnitte an der Oberseite der Leiterplatte bzw. der Mehrlagenschaltung angeordnet, so können diese einfach mittels Laserstrahlen durchtrennt werden. Dabei kann durch Anlegen eines Meßsignales unmittelbar während des Verändern der Windungszahl die Induktivität gemessen werden, so daß in einfacher und schneller Weise ein gewünschter Induktivitätswert eingestellt werden kann. Eine andere Möglichkeit besteht darin, für die Abgleich-Abschnitte einen reduzierten Leiterbahn-Querschnitt vorzusehen. Durch kurzfristiges Anlegen eines Überstromes können dann die Abgleich-Abschnitte gezielt weggebrannt werden.

[0012] Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Bei der erfindungsgemäßen planaren Induktivität ist es ohne weiteres möglich, die Windungszahl in Einzelschritten zu verändern. Dies setzt dann voraus, daß jede Windung über eine Anzapfungs-Leiterbahn mit dem Anschluß der Induktivität verbunden ist. Ist eine einzelne Windung sogar über mehrere Anzapfungs-Leiterbahnen mit dem Anschluß der Induktivität verbunden, so besteht die Möglichkeit, die Windungszahl nicht nur in ganzzahligen, sondern beispielsweise auch in halbzahligen Schritten zu verändern. Der Induktivitätswert kann auf diese Weise nahezu stufenlos verändert werden. Ferner besteht selbstverständlich auch die Möglichkeit, nur jede fünfte oder zehnte Windung mit einer Anzapfungs-Leiterbahn zu versehen, so daß die Windungszahl in größeren Schritten veränderbar ist.

[0013] Im folgenden soll die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

[0014] [Fig. 1](#) ein erstes Ausführungsbeispiel einer planaren Induktivität in Draufsicht;

[0015] [Fig. 2](#) eine perspektivische Darstellung der in [Fig. 1](#) gezeigten planaren Induktivität;

[0016] [Fig. 3](#) ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen planaren Induktivität; und

[0017] [Fig. 4](#) ein drittes Ausführungsbeispiel einer planaren Induktivität.

[0018] Bei der in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellten planaren Induktivität, die beispielsweise als Drossel oder als Primär- oder Sekundärwicklung eines planar integrierten Transformators Verwendung findet, sind sämtliche Windungen **10** bis **12** in einer gemeinsamen Ebene auf der Oberseite einer Trägerplatte **1** angeordnet. Bei dieser Trägerplatte **1** kann es sich beispielsweise um eine einzelne Leiterplatte

oder aber auch um eine niedrig sinternde Keramikfolie, die Bestandteil einer LTCC-Mehrlagenschaltung ist, handeln. Die Induktivität wird in diesem Fall durch ein spiralen-artiges Leiterbahnmuster gebildet, das einen Anfangsanschluß **2** und einen Endanschluß **3** aufweist. Aus Gründen der Übersichtlichkeit weist die dargestellte Induktivität lediglich drei Windungen **10** bis **12** auf. Es können allerdings – insbesondere auch bei Mehrlagenschaltungen in LTCC-Technik – wesentlich höhere Windungszahlen erzielt werden.

[0019] Die Windungszahl der planaren Induktivität kann im vorliegenden Beispiel in Einzelschritten verändert werden. Zu diesem Zweck ist jede einzelne Windung **10** bis **12** über eine entsprechende Anzapfungs-Leiterbahn **20** bis **22** mit dem Endanschluß **3** verbunden. Um Überschneidungen der Anzapfungs-Leiterbahnen **20** bis **22** mit den Windungen **10** bis **12** zu vermeiden, verlaufen die Anzapfungs-Leiterbahnen **20** bis **22** in einer anderen Leiterbahnebene. Handelt es sich bei der Trägerplatte **1** um eine einzelne Leiterplatte, bedeutet dies, daß diese Leiterplatte sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite mit Leiterbahnen bedruckt ist. Bei einer Mehrlagenschaltung werden die entsprechenden Abschnitte der Anzapfungs-Leiterbahnen dann auf die Oberseite der darunter angeordneten Keramikfolie aufgebracht. Die unterschiedlichen Leiterbahnen-Ebenen sind durch vertikal verlaufende Durchkontaktierungs-löcher miteinander verbunden, die vor dem Drucken der Leiterbahnen in die Trägerplatte **1** eingestanzt und mit einem leitfähigen Material gefüllt werden.

[0020] Zunächst sind sämtliche Anzapfungs-Leiterbahnen **20** bis **22** durchgängig. Dies bedeutet aber, daß die Anzapfungs-Leiterbahn **20** der ersten Windung **10** die beiden weiteren Windungen **11** und **12** kurzschließt, so daß lediglich die äußerste Windung **10** effektiv wirksam ist. Die Windungszahl kann nun erfindungsgemäß um eins erhöht werden, indem der Abgleich-Abschnitt **30** der ersten Anzapfungs-Leiterbahn **20** durchtrennt wird. Als Folge davon schließt dann die zweite Anzapfungs-Leiterbahn **21** die dritte Windung **12** kurz, so daß nunmehr die Induktivität effektiv zwei Windungen aufweist. Durch ein weiteres Durchtrennen des Abgleich-Abschnittes **31** der zweiten Anzapfungs-Leiterbahn **21** kann dann die maximale Windungszahl eingestellt werden. Durch sukzessives Unterbrechen der Abgleich-Abschnitte **30**, **31** kann somit die effektive Windungszahl der Induktivität in einfacher Weise vergrößert werden.

[0021] Das Durchtrennen der Abgleich-Abschnitte **30** bis **32** erfolgt in einfachster Weise mittels Laserstrahlen. Zu diesem Zweck sind sämtliche Abgleich-Abschnitte **30** bis **32** an der Oberseite der Trägerplatte **1** – vorzugsweise parallel – angeordnet. Ist die Trägerplatte **1** Bestandteil einer LTCC-Mehrlagenschaltung, so handelt es sich dann um eine von außen zugängliche Keramikschicht, also entweder die oberste

oder die unterste Schicht. Dabei besteht die Möglichkeit, während der Laserbestrahlung gleichzeitig ein Testsignal an die beiden Anschlüsse **2** und **3** anzulegen, so daß während des Durchtrennens der Abgleich-Abschnitte **30** bis **32** der sich dadurch ergebende Induktivitätswert oder allgemeiner auch das Impedanzverhalten der Schaltung bestimmt werden kann.

[0022] Eine weitere Möglichkeit zum Durchtrennen der Abgleich-Abschnitte **30** bis **32** besteht darin, jeweils einen kurzen Strom mit einer hohen Stromstärke an die Anschlüsse **2** und **3** anzulegen, so daß der gerade wirksame, d. h. der erste noch nicht durchtrennte Abgleich-Abschnitt aufgrund des Überstroms durchbrennt. Der Abgleich der Induktivität erfolgt dann dadurch, daß abwechselnd ein kurzer Überstrom angelegt wird und anschließend durch ein kurzes Testsignal die Induktivität bzw. das Impedanzverhalten bestimmt wird. Bei diesem Verfahren weisen die Abgleich-Abschnitte **30** bis **32** vorzugsweise einen etwas reduzierten Leiterbahn-Querschnitt auf. Der Vorteil dieser Lösung besteht darin, daß neben den Leiterbahnen für die Windungen und die Anzapfungs-Leiterbahnen auch diejenigen für die Abgleich-Abschnitte vollständig in eine Mehrlagenschaltung eingebettet werden können und somit vor äußeren Einflüssen geschützt sind. Allerdings kann auch bei dem zuvor beschriebenen Verfahren des Durchtrennens mittels Laserstrahlen eine Leiterbahn-Anordnung gewählt werden, bei der sich lediglich die Abgleich-Abschnitte **30** bis **32** an der Oberfläche der Mehrlagenschaltung befinden, während sämtliche anderen Leiterbahnen in anderen Ebenen der Mehrlagenschaltung angeordnet sind.

[0023] Das in den ersten beiden Figuren dargestellte Ausführungsbeispiel kann bezüglich der Anordnung der einzelnen Windungen selbstverständlich frei verändert werden. Insbesondere bei der Verwendung von Mehrlagenschaltungen kann jede Windung in einer einzelnen Ebene angeordnet werden, wobei sich der Querschnitt der Induktivität nicht verändert.

[0024] Bei dem ersten Ausführungsbeispiel kann die Windungszahl der Induktivität in Einzelschritten verändert werden. Weist eine planare Induktivität sehr viele Windungen auf, so ist es oftmals ausreichend, die Windungszahl in größeren Schritten zu verändern. Zu diesem Zweck kann dann vorgesehen sein, daß lediglich jede zweite oder dritte Windung über eine Anzapfungs-Leiterbahn mit dem Anschluß der Induktivität verbunden ist. Andererseits besteht die Möglichkeit, die Windungszahl nicht nur in ganzzahligen Schritten, sondern auch in Bruchteilen davon zu variieren. Dies ist in dem zweiten Ausführungsbeispiel in [Fig. 3](#) dargestellt. Zu diesem Zweck ist eine einzelne Windung – beispielsweise die Windung **11** – an zwei Stellen über die Anzapfungs-Leiterbahnen **21** und **41** mit dem Endanschluß **3** der Induktivi-

tät verbunden. Auch hier sind die Abgleich-Abschnitte auf der Trägerplatte **1** vorzugsweise so angeordnet, daß bei einer sukzessiven Laserbestrahlung dieser Abschnitte in Pfeilrichtung die Induktivität in aufeinanderfolgenden Schritten erhöht wird.

[0025] Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer planaren Induktivität ist in [Fig. 4](#) dargestellt. In diesem Fall sind zunächst sämtliche Abgleich-Abschnitte **30** bis **32** unterbrochen, so daß sich im Ausgangszustand der Induktivität keine geschlossene Leiterbahn ergibt. Zum Einstellen der gewünschten Windungszahl kann dann der entsprechende Abgleich-Abschnitt durch Einlöten eines $0\ \Omega$ -Widerstandes oder Aufdrucken einer Leiterbahn geschlossen werden. Dies setzt allerdings voraus, daß zwischen den einzelnen Abgleich-Abschnitten **30** bis **32** ein räumlicher Abstand besteht, der ausreichend groß ist, um das Schließen eines einzelnen Abgleich-Abschnittes technisch handhaben zu können. Die Anordnung der Windungen kann bei diesem Beispiel ebenfalls in einem weiten Bereich variiert werden. Einzige Bedingung ist, daß zumindest die Abgleich-Abschnitte **30** bis **32** frei zugänglich angeordnet sind.

[0026] Der wesentliche Vorteil der vorliegenden Erfindung ist darin zu sehen, daß lediglich ein einmaliger Entwurf für die Leiterbahn-Struktur notwendig ist, der dennoch in einem großen Anwendungsbereich Verwendung finden kann. Solche planaren Induktivitäten können beispielsweise bei Schaltungen verwendet werden, die speziell für hohe Frequenzen vorgesehen sind. Dies ist insbesondere deswegen möglich, da bei Hochfrequenzen die Kapazitäts- und Induktivitätswerte reduziert werden können. Ein bevorzugtes Anwendungsbeispiel einer derartigen einstellbaren Induktivität ist beispielsweise eine elektronisches Vorschaltgerät, das Gasentladungslampen bei sehr hohen Frequenzen ansteuert. Insbesondere ist die Möglichkeit gegeben, das Vorschaltgerät nach der Fertigstellung abzugleichen, d. h. auf einem Prüfstand die Eigenschaften des Vorschaltgerätes zu messen und während dessen eine bestimmte Leistung einzustellen. Die Leistung wird nämlich u. a. auch durch die Frequenz bestimmt, die ihrerseits durch die Größe der Induktivität und somit durch die Windungszahl festgelegt wird. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, daß sämtliche Vorschaltgeräte einer bestimmten Produktionsreihe trotz möglicher Bauteil-Tolleranzen anderer Bauelemente die gleiche vorgegebene Leistung aufweisen. Es besteht auch die Möglichkeit, für Schaltungen unterschiedlicher Leistungen lediglich einen einzigen Entwurf zu verwenden, da in einfacher Weise die Leistung nachträglich eingestellt werden kann.

Patentansprüche

1. Planare Induktivität mit zwei Endanschlüssen (**2**, **3**) und mehreren Windungen (**10–12**) in Form von ge-

druckten Leiterbahnen auf mindestens einer Trägerplatte (1),

wobei mindestens zwei Windungen (10–12) mit dem gleichen Endanschluß (3) über separate durchtrennbare Anzapfungs-Leiterbahnen (20–22) verbunden sind,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine Windung (11, 12) über mehrere Anzapfungs-Leiterbahnen (21, 22, 41, 42) von unterschiedlichen Positionen aus mit dem Endanschluß (3) verbunden ist.

2. Planare Induktivität nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Windung (10–12) über mindestens eine Anzapfungs-Leiterbahn (20–22) mit dem Endanschluß (3) verbunden ist.

3. Planare Induktivität nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß alle Windungen (10–12) der planare Induktivität in Form eines spiralen-artigen Leiterbahn-Musters in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind.

4. Planare Induktivität nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzapfungs-Leiterbahnen (20–22) Abgleich-Abschnitte (30–32) aufweisen, die an der Oberseite der Trägerplatte (1) angeordnet sind.

5. Planare Induktivität nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzapfungs-Leiterbahnen (20–22) Abgleich-Abschnitte (30–32) aufweisen, die einen reduzierten Leiterbahn-Querschnitt aufweisen.

6. Planare Induktivität nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Trägerplatte (1) Bestandteil einer aus mehreren Leiterplatten bestehenden Mehrlagenschaltung ist.

7. Planare Induktivität nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Trägerplatte (1) Bestandteil einer aus mehreren niedrig sinternden Keramikfolien bestehenden LTCC-Mehrlagenschaltung ist.

8. Planare Induktivität nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diese als Primär- oder Sekundärwicklung Bestandteil eines planar integrierten Transformators ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

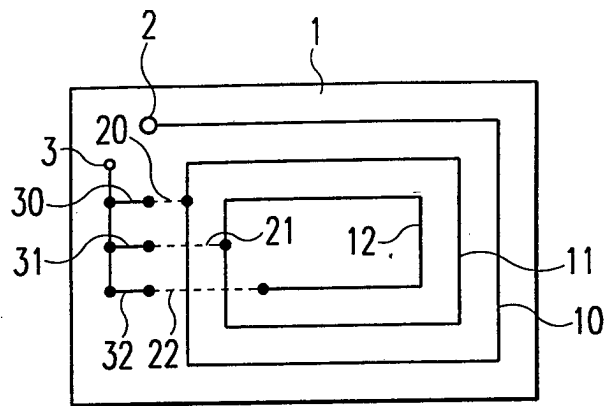


Fig. 1

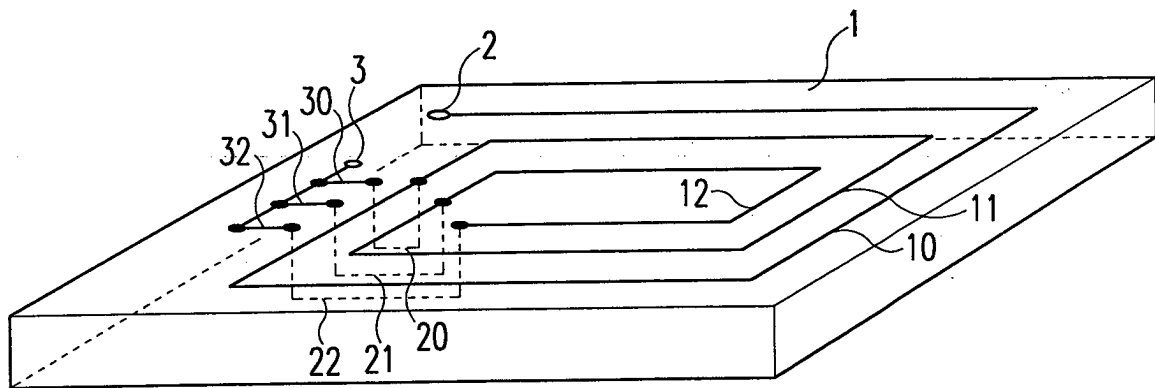


Fig. 2

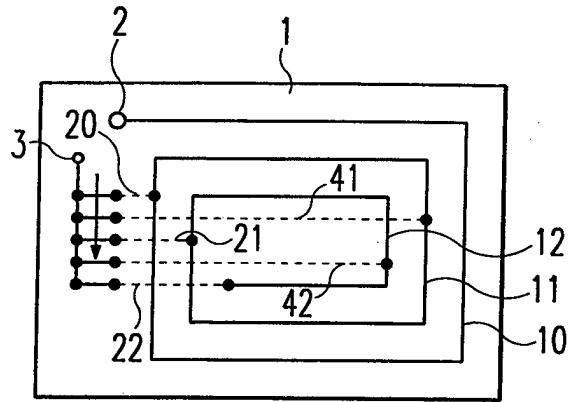


Fig. 3

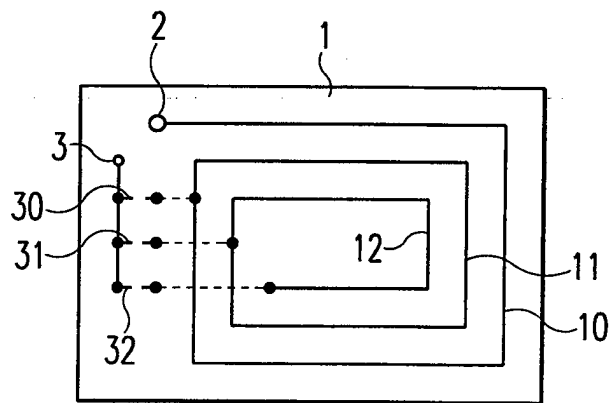


Fig. 4