



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 016 295 A1** 2006.10.12

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 016 295.9**

(22) Anmeldetag: **08.04.2005**

(43) Offenlegungstag: **12.10.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H03H 7/01** (2006.01)

**H03F 3/217** (2006.01)

**H03F 3/68** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Infineon Technologies AG, 81669 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Viehmann, Hans-Heinrich, 81739 München, DE**

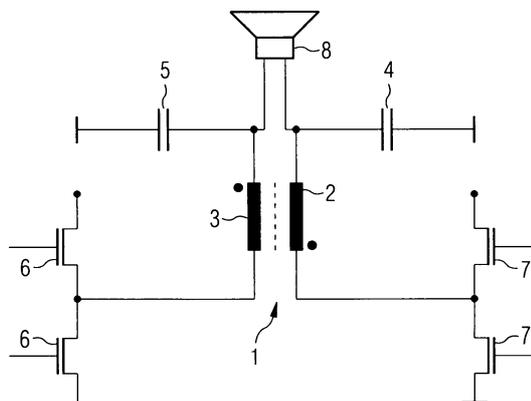
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**US2004/00 75 490 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Induktivität für ein Ausgangs-Tiefpassfilter eines Brückenverstärkers**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Induktivität (1) mit wenigstens einem Wicklungspaar (2, 3) zur Verwendung in einem LC-Tiefpassfilter als Ausgangsfilter eines Brückenverstärkers (6, 7) sowie eine Verstärkerschaltung mit einem Brückenverstärker (6, 7) mit einem LC-Tiefpassfilter als Ausgangsfilter mit einer derartigen Induktivität (1). Die Induktivität (1) umfasst wenigstens ein Wicklungspaar mit zwei Wicklungen (2, 3), die magnetisch eng derart miteinander gekoppelt sind, dass sich die Magnetfelder der beiden Wicklungen (2, 3) bei Beaufschlagung der Induktivität (1) mit einem Ausgangsstrom des Brückenverstärkers (6, 7) addieren. Durch diese magnetisch enge Kopplung werden die Herstellungskosten und der Platzbedarf für eine derartige Induktivität (1) und eine eine solche Induktivität (1) umfassende Verstärkerschaltung verringert.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Induktivität mit wenigstens einem Wicklungspaar zur Verwendung in einem LC-Tiefpassfilter als Ausgangsfilter eines Brückenverstärkers sowie eine Brückenverstärkeranordnung mit Ausgangs-Tiefpassfilter mit einer derartigen Induktivität.

### Stand der Technik

**[0002]** Durch die US 2003/0067349 ist eine Verstärkeranordnung mit einem Brückenverstärker bekannt, an dem über ein Tiefpassfilter ein Lautsprecher angeschlossen ist. Das Tiefpassfilter besteht aus zwei LC-Filtern mit jeweils einer Induktivität und einer Kapazität. Die Induktivitäten der beiden LC-Filter sind in einem Gehäuse vereint, wobei die beiden Induktivitäten voneinander magnetisch entkoppelt sind. Dazu wird beispielsweise die Verwendung einer magnetischen Abschirmung beschrieben. Nachteiligerweise führt die magnetische Entkopplung zwischen den Induktivitäten zu einem erhöhten Platzbedarf, der sich nachteilig auf die Herstellungskosten und den Platzbedarf der Verstärkeranordnung auswirkt, in der die Induktivität verwendet werden soll.

### Aufgabenstellung

**[0003]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Induktivität zur Verwendung in einem LC-Tiefpassfilter als Ausgangsfilter eines Brückenverstärkers sowie eine Schaltungsanordnung mit einem Brückenverstärker und einem LC-Tiefpassfilter zu schaffen, mit denen der Platzbedarf und die Herstellungskosten verringert werden können.

**[0004]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch ein Tiefpassfilter mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

**[0005]** Die erfindungsgemässe Induktivität besitzt wenigstens ein Wicklungspaar mit zwei Wicklungen, wobei die zwei Wicklungen jedes Wicklungspaares magnetisch eng derart gekoppelt sind, dass sich die Magnetfelder der beiden Wicklungen addieren, sobald sie mit einem Ausgangsstrom des Brückenverstärkers beaufschlagt werden bzw. von dem Ausgangsstrom durchflossen werden. Die magnetisch enge Kopplung führt zu einer besonders Platz sparenden Ausgestaltung der Induktivität, die zu einer Kostenverringerung und auch zu einem geringerem Platzbedarf der gesamten Schaltungsanordnung führt, in der die erfindungsgemässe Induktivität verwendet wird.

**[0006]** Wenn die beiden Wicklungen beispielsweise übereinander gewickelt werden, müssen die beiden Wicklungen gegensinnig gewickelt werden, wenn sie im Betrieb in entgegengesetzte Richtungen vom Strom durchflossen werden. Umgekehrt müssen sie gleichsinnig gewickelt werden, wenn sie im Betrieb in gleicher Richtung von dem Ausgangsstrom des Brückenverstärkers durchflossen werden. Im einfachsten Fall sind die beiden Wicklungen Luftspulen.

**[0007]** Das Verhältnis der Induktivität einer Wicklung zu der Kapazität des Kondensators, mit dem die Wicklung ein LC-Tiefpassfilter bildet, in Bezug auf die für das LC-Tiefpassfilter gewünschte Eckfrequenz wird nach den bekannten Berechnungsvorschriften für LC-Tiefpassfilter erster Ordnung berechnet, wobei der derart bestimmte Induktivitätswert mit einem Korrekturfaktor multipliziert wird, der zwischen 1 und 0,5 liegt und insbesondere von der magnetischen Kopplung der beiden Wicklungen abhängt. Dies bedeutet, dass mit der vorliegenden Erfindung der erforderliche Induktivitätswert für die beiden Wicklungen und somit die Kosten und der Platzbedarf verringert werden können.

**[0008]** Vorteilhafterweise wird die erfindungsgemässe Induktivität in einem LC-Tiefpassfilter eines Class-D-Brückenverstärkers beziehungsweise allgemein eines Brückenverstärkers verwendet, bei dem die Ausgangsspannungen der beiden Ausgänge nur eine bestimmte Anzahl von Werten annehmen können. Insbesondere können die Ausgangsleitungen des Brückenverstärkers zwei verschiedene Spannungen annehmen und wird die vom Brückenverstärker nach Tiefpassfilterung auszugebende Spannung durch Plusweitenmodulation gesteuert.

**[0009]** In einer vorteilhaften Ausbildung sind die beiden Wicklungen eines Wicklungspaares auf einen gemeinsamen ferromagnetischen Kern gewickelt. Der Kern kann beispielsweise ein Stabkern, ein Ringkern oder ein Schalenkern sein. Die Verwendung eines ferromagnetischen Kerns führt vorteilhafterweise zu einer wesentlichen Erhöhung der Induktivität bei kleinerem Platzbedarf.

**[0010]** Das LC-Tiefpassfilter kann insbesondere erster Ordnung sein. Bei diesem Filter verbindet die Induktivität den Signalausgang des Verstärkers mit einem an das Ausgangsfilter anzuschließenden Verbraucher, wobei der Kondensator den Anschlusspunkt zwischen der Induktivität und dem Verbraucher gegen Masse oder allgemein ein festes Potential schliesst. Die vorliegende Erfindung ist jedoch auch bei LC-Tiefpassfiltern höherer Ordnung einsetzbar, wobei jedoch nur die beiden Wicklungen einer Stufe ein magnetisch eng miteinander gekoppeltes Wicklungspaar bilden.

**[0011]** In einer Weiterbildung der Erfindung können

die Induktivitäten des LC-Tiefpassfilters zusammen mit den zugehörigen Kondensatoren zu einer Einheit vereint sein, die auch zusammen in einem Gehäuse angeordnet sein kann. Dies führt zu einer weiteren Vereinfachung des Einbaus des LC-Tiefpassfilters in eine Schaltungsanordnung.

#### Ausführungsbeispiel

**[0012]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert.

**[0013]** [Fig. 1](#) zeigt den Aufbau einer Brückenverstärker-Schaltungsanordnung mit daran angeschlossenem Lautsprecher gemäss dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

**[0014]** Die in [Fig. 1](#) dargestellte Schaltungsanordnung umfasst die Ausgangsstufen **6, 7** eines Brückenverstärkers, ein LC-Tiefpassfilter **1 bis 5** als Ausgangsfilter des Brückenverstärkers und einen als Verbraucher an dem Ausgang des LC-Tiefpassfilters **1 bis 5** angeschlossenen Lautsprecher **8**. Die Ausgangsstufen **6, 7** des Brückenverstärkers sind jeweils Halbbrücken und werden von einer nicht dargestellten Ansteuerschaltung in bekannter Weise gegensinnig so angesteuert, dass ein auf den Lautsprecher **8** auszugebendes Signal nach dem bekannten Verfahren der Pulsweitenmodulation umgesetzt wird. In beiden Halbbrücken **6, 7** sind jeweils zwei Transistoren mit deren Laststrecken in Serie zwischen einer Versorgungsspannung und Masse geschaltet, wobei der Knotenpunkt zwischen den beiden Transistoren jeder Halbbrücke **6, 7** einen Ausgang bildet, an dem ein Ausgangssignal abgegriffen wird. Die Ausgangssignale beider Ausgänge der beiden Halbbrücken **6, 7** bilden das differentielle Ausgangssignal des Brückenverstärkers.

**[0015]** Die Ausgänge der beiden Halbbrücken **6, 7** sind mit jeweils einem Eingangsanschluss einer von zwei Wicklungen **2, 3** verbunden, die zusammen in einer Induktivität **1** zusammengefasst sind. Die den Eingangsanschlüssen der beiden Wicklungen **2, 3** jeweils entgegengesetzten Anschlüsse bilden die Ausgangsanschlüsse der beiden Wicklungen **2, 3** und sind mit dem Lautsprecher **8** verbunden. Weiterhin ist der Ausgangsanschluss der Wicklung **3** über eine Kondensator **5** mit Masse verbunden und ist der Ausgangsanschluss der Wicklung **2** über einen Kondensator **4** mit Masse verbunden.

**[0016]** Die Wicklung **3** bildet zusammen mit dem Kondensator **5** ein LC-Tiefpassfilter erster Ordnung und die Wicklung **2** bildet zusammen mit dem Kondensator **4** ein LC-Tiefpassfilter erster Ordnung. Die Induktivitäten der beiden Wicklungen **2, 3** und die Kapazitäten, der beiden Kondensatoren **4, 5** sind jeweils gleich.

**[0017]** Die Wicklungen **2, 3** sind auf einen gemeinsamen Kern gewickelt und bilden mit diesem zusammen als Induktivität **1** eine bauliche Einheit. Die beiden Wicklungen **2, 3** sind gegensinnig innerhalb der Induktivität **1** gewickelt und werden bei Betrieb der Schaltungsanordnung nach [Fig. 1](#) in entgegengesetzter Richtung durch einen Ausgangsstrom der beiden Halbbrücken **6, 7** des Brückenverstärkers durchflossen. Dies bewirkt, dass die sich auf Grund des Ausgangsstroms bildenden Magnetfelder der beiden Wicklungen **2, 3** addieren. Die beiden Wicklungen **2, 3** können in einer Variante auch gleichsinnig gewickelt sein, wobei dann die Verschaltung derart erfolgen muss, dass sie jeweils in gleicher Richtung von dem Ausgangsstrom durchflossen werden.

**[0018]** Die beiden LC-Tiefpassfilter, die durch die Wicklung **3** und den Kondensator **5** bzw. die Wicklung **2** und den Kondensator **4** gebildet werden, besitzen eine Eckfrequenz, die entsprechend der allgemeinen Auslegung der Verstärkerschaltungsanordnung und insbesondere der Taktfrequenz des Brückenverstärkers eingestellt ist. Zur Berechnung des Verhältnisses der Induktivität der Wicklung **3** zur Kapazität des Kondensators **5** bzw. der Induktivität der Wicklung **2** zur Kapazität des Kondensators **4** in Abhängigkeit der gewünschten Eckfrequenz werden die bekannten Berechnungsvorschriften für LC-Tiefpassfilter erster Ordnung herangezogen, wobei der sich aus der Anwendung dieser Berechnungsvorschriften ergebende Induktivitätswert für die Wicklung **2** bzw. **3** mit einem Korrekturfaktor multipliziert wird, der zwischen 1 und 0,5 liegt und insbesondere von der magnetischen Kopplung zwischen den beiden Wicklungen abhängt. Dies bedeutet, dass der Wert der Induktivität der beiden Wicklungen **2, 3** im Fall der vorliegenden Erfindung durch die enge magnetische Kopplung bis auf die Hälfte des Werts verringert werden kann, der sich bei zwei magnetisch nicht gekoppelten Wicklungen eines LC-Tiefpassfilters gemäss dem Stand der Technik ergeben würde.

#### Bezugszeichenliste

##### [Fig. 1](#)

<b>1</b>	Induktivität
<b>2, 3</b>	Wicklung
<b>4, 5</b>	Kondensator
<b>6, 7</b>	Brückenverstärker
<b>8</b>	Lautsprecher

#### Patentansprüche

1. Induktivität (**1**) mit wenigstens einem Wicklungspaar (**2, 3**), zur Verwendung in einem LC-Tiefpassfilter als Ausgangsfilter eines Brückenverstärkers (**6, 7**) **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Wicklungen (**2, 3**) jedes Wicklungspaares magnetisch eng derart miteinander gekoppelt sind, dass

sich die Magnetfelder der beiden Wicklungen (**2, 3**) bei Beaufschlagung mit einem Ausgangsstrom des Brückenverstärkers (**6, 7**) addieren.

2. Induktivität (**1**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Brückenverstärker ein Class-D-Verstärker ist.

3. Induktivität (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Wicklungen (**2, 3**) eines Wicklungspaares auf einen gemeinsamen ferromagnetischen Kern gewickelt sind.

4. Induktivität (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das LC-Tiefpassfilter ein Tiefpass erster Ordnung ist.

5. Induktivität (**1**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das LC-Tiefpassfilter ein Tiefpass höherer Ordnung ist.

6. Induktivität (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet; dass die Induktivität (**1**) mit den zwei Kondensatoren (**4, 5**), die zusammen mit den beiden Wicklungen (**2, 3**) das LC-Tiefpassfilter bilden, zur Bildung einer baulichen Einheit miteinander verbunden sind.

7. Schaltungsanordnung mit einem Brückenverstärker (**6, 7**) und einem LC-Tiefpassfilter als Ausgangsfilter, dadurch gekennzeichnet, dass das LC-Tiefpassfilter eine Induktivität (**1**) nach einem der Ansprüche 1-6 aufweist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

