



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 009 812.6**

(22) Anmeldetag: **13.12.2018**

(43) Offenlegungstag: **27.06.2019**

(51) Int Cl.: **H03H 7/01 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
15/849,435 **20.12.2017** **US**

(71) Anmelder:
**Avago Technologies International Sales Pte.
Limited, Singapore, SG**

(74) Vertreter:
**Bosch Jehle Patentanwalts-gesellschaft mbH,
80639 München, DE**

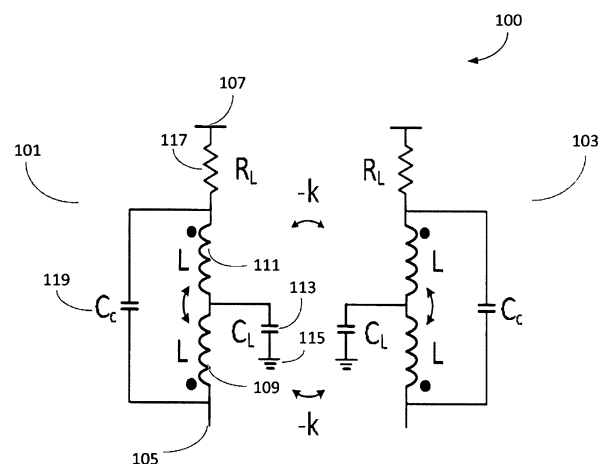
(72) Erfinder:
**Li, Guansheng, Irvine, CA, US; Singh, Ullas,
Irvine, CA, US; Cui, Delong, Irvine, CA, US; Cao,
Jun, Irvine, Calif., US; Momtaz, Afshin, Irvine, CA,
US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **GEKOPPELTE T-SPULE**

(57) Zusammenfassung: Die hier offenbarten Systeme und Verfahren stellen eine gekoppelte T-Spulen-Schaltung für eine Differenztakt-Bandbreitenerweiterung und eine Gleichtaktunterdrückung bereit. Die gekoppelte T-Spulen-Schaltung weist eine erste Schicht, die wenigstens einen ersten Abschnitt einer ersten T-Spulen-Schaltung und einen ersten Abschnitt einer zweiten T-Spulen-Schaltung einschließt, und eine zweite Schicht auf, die oben auf der ersten Schicht angeordnet ist und mit der ersten Schicht zusammengeschaltet ist, wobei die zweite Schicht wenigstens einen zweiten Abschnitt der ersten T-Spulen-Schaltung und einen zweiten Abschnitt der zweiten T-Spulen-Schaltung einschließt. Die erste T-Spulen-Schaltung weist eine oder mehrere erste Spulen mit einer ersten Wickelrichtung auf. Die zweite T-Spulen-Schaltung weist eine oder mehrere zweite Spulen mit einer zweiten Wickelrichtung auf. Die erste Wickelrichtung kann entgegengesetzt zu der zweiten Wickelrichtung sein.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich allgemein auf Systeme und Verfahren für die Breitband-signalverarbeitung. Genauer gesagt bezieht sich die vorliegende Offenbarung auf Systeme und Verfahren, die eine gekoppelte T-Spule für eine Differenz-takt-Bandbreitenerweiterung und eine Gleichtaktstabilität verwenden.

[0002] Breitbandpuffer, Verstärker und Entzerrer werden häufig in Hochgeschwindigkeits-Signalverarbeitungs-systemen verwendet, die von Hochgeschwindigkeits-Serialisierern/Deserialisierern (Ser-Des) bis zu Hochgeschwindigkeits-Analog-Digital-Wandlern (ADW) reichen. Induktive Peaking-(Anhebungs- bzw. Überhöhungs)-Techniken, wie etwa das Shunt Peaking (Parallelanhebung), Series Peaking (Serienanhebung), und T-Spulen werden verwendet, um die Bandbreite dieser Puffer zu erweitern. Es ist bekannt, dass unter diesen Techniken die T-Spule die größte Bandbreitenerweiterung ergibt, aber die Verwendung von T-Spulen ist mehreren Problemen unterworfen, die die Leistung beeinträchtigen können.

[0003] In Übereinstimmung mit einem Aspekt der Erfindung wird eine integrierte Schaltung bereitgestellt, die eine gekoppelte T-Spulen-Schaltung einschließt, wobei die integrierte Schaltung Folgendes aufweist:

eine erste Schicht, die einen ersten Abschnitt einer ersten T-Spulen-Schaltung und einen ersten Abschnitt einer zweiten T-Spulen-Schaltung aufweist; und

eine zweite Schicht, die oben auf der ersten Schicht angeordnet ist und mit der ersten Schicht zusammengeschaltet bzw. verbunden ist, wobei die zweite Schicht einen zweiten Abschnitt der ersten T-Spulen-Schaltung und einen zweiten Abschnitt der zweiten T-Spulen-Schaltung einschließt, wobei die erste T-Spulen-Schaltung eine oder mehrere erste Spulen mit einer ersten Wickelrichtung aufweist und die zweite T-Spulen-Schaltung eine oder mehrere zweite Spulen mit einer zweiten Wickelrichtung, die entgegengesetzt zu der ersten Wickelrichtung ist, aufweist.

[0004] Vorteilhafterweise weist eine Ersatzschaltung bzw. äquivalente Schaltung der ersten T-Spulen-Schaltung einen ersten Kondensator auf, der zwischen der einen oder den mehreren Spulen und der Erde angeschlossen ist.

[0005] Vorteilhafterweise weist die Ersatzschaltung der ersten T-Spulen-Schaltung einen zweiten Kondensator auf, der parallel zu der einen oder den mehreren ersten Spulen in der ersten T-Spulen-Schaltung geschaltet ist.

[0006] Vorteilhafterweise weist eine Ersatzschaltung der zweiten T-Spulen-Schaltung einen ersten Kondensator auf, der zwischen der einen oder den mehreren zweiten Spulen und der Erde angeschlossen ist.

[0007] Vorteilhafterweise weist die Ersatzschaltung der zweiten T-Spulen-Schaltung einen zweiten Kondensator auf, der parallel zu der einen oder den mehreren zweiten Spulen in der zweiten T-Spulen-Schaltung geschaltet ist.

[0008] Vorteilhafterweise ist die erste T-Spulen-Schaltung so konfiguriert, dass sie ein erstes Magnetfeld für Gleichtaktsignale erzeugt.

[0009] Vorteilhafterweise ist die zweite T-Spulen-Schaltung so konfiguriert, dass sie ein zweites Magnetfeld für die Gleichtaktsignale erzeugt, das eine entgegengesetzte Richtung zu dem ersten Magnetfeld hat.

[0010] Vorteilhafterweise haben die ersten und die zweiten Magnetfelder, die von den Gleichtaktsignalen erzeugt werden, eine gleiche Größe.

[0011] Vorteilhafterweise ist die gekoppelte T-Spulen-Schaltung für Gleichtaktsignale nicht induktiv.

[0012] Vorteilhafterweise ist die erste T-Spulen-Schaltung so konfiguriert, dass sie ein erstes Magnetfeld für Differenztaktsignale erzeugt.

[0013] Vorteilhafterweise ist die zweite T-Spulen-Schaltung so konfiguriert, dass sie ein zweites Magnetfeld für Differenztaktsignale erzeugt.

[0014] Vorteilhafterweise haben die ersten und die zweiten Magnetfelder, die von den Differenztaktsignalen erzeugt werden, die gleiche Größe und die gleiche Richtung.

[0015] In Übereinstimmung mit einem Aspekt ist ein Verfahren zur Bereitstellung einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung vorgesehen, das die folgenden Schritte umfasst:

Bilden einer ersten T-Spulen-Schaltung, die eine oder mehrere erste Spulen mit einer ersten Spulenwickelrichtung einschließt;

Bilden einer zweiten T-Spulen-Schaltung, die eine oder mehrere zweite Spulen mit einer zweiten Spulenwickelrichtung, die entgegengesetzt zu der zweiten Spulenwickelrichtung ist, einschließt; und

Koppeln der ersten T-Spulen-Schaltung mit der zweiten T-Spulen-Schaltung durch das Aufeinanderstapeln von Abschnitten der einen oder der mehreren ersten Spulen und der einen oder der mehreren zweiten Spulen.

Vorteilhafterweise umfasst das Verfahren des Weiteren die folgenden Schritte:

Bilden eines ersten Abschnitts der ersten T-Spulen-Schaltung und eines ersten Abschnitts der zweiten T-Spulen-Schaltung in einer ersten Schicht einer integrierten Schaltung; und

Bilden eines zweiten Abschnitts der ersten T-Spulen-Schaltung und eines zweiten Abschnitts der zweiten T-Spulen-Schaltung in einer zweiten Schicht der integrierten Schaltung, wobei sich die erste Schicht oben auf der zweiten Schicht befindet.

[0016] Vorteilhafterweise ist die erste T-Spulen-Schaltung so konfiguriert, dass sie ein erstes Magnetfeld für Gleichtaktsignale erzeugt.

[0017] Vorteilhafterweise ist die zweite T-Spulen-Schaltung so konfiguriert, dass sie ein zweites Magnetfeld für die Gleichtaktsignale erzeugt.

[0018] Vorteilhafterweise haben die ersten und die zweiten Magnetfelder, die von den Gleichtaktsignalen erzeugt werden, die gleiche Größe und entgegengesetzte Richtungen.

[0019] Vorteilhafterweise ist die erste T-Spulen-Schaltung so konfiguriert, dass sie ein erstes Magnetfeld für Differenztaktsignale erzeugt.

[0020] Vorteilhafterweise ist die zweite T-Spulen-Schaltung so konfiguriert, dass sie ein zweites Magnetfeld für die Differenztaktsignale erzeugt.

[0021] Vorteilhafterweise haben die ersten und die zweiten Magnetfelder, die von den Differenztaktsignalen erzeugt werden, die gleiche Größe und die gleiche Richtung.

Figurenliste

[0022] Verschiedene Aufgaben, Aspekte, Merkmale und Vorteile der Offenbarung werden unter Bezugnahme auf die ausführliche Beschreibung, die in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen vorgenommen wird, wobei gleiche Bezugszeichen durchwegs entsprechende Elemente kennzeichnen, offensichtlich werden und besser verstanden werden. In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen identische, funktionell ähnliche und/oder strukturell ähnliche Elemente.

Fig. 1A stellt ein Diagramm eines Signalverstärkungssystems, das eine oder mehrere gekoppelte T-Spulen-Schaltungen verwendet, in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dar;

Fig. 1B stellt ein Ersatzschaltbild einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dar;

Fig. 2 stellt ein Diagramm einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dar.

Fig. 2 stellt ein Diagramm einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dar.

Fig. 3 stellt ein Diagramm einer integrierten Schaltung mit gekoppelter T-Spulen-Schaltung in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dar.

Fig. 4 stellt ein Ablaufdiagramm eines Prozesses zur Bereitstellung einer gekoppelten T-Spule zur Erweiterung einer Differenztakt-Bandbreite und zur Verbesserung einer Gleichtaktstabilität und einer Gleichtaktunterdrückung in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dar.

[0023] Die Einzelheiten von verschiedenen Ausführungsformen der Verfahren und Systeme sind in den beigefügten Zeichnungen und der Beschreibung unten dargelegt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0024] Bevor die Figuren besprochen werden, die die beispielhaften Ausführungsformen im Einzelnen veranschaulichen, sollte es verstanden werden, dass die Anmeldung nicht auf die Einzelheiten oder die Methodologie, die in der Beschreibung dargelegt sind oder in den Figuren veranschaulicht sind, beschränkt ist. Es sollte auch klar sein, dass die Terminologie hier nur zum Zwecke der Beschreibung benutzt wird und nicht als einschränkend betrachtet werden soll.

[0025] T-Spulen sind zwar schon zur Erweiterung von Bandbreite benutzt worden und werden auch heute noch dazu benutzt, aber nur in einer einzelnen bzw. unsymmetrischen Art und Weise. Deshalb werden für Gewöhnlich zwei eigenständige T-Spulen in einem differenziellen Paar verwendet, um Differenzsignale zu verarbeiten. Aber zwei eigenständige T-Spulen nehmen für Gewöhnlich eine große Fläche ein und erhöhen die Kosten. Des Weiteren kann ein Breitbandverstärker, der zwei eigenständige T-Spulen verwendet, Stabilitätsprobleme aufgrund einer induktiven Last und einer schlechten Rückwärtsisolation haben. Das Stabilitätsproblem für einen Differenztakt von T-Spulen kann verbessert werden, indem ein Neutralisierungskondensator an die T-Spulen-Schaltung angelegt wird, aber dieser Neutralisierungskondensator erhöht (z.B. verdoppelt) die Instabilität in einem Gleichtakt der T-Spulen. Die Stabilität kann auch durch die Verwendung einer Kaskode verbessert werden, die eine bessere Rückwärtsisolation liefert, aber die Verwendung einer Kaskode erfordert mehr Spannungsaussteuerungsreserve und ist für einen skalierten CMOS-(Complementary Metal Oxide Semiconductor/komplementären Metall-

oxid-Halbleiter)-Prozess mit einer Niederspannungsversorgung nicht geeignet.

[0026] Unter allgemeiner Bezugnahme auf die Figuren werden Systeme und Verfahren zur Bereitstellung einer gekoppelten T-Spule in Übereinstimmung mit einer oder mehreren veranschaulichenden Ausführungsformen beschrieben. Die gekoppelte T-Spule behält die Bandbreitenerweiterungsfähigkeit der herkömmlichen T-Spulen bei und verbessert die Gleichtaktstabilität und die Gleichaktunterdrückung. Die gekoppelte T-Spule schließt zwei T-Spulen ein, die so konfiguriert sind, dass sie aufeinander gestapelt sind, was beträchtlich Fläche und Kosten im Vergleich zu den herkömmlichen T-Spulen einspart. Jede T-Spule in einer gekoppelten T-Spule ist kleiner als eine herkömmliche eigenständige T-Spule, hat aber die gleiche effektive Induktivität, weil die gegenseitige Kopplung die Induktivität pro Einheitenlänge der gekoppelten T-Spule erhöht. Eine Eingangsimpedanz der gekoppelten T-Spule ist nicht induktiv, und zwar aufgrund der Induktivitätsauslöschung im Gleichaktbetrieb. In einigen Implementierungen sehen die Ausführungsformen der gekoppelten T-Spule der vorliegenden Offenbarung eine Differenztakt-Bandbreitenerweiterung und eine Gleichtaktstabilität vor.

[0027] Eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung bezieht sich auf eine integrierte Schaltung, die eine gekoppelte T-Spulen-Schaltung einschließt. Die gekoppelte T-Spulen-Schaltung schließt eine erste Schicht, die wenigstens einen ersten Abschnitt einer ersten T-Spulen-Schaltung und einen ersten Abschnitt einer zweiten T-Spulen-Schaltung einschließt, und eine zweite Schicht ein, die oben auf der ersten Schicht angeordnet ist und mit der ersten Schicht zusammenschaltet ist, wobei die zweite Schicht wenigstens einen zweiten Abschnitt der ersten T-Spulen-Schaltung und einen zweiten Abschnitt der zweiten T-Spulen-Schaltung einschließt. Die erste T-Spulen-Schaltung weist eine oder mehrere erste Spulen mit einer ersten Wickelrichtung auf. Die zweite T-Spulen-Schaltung weist eine oder mehrere zweite Spulen mit einer zweiten Wickelrichtung auf. Die erste Wickelrichtung ist entgegengesetzt zu der zweiten Wickelrichtung.

[0028] Eine andere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bereitstellung einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung. Das Verfahren umfasst das Bilden einer ersten T-Spulen-Schaltung, was das Bilden von einer oder mehreren ersten Spulen mit einer ersten Spulenwickelrichtung umfasst; das Bilden einer zweiten T-Spulen-Schaltung, was das Bilden von einer oder mehreren zweiten Spulen mit einer zweiten Spulenwickelrichtung umfasst. Die erste Wickelrichtung ist entgegengesetzt zu der zweiten Wickelrichtung. Das Verfahren umfasst des Weiteren das Koppeln der

ersten T-Spulen-Schaltung mit der zweiten T-Spulen-Schaltung, indem die eine oder die mehreren ersten Spulen und die eine oder die mehreren zweiten Spulen aufeinander gestapelt werden.

[0029] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1A** ist ein Diagramm eines Signalverstärkungssystems **180**, das eine oder mehrere gekoppelte T-Spulen-Schaltungen verwendet, in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dargestellt. In einigen Ausführungsformen ist das Signalverstärkungssystem **180** so konfiguriert, dass es ein oder mehrere Eingangssignale verstärkt, um Ausgangssignale mit einer gewünschten Bandbreite für Hochgeschwindigkeits-Signalverarbeitungssysteme zu erzeugen, die von Hochgeschwindigkeits-Serialisierern/Deserialisierern (SerDes) bis zu Hochgeschwindigkeits-Analog-Digital-Wandlern (ADW) reichen. Das Signalverstärkungssystem **180** kann zum Beispiel als ein Breitbandpuffer, ein Verstärker und ein Entzerrer verwendet werden. Das Signalverstärkungssystem **180** ist nicht auf SerDes oder ADW beschränkt. Das Signalverstärkungssystem **180** kann in jedem Signalverarbeitungssystem verwendet werden.

[0030] Das Signalverstärkungssystem **180** weist eine oder mehrere gekoppelte T-Spulen-Schaltungen (z.B. die gekoppelte T-Spule **182** und die gekoppelte T-Spule **184**) auf. Jede T-Spulen-Schaltung ist so konfiguriert, dass sie eine Differenztakt-Bandbreitenerweiterung und eine Gleichaktunterdrückung für Eingangssignale vorsieht. Jede gekoppelte T-Spulen-Schaltung weist eine erste Schicht, die wenigstens einen ersten Abschnitt einer ersten T-Spulen-Schaltung und einen ersten Abschnitt einer zweiten T-Spulen-Schaltung einschließt, und eine zweite Schicht auf, die oben auf der ersten Schicht angeordnet ist und mit der ersten Schicht zusammenschaltet bzw. verbunden ist, wobei die zweite Schicht wenigstens einen zweiten Abschnitt der ersten T-Spulen-Schaltung und einen zweiten Abschnitt der zweiten T-Spulen-Schaltung einschließt. Die erste T-Spulen-Schaltung weist eine oder mehrere erste Spulen mit einer ersten Wickelrichtung auf. Die zweite T-Spulen-Schaltung weist eine oder mehrere zweite Spulen mit einer zweiten Wickelrichtung auf. Die erste Wickelrichtung ist entgegengesetzt zu der zweiten Wickelrichtung.

[0031] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1B** ist ein Ersatzschaltbild einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung **100** in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dargestellt. Die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **100** schließt zwei T-Spulen-Schaltungen **101** und **103** ein, die so angeordnet sind, dass sie aufeinander gestapelt sind, um einen höheren Kopplungskoeffizienten K zwischen den zwei T-Spulen zu erzielen. In einigen Ausführungsformen ist die T-Spulen-Schaltung **101** die gleiche wie die T-Spulen-Schaltung **103**. In einigen Ausführungsfor-

men kann sich die T-Spulen-Schaltung **101** von der T-Spulen-Schaltung **103** unterscheiden. In einigen Ausführungsformen sind die T-Spulen-Schaltung **101** und die T-Spulen-Schaltung **103** symmetrisch zueinander angeordnet.

[0032] Obwohl sich einige Abschnitte unten auf die T-Spulen-Schaltungen **101** und **103** so beziehen, dass diese bestimmte diskrete Bauteile haben, sollte es klar sein, dass in einigen Fällen die T-Spulen-Schaltungen **101** und **103** die diskreten Bauteile nicht selbst einschließen, sondern dass stattdessen eine Ersatzschaltung der T-Spulen-Schaltungen **101** und **103** die Bauteile einschließt (d.h. die T-Spulen-Schaltungen **101** und **103** sind so strukturiert, dass sie sich ähnlich wie eine Schaltung verhalten, die aus den angegebenen diskreten Bauteilen zusammengesetzt ist). Jede der T-Spulen-Schaltungen **101** und **103** weist einen Eingangsanschluss **105** und einen Ausgangsanschluss **107** auf. Die T-Spulen-Schaltung **101** weist einen ersten Induktorabschnitt **109** und einen zweiten Induktorabschnitt **111** auf, die zwischen dem Eingangsanschluss **105** und einem Widerstand **117** angeschlossen sind, der mit dem Ausgangsanschluss **107** verbunden ist. Der erste Induktorabschnitt **109** und der zweite Induktorabschnitt **111** haben in Übereinstimmung mit einigen Ausführungsformen die gleiche Induktivität **L**, wie dies in **Fig. 1B** gezeigt ist. Der erste Induktorabschnitt **109** und der zweite Induktorabschnitt **111** haben in Übereinstimmung mit einigen anderen Ausführungsformen unterschiedliche Induktivitäten. Ein erstes Ende eines Kondensators **113** ist zwischen dem ersten Induktorabschnitt **109** und dem zweiten Induktorabschnitt **111** angeschlossen. Ein zweites Ende des Kondensators **113** ist mit der Erde **115** verbunden. In einigen Ausführungsformen wird der Kondensator **113** zur Laststeuerung verwendet. Wenn es zum Beispiel eine plötzliche Spannungs-/Stromspitze gibt, die die T-Spulen-Schaltung beschädigen kann, kann die T-Spulen-Schaltung die überschüssige Spannung bzw. den überschüssigen Strom zu dem Kondensator **113** leiten.

[0033] Die T-Spulen-Schaltung **107** weist des Weiteren einen Kondensator **119** auf, der parallel zu den Induktorabschnitten **109** und **111** geschaltet ist. Der Kondensator **119** weist ein erstes Ende, das zwischen dem zweiten Induktorabschnitt **111** und dem Widerstand **117** angeschlossen ist, und ein zweites Ende auf, das zwischen dem ersten Induktorabschnitt **109** und dem Eingangsanschluss **105** angeschlossen ist. Der Kondensator **119** stellt eine Kapazität für die Induktorabschnitte **109** und **111** bereit. Der Kondensator **119** ist parallel zu den Induktorabschnitten **109** und **111** angeordnet.

[0034] Die T-Spulen-Schaltung **101** und die T-Spulen-Schaltung **103** sind in Übereinstimmung mit einigen Ausführungsformen symmetrisch so angeordnet,

dass sie aufeinander gestapelt sind. Die Induktorabschnitte der T-Spulen-Schaltung **101** sind über den Induktorabschnitten der T-Spulen-Schaltung **103** gestapelt. Auf diese Weise wird ein gewünschter induktiver Kopplungskoeffizient **K** zwischen den benachbarten gekoppelten Induktorabschnitten erzeugt. In einigen Ausführungsformen hat der induktive Kopplungskoeffizient **K** einen Wert zwischen -1 und 1.

[0035] Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** ist ein Diagramm einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung **200** in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dargestellt. Die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **200** ist ähnlich zu der Schaltung **100**, wie sie in **Fig. 1B** beschrieben worden ist. Die gekoppelte T-Spulen-Schaltung hat einen Eingangsstrom $I_{CM}+I_{DM}$ an einem Eingangsanschluss einer ersten T-Spulen-Schaltung der gekoppelten T-Spulen-Schaltung und einen Eingangsstrom $I_{CM}-I_{DM}$ an einem Eingangsanschluss einer zweiten T-Spulen-Schaltung der gekoppelten T-Spulen-Schaltung. Der I_{CM} ist eine Gleichtaktkomponente des Eingangsstroms. Der I_{DM} ist eine Differenztaktkomponente des Eingangsstroms.

[0036] Wenn man die Gleichtaktkomponente I_{CM} des Eingangsstroms betrachtet, so ist die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **200** äquivalent zu einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung **203** für ein Gleichtaktsignal I_{CM} . Wie in der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **203** gezeigt ist, haben die Gleichtaktsignale die gleichen Richtungen wie Eingangssignale. Die in der gleichen Richtung verlaufenden Gleichtaktsignale werden in beide T-Spulen-Schaltungen der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **203** eingegeben.

[0037] Die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **203** schließt zwei T-Spulen-Schaltungen ein, die symmetrisch zueinander gekoppelt sind, so dass die Spulenrichtungen einander entgegengesetzt sind. In einigen Ausführungsformen hat jede von den T-Spulen-Schaltungen der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **203** eine andere Spulenwickelrichtung. So hat zum Beispiel die erste T-Spulen-Schaltung ein Spulendesign im Uhrzeigersinn und hat die zweite T-Spulen-Schaltung ein Spulendesign im Gegenuhrzeigersinn, so dass der Strom, der in die erste T-Spulen-Schaltung eingegeben wird, in einer Richtung im Uhrzeigersinn fließt, und dass der Strom, der in die zweite T-Spulen-Schaltung eingegeben wird, in eine Richtung im Gegenuhrzeigersinn fließt. Die erste T-Spulen-Schaltung erzeugt ein erstes Magnetfeld unter Verwendung des Stromflusses im Uhrzeigersinn. Die zweite T-Spulen-Schaltung erzeugt ein zweites Magnetfeld unter Verwendung des Stromflusses im Gegenuhrzeigersinn. Das erste Magnetfeld und das zweite Magnetfeld haben entgegengesetzte Richtungen. Auf diese Weise werden die Magnetfelder, die von der T-Spulen-Schaltung der gekoppelten T-Spu-

len-Schaltung **203** erzeugt werden, für Gleichtakt-Eingangssignale gegenseitig aufgehoben.

[0038] Die zwei T-Spulen-Schaltungen der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **203** sind direkt aneinander aufeinander gestapelt, so dass ein gewünschter induktiver Kopplungskoeffizient **K** erzeugt werden kann. Der induktive Kopplungskoeffizient **K** liegt im Allgemeinen zwischen -1 und 1. Die Induktivität für eine Spuleneingabe mit Gleichtaktsignalen und unter dem Kopplungseffekt wird durch $L(1-K)$ berechnet. Das heißt also, je größer der induktive Kopplungskoeffizient ist, desto geringer ist die Induktivität für die Spule. Um den Effekt der Gleichtaktinduktivität zu reduzieren oder zu eliminieren und die Gleichtaktstabilität und die Gleichtaktunterdrückung zu verbessern, ist die gekoppelte T-Spule **203** so strukturiert, dass ein größerer induktiver Kopplungskoeffizient erzeugt wird, der näher bei 1 liegt, um das Magnetfeld aufzuheben, das von dem Gleichtakt erzeugt wird, und eine kleinere effektive Induktivität mit einem niedrigen **Q** für Gleichtaktsignale zu erzeugen. In einigen Ausführungsformen kann der induktive Kopplungskoeffizient gleich 0,5 sein. In einigen Ausführungsformen wird der induktive Kopplungskoeffizient zum Teil entsprechend der Nähe und der Ausrichtung zwischen den zwei T-Spulen-Schaltungen der gekoppelten T-Spulen-Schaltung bestimmt. Der Wert **K** kann zum Beispiel in einigen Ausführungsformen modifiziert werden, indem ein lateraler Abstand zwischen den zwei Schichten/Schaltungen der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **203** geändert wird. In einigen Ausführungsformen kann der laterale Abstand zwischen den Schichten zwischen 0,5 Mikrometer und 1,1 Mikrometer (z.B. etwa 0,8 Mikrometer) betragen. In einigen Ausführungsformen kann der Wert **K** modifiziert werden, indem eine Ausrichtung zwischen den T-Spulen-Schaltungen/Schichten modifiziert wird. Für T-Spulen-Schaltungen mit einer Dicke von 4 Mikrometern kann zum Beispiel in einigen Implementierungen eine falsche Ausrichtung der Schichten/Schaltungen zueinander um 2 bis 4 Mikrometer zu einer Reduktion von **K** um etwa 0,1 bis 0,2 führen.

[0039] Wenn man das Differenztaktsignal I_{DM} des Eingangssignals betrachtet, ist die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **200** äquivalent zu einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung **201** für das Differenztaktsignal I_{DM} . Wie in der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **201** gezeigt ist, haben die Differenztaktsignale entgegengesetzte Richtungen wie Eingangssignale. Diese in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Differenztaktsignale werden in beide T-Spulen-Schaltungen der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **201** eingegeben.

[0040] Die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **201** hat die gleiche Konfiguration wie die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **203**. Auf die gleiche Weise wie die T-Spulen-Schaltung **203** hat jede von der T-Spulen-

Schaltung der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **201** andere Spulenwickelrichtungen. Zum Beispiel hat die erste T-Spulen-Schaltung ein Spulendesign im Uhrzeigersinn und hat die zweite T-Spulen-Schaltung ein Spulendesign im Gegenuhrzeigersinn, so dass der positive Strom, der in die erste T-Spulen-Schaltung eingegeben wird, in einer Richtung im Uhrzeigersinn fließt, und der negative Strom, der in die zweite T-Spulen-Schaltung eingegeben wird, ebenfalls in die Richtung im Uhrzeigersinn fließt. Die erste T-Spulen-Schaltung erzeugt ein erstes Magnetfeld unter Verwendung des Stromflusses im Uhrzeigersinn. Die zweite T-Spulen-Schaltung erzeugt ein zweites Magnetfeld unter Verwendung des Stromflusses im Uhrzeigersinn. Das erste Magnetfeld und das zweite Magnetfeld haben die gleichen Richtungen. Auf diese Weise werden die Magnetfelder, die von der T-Spulen-Schaltung der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **201** erzeugt werden, in der Größe verdoppelt.

[0041] Die zwei T-Spulen-Schaltungen der gekoppelten T-Spulen-Schaltung **201** sind direkt aneinander aufeinander gestapelt, so dass ein gewünschter induktiver Kopplungskoeffizient **K** erzeugt werden kann. Der induktive Kopplungskoeffizient **K** liegt im Allgemeinen zwischen -1 und 1. Die Induktivität für eine Spuleneingabe mit Gleichtaktsignalen und unter einem Kopplungseffekt wird durch $L(1+K)$ aufgrund der Eingabe in einer anderen Richtung berechnet. Das heißt also, je größer der induktive Kopplungskoeffizient ist, desto höher ist die Induktivität für die Spule. Um eine gegenseitige Kopplung vorzusehen und eine Differenztakt-Bandbreitenerweiterung zu verstärken, ist die gekoppelte T-Spule **201** so konfiguriert, dass sie einen größeren induktiven Kopplungskoeffizienten **K** erzeugt, der näher bei 1 liegt, um das Magnetfeld zu vergrößern, das durch den Differenztakt erzeugt wird, und eine größere Induktivität für Differenztaktsignale zu erzeugen.

[0042] Wie sowohl im Hinblick auf die Ersatzschaltung **201** als auch auf die Ersatzschaltung **203** beschrieben worden ist, ist die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **200** vorteilhafterweise so ausgelegt, dass sie den Bandbreitenerweiterungseffekt für Differenztaktsignale und Gleichtaktsignale differenzieren kann. Im Vergleich zu den herkömmlichen eigenständigen T-Spulen-Schaltungen verwendet die gekoppelte T-Spulen-Schaltung kleinere Spulen, um die gleiche Differenztakt-Bandbreitenerweiterung vorzusehen, weil die Induktivität pro Einheitenlänge der gekoppelten T-Spule um $L(1+K)$ erhöht ist. Die gekoppelte T-Spulen-Schaltung eliminiert auch den induktiven Effekt der Gleichtaktsignale, indem sie das Magnetfeld, das durch Gleichtaktsignale erzeugt wird, aufhebt bzw. löscht, was die Schaltungsstabilität weiter verbessert. Die gekoppelte T-Spulen-Schaltung reduziert die Induktivität für Gleichtaktsignale um $L(1-K)$, so dass die Gleichtaktsignale nicht viel Peaking (Anhebung bzw. Überhöhung) erfahren und bei

Hochfrequenz unterdrückt werden. Die gekoppelte T-Spule verringert verbessert die Schaltungsleistung für die Bandbreitenerweiterung und reduziert aufgrund der Einsparung von Fläche die Kosten.

[0043] Unter Bezugnahme auf **Fig. 3** ist ein Diagramm einer integrierten Schaltung **300** mit gekoppelter T-Spulen-Schaltung in Übereinstimmung mit einer veranschaulichenden Ausführungsform dargestellt. Die integrierte Schaltung **300** mit gekoppelter T-Spulen-Schaltung weist eine erste T-Spulen-Schaltung **301** und eine zweite T-Spulen-Schaltung **303** auf, die aufeinander gestapelt sind. In einigen Ausführungsformen hat jede von den T-Spulen-Schaltungen **301** und **303** wenigstens einen Abschnitt der Schaltung, der in zwei zusammengeschalteten bzw. miteinander verbundenen Schichten bzw. Zusammenschaltungsschichten der integrierten Schaltung **300** gebildet ist. In einigen Ausführungsformen ist die T-Spulen-Schaltung **301** ähnlich wie die T-Spulen-Schaltung **303** gebildet, aber auf der integrierten Schaltung (z.B. auf einer gedruckten Leiterplatte) in einer symmetrischen Richtung aufgedruckt, wie dies in **Fig. 3** gezeigt ist.

[0044] Die erste T-Spulen-Schaltung **301** weist einen Eingangsanschluss **311** und einen Ausgangsanschluss **313** auf. In einigen Ausführungsformen können der Eingangsanschluss **311** und der Ausgangsanschluss **313** für sowohl Eingangssignale als auch Ausgangssignale vertauscht werden. Die erste T-Spulen-Schaltung **301** weist einen Kondensator **305**, der ähnlich wie der Kondensator **113** in **Fig. 1B** ist, für eine Laststeuerung auf.

[0045] Die zweite T-Spulen-Schaltung **303** weist einen Eingangsanschluss **317** und einen Ausgangsanschluss **315** auf. In einigen Ausführungsformen können der Eingangsanschluss **315** und der Ausgangsanschluss **317** für sowohl Eingangssignale als auch Ausgangssignale vertauscht werden. Die zweite T-Spulen-Schaltung **303** weist einen Kondensator **307**, der ähnlich wie der Kondensator **113** in **Fig. 1B** ist, für eine Laststeuerung auf.

[0046] In einigen Ausführungsformen haben die ersten und die zweiten T-Spulen-Schaltungen **301** und **303** eine gleiche Spulengröße, so dass dann, wenn zwei Schaltungen gekoppelt werden, die zwei Schaltungen einander komplett überlappen. Diese gekoppelte T-Spulen-Struktur spart beträchtlich Fläche, was die Kosten noch weiter reduziert. Außerdem sieht diese gekoppelte T-Spulen-Struktur eine gegenseitige Kopplung der zwei T-Spulen-Schaltungen für Differenztaktsignale vor, sie verbessert die Stabilität, indem sie einen induktiven Gleichtakt-Effekt löscht, und sie verbessert die Gleichtaktunterdrückung, indem sie die Induktivität für die Gleichtaktsignale reduziert.

[0047] Für Gleichtaktsignale, die die gleiche Größe und die gleiche Richtung haben, empfängt die erste T-Spulen-Schaltung **301** ein Gleichtaktsignal an dem Eingangsanschluss **311** und empfängt die zweite T-Spulen-Schaltung **303** ein Gleichtaktsignal an dem Eingangsanschluss **317**. Innerhalb der ersten T-Spulen-Schaltung **301** fließt das Gleichtaktsignal entlang der Spule **319** zu dem Ausgangsanschluss **313** und bildet einen Stromfluss im Uhrzeigersinn. Innerhalb der zweiten T-Spulen-Schaltung **303** fließt das Gleichtaktsignal entlang der T-Spulen-Schaltung **321** zu dem Ausgangsanschluss **315** und bildet einen Stromfluss im Gegenuhrzeigersinn. Der Stromfluss im Uhrzeigersinn in der ersten T-Spulen-Schaltung **301** erzeugt ein erstes Magnetfeld, und der Stromfluss im Gegenuhrzeigersinn in der zweiten T-Spulen-Schaltung **303** erzeugt ein zweites Magnetfeld. Die ersten und die zweiten Magnetfelder haben die gleiche Größe und entgegengesetzte Richtungen. Infolgedessen heben sich die ersten und die zweiten Magnetfelder gegenseitig auf. Auf diese Weise ist die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **300** für Gleichtaktsignale aufgrund der Induktionsauslöschung nicht induktiv, was die Schaltungsstabilität verbessert.

[0048] Wenn die zwei T-Spulen-Schaltungen **301** und **303** direkt gekoppelt sind, wird außerdem ein induktiver Kopplungskoeffizient erhöht. Die Induktivität für Gleichtaktsignale ist umgekehrt proportional zu dem induktiven Kopplungskoeffizienten. Wenn der induktive Kopplungskoeffizient erhöht wird, wird die Induktivität für die Gleichtaktsignale verringert, so dass die Gleichtaktsignale kein großes Peaking erfahren und bei einer hohen Frequenz unterdrückt werden. Auf diese Weise verbessert die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **300** die Gleichtaktunterdrückung.

[0049] Für Differenztaktsignale empfängt die erste T-Spulen-Schaltung **301** ein erstes Differenztaktsignal an dem Eingangsanschluss **311** und empfängt die zweite T-Spulen-Schaltung **303** ein zweites Differenztaktsignal an dem Eingangsanschluss **317**. Die ersten und die zweiten Differenztaktsignale haben die gleiche Größe und entgegengesetzte Richtungen. So hat zum Beispiel das erste Differenztaktsignal eine positive Richtung, die von dem Eingangsanschluss **311** entlang der Spule **319** zu dem Ausgangsanschluss **313** verläuft. Das zweite Differenztaktsignal hat eine negative Richtung, die von dem Ausgangsanschluss **315** entlang der Spule **321** zu dem Eingangsanschluss **317** verläuft. Das erste Differenztaktsignal bildet einen Stromfluss im Uhrzeigersinn in der ersten T-Spulen-Schaltung **301**. Das zweite Differenztaktsignal bildet ebenfalls einen Stromfluss im Uhrzeigersinn in der zweiten T-Spulen-Schaltung **303**. Die erste T-Spulen-Schaltung **301** erzeugt ein erstes Magnetfeld unter Verwendung des Stromflusses im Uhrzeigersinn. Die zweite T-Spulen-Schaltung **303** erzeugt ein zweites Magnetfeld unter Verwendung des Stromflusses im Uhrzeigersinn. Die ersten

und die zweiten Magnetfelder haben die gleiche Richtung und die gleiche Größe. Wenn die erste T-Spulen-Schaltung **301** mit der zweiten T-Spulen-Schaltung **303** gekoppelt wird, um die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **300** zu bilden, sehen die zwei T-Spulen-Schaltungen eine gegenseitige Kopplung vor, die das erste Magnetfeld und das zweite Magnetfeld miteinander addiert, um ein verdoppeltes Magnetfeld zu bilden. Auf diese Weise sieht die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **300** eine große Bandbreitenerweiterung für Differenztaktsignale vor.

[0050] Die Induktivität für Differenztaktsignale ist außerdem direkt proportional zu dem induktiven Kopplungskoeffizienten. Wenn der induktive Kopplungskoeffizient erhöht wird, wird die Induktivität für die Differenztaktsignale erhöht, so dass die Differenztaktsignale auf einem gleichen Niveau wie herkömmliche T-Spulen erweitert werden können, wobei aber viel kleinere Spulen verwendet werden. Auf diese Weise reduziert die gekoppelte T-Spulen-Schaltung **300** sowohl die Fläche wie auch die Kosten.

[0051] Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** ist ein Ablaufdiagramm eines Prozesses **400** zur Bereitstellung einer gekoppelten T-Spule zur Erweiterung einer Differenztaktbandbreite und zur Verbesserung der Gleichtaktstabilität und der Gleichtaktunterdrückung dargestellt. Bei dem Vorgang **401** umfasst das Bilden der ersten T-Spulen-Schaltung das Bilden eines ersten Eingangsanschlusses und eines ersten Ausgangsanschlusses und von einer oder mehreren ersten Spulen, die zwischen dem ersten Eingangsanschluss und dem ersten Ausgangsanschluss angeschlossen sind. Die eine oder die mehreren ersten Spulen werden in einer ersten Wickelrichtung (z.B. im Uhrzeigersinn oder im Gegenuhrzeigersinn) gebildet. Der erste Eingangsanschluss und der erste Ausgangsanschluss sind so konfiguriert, dass sie Signale empfangen und ausgeben. Die Eingangssignale schließen sowohl Differenztaktsignale als auch Gleichtaktsignale ein. Die eine oder die mehreren ersten Spulen sind so gebildet, dass Eingangssignale einen Stromfluss in einer ersten Flussrichtung innerhalb der einen oder der mehreren ersten Spulen bilden, und dass dies ein erstes Magnetfeld erzeugt.

[0052] In einigen Ausführungsformen wird die erste T-Spulen-Schaltung so gebildet, dass eine Ersatzschaltung der ersten T-Spulen-Schaltung einen ersten Kondensator aufweist, der zwischen der einen oder den mehreren ersten Spulen angeschlossen ist. Der erste Kondensator ist dafür konfiguriert, eine überschüssige Spannungs-/Stromlast zu empfangen. Wenn es zum Beispiel eine plötzliche Spannungs-/Stromspitze gibt, die die erste T-Spulen-Schaltung beschädigen kann, so kann die erste T-Spulen-Schaltung die überschüssige Spannung bzw. den überschüssigen Strom zu dem ersten Kondensator leiten. In einigen Ausführungsformen ist die ers-

te T-Spulen-Schaltung so gebildet, dass eine Ersatzschaltung der ersten T-Spulen-Schaltung einen zweiten Kondensator aufweist, der zwischen dem Eingangsanschluss und dem Ausgangsanschluss angeschlossen ist und die eine oder die mehreren ersten Spulen umgeht.

[0053] Bei dem Vorgang **403** umfasst das Bilden der zweiten T-Spulen-Schaltung das Bilden eines zweiten Eingangsanschlusses und eines zweiten Ausgangsanschlusses und von einer oder mehreren zweiten Spulen, die zwischen dem zweiten Eingangsanschluss und dem zweiten Ausgangsanschluss angeschlossen sind. Die eine oder die mehreren zweiten Spulen werden in einer zweiten Wickelrichtung (z.B. im Uhrzeigersinn oder im Gegenuhrzeigersinn) gebildet. Die zweite Wickelrichtung unterscheidet sich von der ersten Wickelrichtung der einen oder der mehreren ersten Spulen. Wenn zum Beispiel die eine oder die mehreren ersten Spulen in einer Wickelrichtung im Uhrzeigersinn gebildet sind, dann sind die eine oder die mehreren zweiten Spulen in einer Wickelrichtung im Gegenuhrzeigersinn gebildet und umgekehrt.

[0054] Der zweite Eingangsanschluss und der zweite Ausgangsanschluss sind so konfiguriert, dass sie Ausgangssignale empfangen und ausgeben. Die Eingangssignale umfassen sowohl Differenztaktsignale als auch Gleichtaktsignale. Die eine oder die mehreren zweiten Spulen sind so gebildet, dass die Eingangssignale einen zweiten Stromfluss in einer zweiten Flussrichtung in der einen oder den mehreren zweiten Spulen bilden, und dass dies ein zweites Magnetfeld erzeugt. Da die eine oder die mehreren ersten Spulen und die eine oder die mehreren zweiten Spulen entgegengesetzte Wickelrichtungen haben, haben die ersten Spulen und die zweiten Spulen dann, wenn die erste T-Spulen-Schaltung und die zweite T-Spulen-Schaltung Signale mit der gleichen Richtung (d.h. Gleichtaktsignale) eingeben, Stromflüsse in unterschiedlichen Richtungen, was des Weiteren Magnetfelder in entgegengesetzten Richtungen erzeugt. Auf diese Weise haben dann, wenn Gleichtaktsignale in die erste T-Spulen-Schaltung und die zweite T-Spulen-Schaltung eingegeben werden, die Magnetfelder, die von den ersten und den zweiten T-Spulen-Schaltungen erzeugt werden, die gleiche Größe und entgegengesetzte Richtungen, was die Magnetfelder aufhebt, wenn die ersten und die zweiten T-Spulen-Schaltungen aufeinander gestapelt werden. In einigen Ausführungsformen ist die zweite T-Spulen-Schaltung ähnlich wie die erste T-Spulen-Schaltung mit Ausnahme von entgegengesetzten Spulenwickelrichtungen gebildet.

[0055] Beim Vorgang **405** wird die erste T-Spulen-Schaltung mit der zweiten T-Spulen-Schaltung so gekoppelt, dass das erste Magnetfeld, das von der ersten T-Spulen-Schaltung erzeugt wird, das zwei-

te Magnetfeld überlappt, das von der zweiten T-Spulen-Schaltung erzeugt wird. In einigen Ausführungsformen umfasst das Koppeln der ersten und der zweiten T-Spulen-Schaltungen folgende Schritte: das Bilden eines ersten Abschnitts der ersten T-Spulen-Schaltung in einer ersten Zusammenschaltungsschicht bzw. Verbindungsschicht, das Bilden eines ersten Abschnitts der zweiten T-Spulen-Schaltung parallel zu dem ersten Abschnitt der ersten T-Spulen-Schaltung in der ersten Zusammenschaltungsschicht, das Bilden eines zweiten Abschnitts der T-Spulen-Schaltung in einer zweiten Zusammenschaltungsschicht und das Bilden eines zweiten Abschnitts der zweiten T-Spulen-Schaltung parallel zu dem zweiten Abschnitt der ersten T-Spulen-Schaltung in der zweiten Zusammenschaltungsschicht. Die ersten und die zweiten Zusammenschaltungsschichten werden zusammengeschaltet bzw. miteinander verbunden und vertikal zusammen gestapelt. Die Struktur der gekoppelten T-Spulen-Schaltung erlaubt es, dass Gleichtaktsignale in unterschiedlichen Richtungen innerhalb der ersten T-Spulen-Schaltung und der zweiten T-Spulen-Schaltung fließen können, so dass die Magnetfelder, die durch die Stromflüsse in unterschiedlichen Richtungen erzeugt werden, aufgehoben werden. Auf diese Weise ist die gekoppelte T-Spulen-Schaltung für Gleichtaktsignale nicht induktiv. Die Struktur der gekoppelten T-Spulen-Schaltung erlaubt des Weiteren, dass Differenztaktsignale innerhalb der ersten T-Spulen-Schaltung und der zweiten T-Spulen-Schaltung in einer gleichen Richtung fließen können, so dass die Magnetfelder durch die Stromflüsse in der gleichen Richtung einander verstärken, um ein größeres Magnetfeld zu erzeugen. Auf diese Weise sieht die gekoppelte T-Spulen-Schaltung eine gewünschte effektive Induktivität für die Bandbreitenerweiterung vor.

[0056] In einigen Ausführungsformen werden die ersten und die zweiten T-Spulen-Schaltungen so gekoppelt, das ein induktiver Kopplungskoeffizient zwischen der ersten T-Spulen-Schaltung und der zweiten T-Spulen-Schaltung einen gewünschten Wert erreicht. In einigen Ausführungsformen setzt das Erhöhen des induktiven Kopplungskoeffizienten die Induktivität jeder Spule der gekoppelten T-Spulen-Schaltung für Gleichtaktsignale herab und erhöht die Induktivität jeder Spule der gekoppelten T-Spulen-Schaltung für Differenztaktsignale. Aufgrund der erhöhten Induktivität der Spulen der gekoppelten T-Spulen-Schaltung werden kleinere Spulen für die Bereitstellung einer gewünschten Bandbreitenerweiterung benötigt, als dies im Vergleich dazu bei einer herkömmlichen T-Spulen-Schaltung nötig ist.

[0057] Die vorliegende Offenbarung ist oben anhand von Verfahrensschritten beschrieben worden, die die Performanz von spezifizierten Funktionen und Beziehungen davon veranschaulichen. Die Grenzen und die Sequenz dieser Funktionsbausteine und Verfah-

rensschritte sind hier willkürlich aus Gründen der leichteren Beschreibung definiert worden. Alternative Grenzen und Sequenzen können definiert werden, solange die spezifizierten Funktionen und Beziehungen entsprechend durchgeführt werden. Jede dieser alternativen Grenzen oder Sequenzen liegt somit innerhalb des Schutzzumfangs und des Geistes der beanspruchten Erfindung. Des Weiteren sind die Grenzen dieser Funktionsbausteine aus Gründen der leichteren Beschreibung willkürlich definiert worden. Alternative Grenzen können definiert werden, solange die gewissen signifikanten Funktionen entsprechend durchgeführt werden. In ähnlicher Weise können auch Ablaufdiagrammblöcke hier willkürlich definiert worden sein, um eine gewisse signifikante Funktionalität zu veranschaulichen. In dem Ausmaß, wie sie verwendet werden, hätten die Grenzen der Ablaufdiagrammblöcke und die Sequenz davon auch anders definiert werden können und könnten immer noch die gewisse signifikante Funktionalität durchführen. Solche alternativen Definitionen von sowohl Funktionsbausteinen als auch Ablaufdiagrammblöcken und Sequenzen liegen somit innerhalb des Schutzzumfangs und des Geistes der beanspruchten Erfindung. Ein Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet wird auch erkennen, dass die Funktionsbausteine und andere veranschaulichte Blöcke, Module und Komponenten darin so implementiert werden können, wie sie veranschaulicht sind, oder durch diskrete Bauteile, anwendungsspezifische integrierte Schaltungen, Prozessoren, die eine entsprechende Software ausführen, und dergleichen oder durch jegliche Kombination davon.

[0058] Die vorliegende Offenbarung hätte auch zumindest teilweise im Hinblick auf eine oder mehrere Ausführungsformen beschrieben werden können. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird hier verwendet, um die vorliegende Erfindung, einen Aspekt davon, ein Merkmal davon, ein Konzept davon und/oder ein Beispiel davon zu veranschaulichen. Eine physische Ausführungsform einer Vorrichtung, eines Erzeugnisses, einer Maschine und/oder eines Prozesses, der die vorliegende Erfindung verkörpert, können einen bzw. ein oder mehrere der Aspekte, Merkmale, Konzepte, Beispiele, etc. einschließen, die in Bezug auf eine oder mehrere der hier erörterten Ausführungsformen beschrieben worden sind. Des Weiteren können die Ausführungsformen von Figur zu Figur die gleichen oder ähnlich benannte Funktionen, Schritte, Module, etc. beinhalten, die die gleichen oder unterschiedliche Bezugszeichen verwenden können, und somit können die Funktionen, Schritte, Module, etc. die gleichen oder ähnliche Funktionen, Schritte, Module, etc. oder andere sein.

[0059] Es sollte angemerkt werden, dass gewisse Passagen der vorliegenden Offenbarung Begriffe wie etwa „erste“ bzw. „erster“ und „zweite“ bzw. „zweiter“ in Verbindung mit Vorrichtungen zum Zwecke der

Identifizierung oder Unterscheidung des einen von dem anderen oder von anderen erwähnen können. Diese Begriffe sind nicht dazu gedacht, Objekte (z.B. eine erste Spule und eine zweite Spule) lediglich vorübergehend oder entsprechend einer Sequenz in Beziehung zu bringen, obwohl diese Objekte in einigen Fällen eine solche Beziehung aufweisen können. Auch begrenzen diese Begriffe nicht die Anzahl an möglichen Objekten (z.B. Spulen), die innerhalb eines Systems oder einer Umgebung arbeiten können.

[0060] Es sollte klar sein, dass die oben beschriebenen Systeme mehrere von irgendwelchen oder von jeder von solchen Komponenten bereitstellen können und dass diese Komponenten entweder in einer integrierten Schaltung oder in einigen Ausführungsformen in mehreren Schaltungen, Schaltungsplatinen oder diskreten Bauteilen bereitgestellt werden können. Außerdem können die oben beschriebenen Systeme und Verfahren für verschiedene Systemparameter und Designkriterien wie etwa eine Anzahl an Spulen, die Form von Spulen, Spulenschichten, etc. angepasst werden. Obwohl in den Zeichnungen eine Darstellung mit gewissen Komponenten direkt miteinander gekoppelt gezeigt ist, ist eine direkte Kopplung nicht in einer begrenzenden Weise gezeigt und ist nur beispielhaft gezeigt. Alternative Ausführungsformen schließen Schaltungen mit einer indirekten Kopplung zwischen den gezeigten Komponenten ein.

[0061] Es sollte angemerkt werden, dass, obwohl die hier bereitgestellten Ablaufdiagramme eine spezifische Reihenfolge von Verfahrensschritten zeigen, es klar ist, dass die Reihenfolge dieser Schritte von dem, was dargestellt ist, abweichen kann. Es können auch zwei oder mehr Schritte gleichzeitig oder mit einer teilweisen Gleichzeitigkeit durchgeführt werden. Eine solche Variation wird von den ausgewählten Software- und Hardware-Systemen sowie von der Designerauswahl abhängen. Es ist klar, dass alle solche Variationen innerhalb des Schutzzumfangs der Offenbarung liegen.

[0062] Obwohl die oben geschriebene Beschreibung der Verfahren und Systeme einen Durchschnittsfachmann in die Lage versetzen wird, verschiedene Ausführungsformen dieser Verfahren und Systeme durchzuführen und zu verwenden, wird den Durchschnittsfachmännern die Existenz von Variationen, Kombinationen und Äquivalenten der hier genannten spezifischen Ausführungsform, des hier genannten spezifischen Verfahrens und der hier genannten spezifischen Beispiele klar sein und dies auch bewusst sein. Die vorliegenden Verfahren und Systeme sollen deshalb durch die oben beschriebenen Ausführungsformen, Verfahren und Beispiele nicht beschränkt sein, sondern durch alle Ausführungsformen und Verfahren innerhalb des Schutzzumfangs und des Geistes der Offenbarung.

Patentansprüche

1. Integrierte Schaltung, die eine gekoppelte T-Spulen-Schaltung einschließt, wobei die integrierte Schaltung Folgendes aufweist:
 - eine erste Schicht, die einen ersten Abschnitt einer ersten T-Spulen-Schaltung und einen ersten Abschnitt einer zweiten T-Spulen-Schaltung aufweist; und
 - eine zweite Schicht, die oben auf der ersten Schicht angeordnet ist und mit der ersten Schicht zusammengeschaltet ist, wobei die zweite Schicht einen zweiten Abschnitt der ersten T-Spulen-Schaltung und einen zweiten Abschnitt der zweiten T-Spulen-Schaltung einschließt, wobei die erste T-Spulen-Schaltung eine oder mehrere erste Spulen mit einer ersten Wickelrichtung aufweist und die zweite T-Spulen-Schaltung eine oder mehrere zweite Spulen mit einer zweiten Wickelrichtung, die entgegengesetzt zu der ersten Wickelrichtung ist, aufweist.
2. Integrierte Schaltung nach Anspruch 1, wobei eine Ersatzschaltung der ersten T-Spulen-Schaltung einen ersten Kondensator aufweist, der zwischen der einen oder den mehreren ersten Spulen und der Erde angeschlossen ist.
3. Integrierte Schaltung nach Anspruch 2, wobei die Ersatzschaltung der ersten T-Spulen-Schaltung einen zweiten Kondensator aufweist, der parallel zu der einen oder den mehreren ersten Spulen in der ersten T-Spulen-Schaltung geschaltet ist.
4. Integrierte Schaltung nach Anspruch 1, wobei eine Ersatzschaltung der zweiten T-Spulen-Schaltung einen ersten Kondensator aufweist, der zwischen der einen oder den mehreren zweiten Spulen und der Erde angeschlossen ist.
5. Integrierte Schaltung nach Anspruch 4, wobei die Ersatzschaltung der zweiten T-Spulen-Schaltung einen zweiten Kondensator aufweist, der parallel zu der einen oder den mehreren zweiten Spulen in der zweiten T-Spulen-Schaltung geschaltet ist.
6. Integrierte Schaltung nach Anspruch 1, wobei die erste T-Spulen-Schaltung so konfiguriert ist, dass sie ein erstes Magnetfeld für Gleichtaktsignale erzeugt.
7. Integrierte Schaltung nach Anspruch 6, wobei die zweite T-Spulen-Schaltung so konfiguriert ist, dass sie ein zweites Magnetfeld für die Gleichtaktsignale erzeugt, das eine entgegengesetzte Richtung zu dem ersten Magnetfeld hat.
8. Integrierte Schaltung nach Anspruch 7, wobei die ersten und die zweiten Magnetfelder, die von den Gleichtaktsignalen erzeugt werden, eine gleiche Größe haben.

9. Integrierte Schaltung nach Anspruch 1, wobei die gekoppelte T-Spulen-Schaltung für Gleichtaktsignale nicht induktiv ist.

10. Verfahren zur Bereitstellung einer gekoppelten T-Spulen-Schaltung, das die folgenden Schritte umfasst:

Bilden einer ersten T-Spulen-Schaltung, die eine oder mehrere erste Spulen mit einer ersten Spulenwickelrichtung einschließt;

Bilden einer zweiten T-Spulen-Schaltung, die eine oder mehrere zweite Spulen mit einer zweiten Spulenwickelrichtung, die entgegengesetzt zu der zweiten Spulenwickelrichtung ist, einschließt; und

Koppeln der ersten T-Spulen-Schaltung mit der zweiten T-Spulen-Schaltung durch das Aufeinanderstapeln von Abschnitten der einen oder der mehreren ersten Spulen und der einen oder der mehreren zweiten Spulen.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

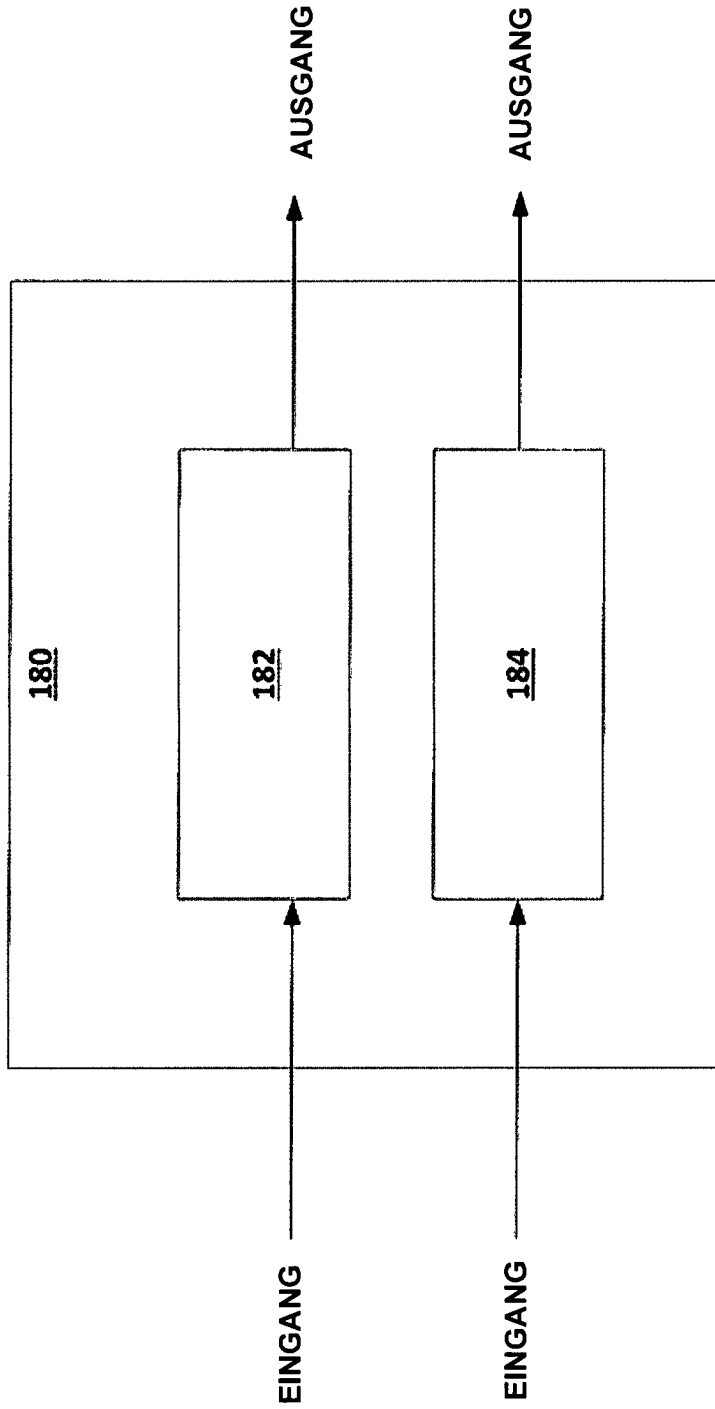


FIG. 1A

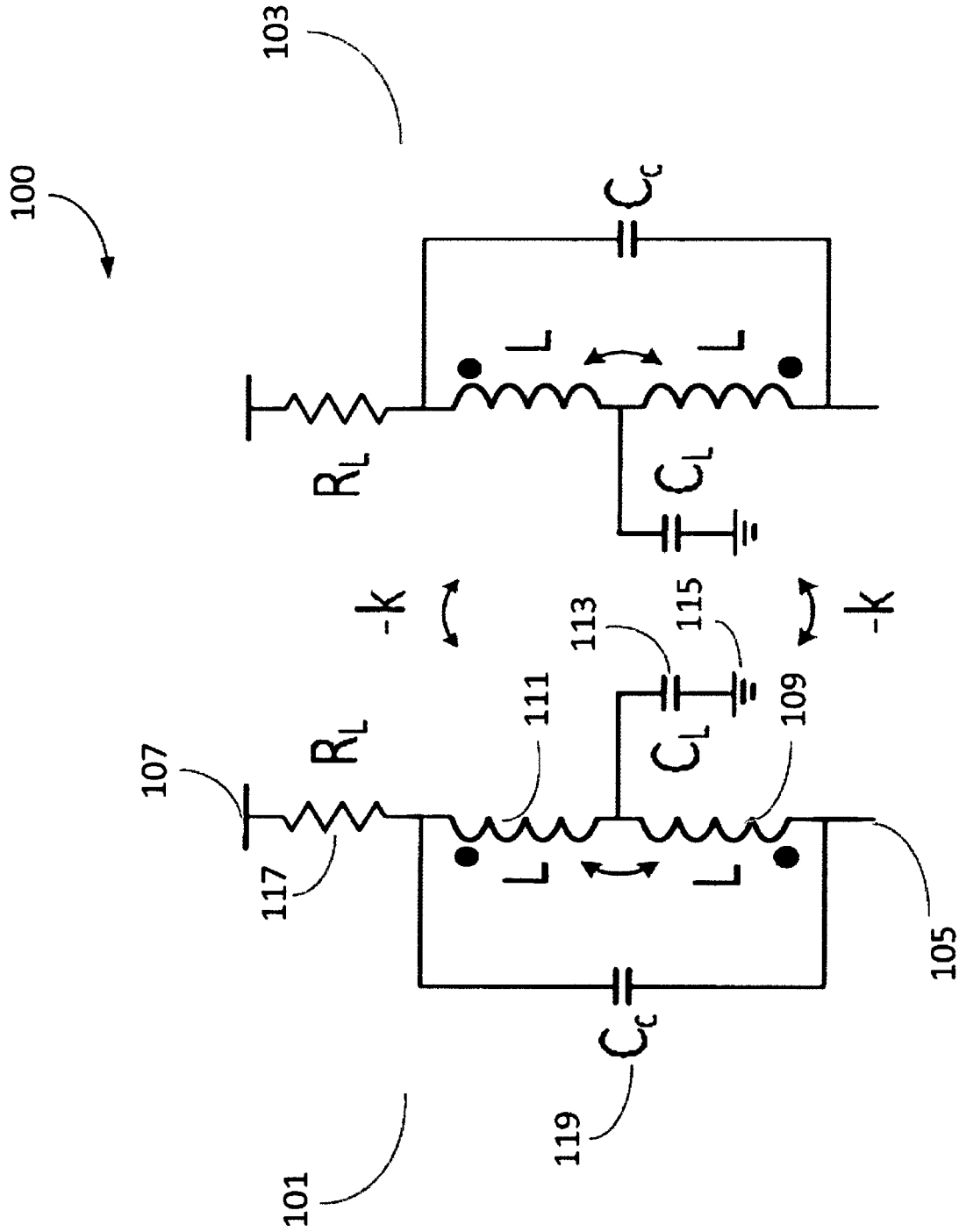


FIG. 1B

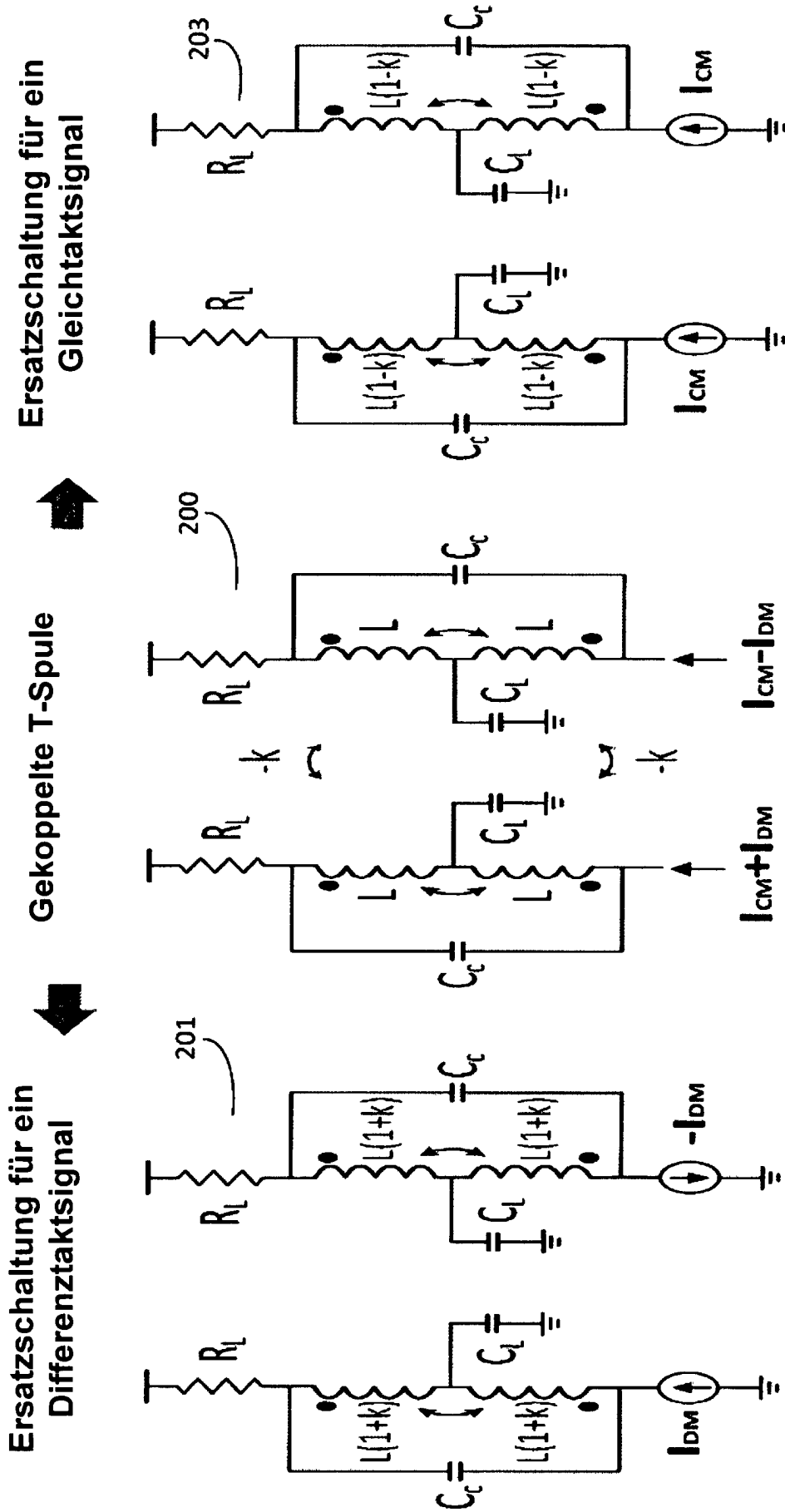


FIG. 2

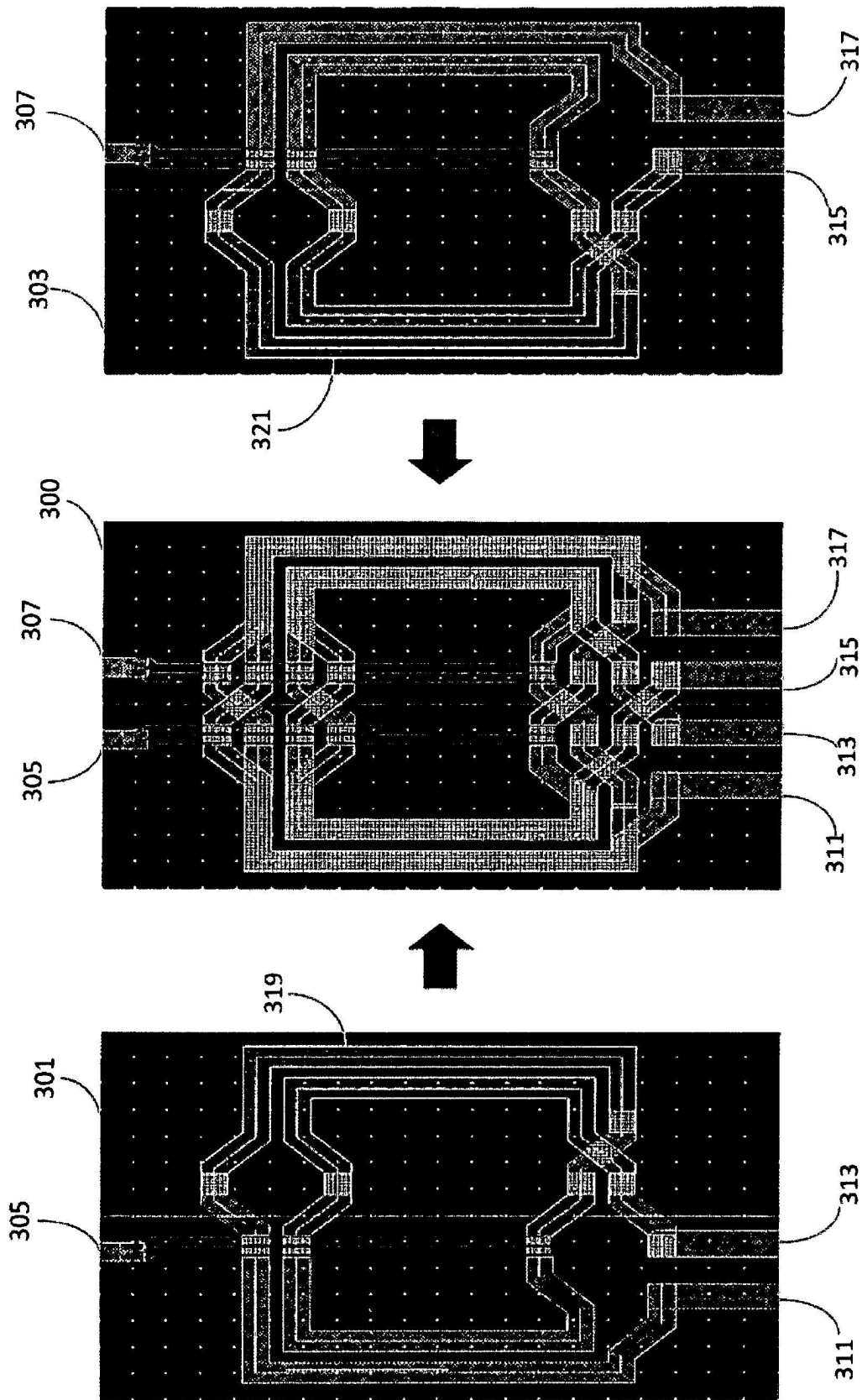


FIG. 3

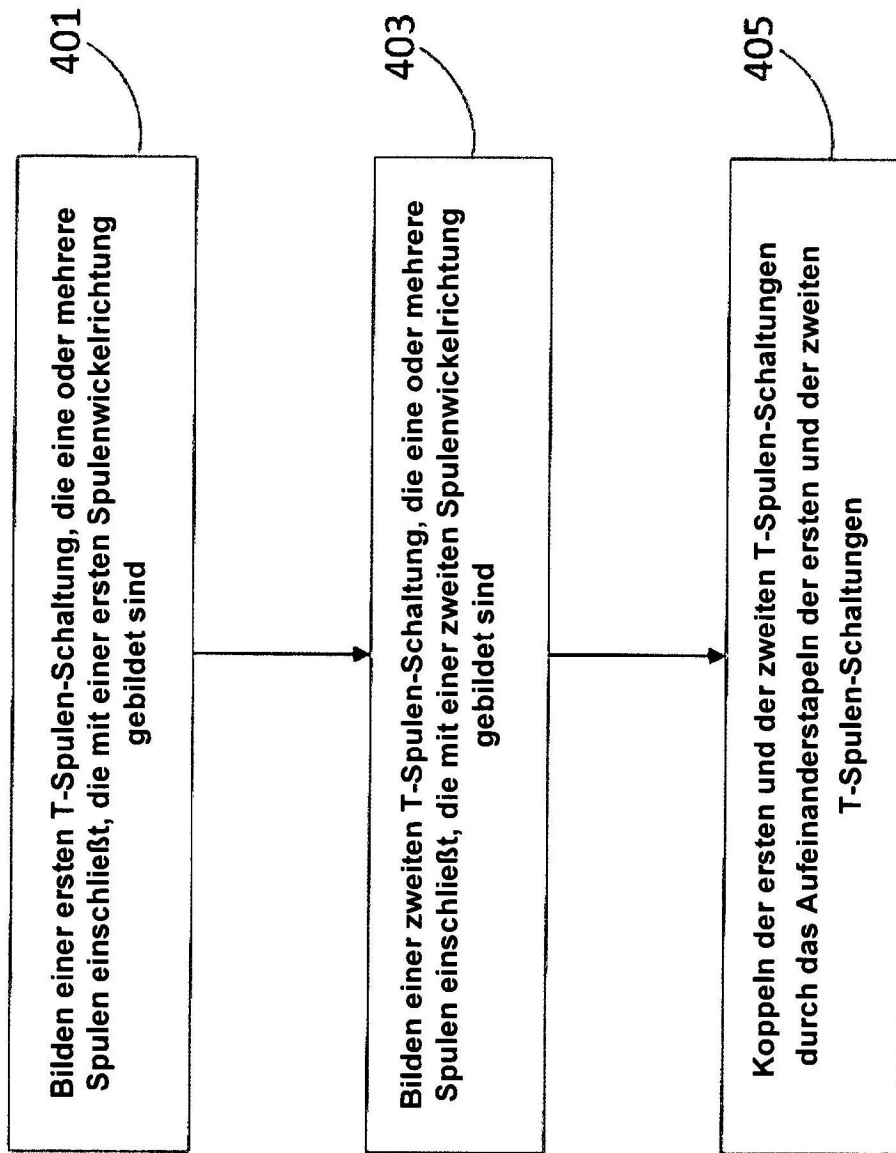


FIG. 4