

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 923 092 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.06.1999 Patentblatt 1999/24

(51) Int Cl.⁶: H01F 38/08

(21) Anmeldenummer: 98204108.9

(22) Anmeldetag: 03.12.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• Raets, Hubert,
c/o Philips Patentverwaltung GmbH
22335 Hamburg (DE)
• Albach, Manfred Dr.,
c/o Philips Patentverw. GmbH
22335 Hamburg (DE)

(30) Priorität: 10.12.1997 DE 19754845

(71) Anmelder:
• Philips Patentverwaltung GmbH
22335 Hamburg (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
DE
• Koninklijke Philips Electronics N.V.
5621 BA Eindhoven (NL)
Benannte Vertragsstaaten:
FR GB

(74) Vertreter: Peters, Carl Heinrich, Dipl.-Ing. et al
Philips Patentverwaltung GmbH,
Röntgenstrasse 24
22335 Hamburg (DE)

(54) Transformator

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Transformator, insbesondere für einen Spannungskonverter umfassend eine Primärwicklung mit vorgegebbarer Streuinduktivität und wenigstens eine mit der Primärwicklung in vorgegebenem Spannungs-Übersetzungsverhältnis magnetisch gekoppelte Sekundärwicklung.

Um bei einem solchen Transformator einen größeren Wert der (primären) Streuinduktivität zu ermöglichen, als es mit herkömmlichen Mitteln der Fall ist, ohne die Auslegungsgrenzen für einen funktionstüchtigen Transformator zu verletzen und ohne eine zusätzliche Spule oder einen größeren Kern als für die Leistungsübertragung erforderlich zu wählen, ist der vorstehende Transformator in der Weise ausgebildet, daß die Primärwicklung wenigstens zwei Wicklungsteile umfaßt, deren magnetische Kopplungen mit wenigstens einer der Sekundärwicklungen gegensinnig zueinander wirkend ausgebildet sind und die untereinander magnetisch wenigstens weitgehend entkoppelt angeordnet sind.

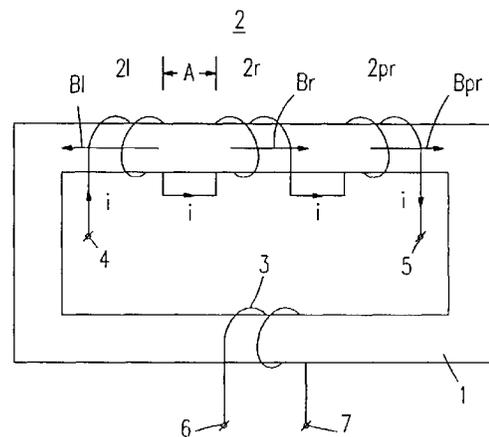


Fig. 3

EP 0 923 092 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Transformator, insbesondere für einen Spannungskonverter umfassend eine Primärwicklung mit vorgebbare Streuinduktivität und wenigstens eine mit der Primärwicklung in vorgegebenem Spannungs-Übersetzungsverhältnis magnetisch gekoppelte Sekundärwicklung.

[0002] Bei einem Transformator mit einer Primär- und einer Sekundärwicklung und einem vorzugsweise aus magnetisch leitendem Material gebildeten Kern wird der Wert der Streuinduktivitäten bestimmt durch die Anzahl der Windungen der einzelnen Wicklungen und durch die räumliche Anordnung dieser Wicklungen. Die Streuinduktivität nimmt dabei mit zunehmender Windungszahl und mit zunehmendem Abstand zwischen den Wicklungen zu. Das Spannungs-Übersetzungsverhältnis, die Magnetisierungsinduktivität und die im Transformator auftretenden Verluste sowie die daraus resultierende Temperaturüberhöhung bestimmen bei der Dimensionierung des Transformators die Windungszahlen für die Primär- und die Sekundärwicklung. Durch diese Einflüsse sind der Dimensionierung eines Transformators Grenzen gesetzt, insbesondere bezüglich der höchstzulässigen Windungszahl. Ferner sind die Möglichkeiten, die räumliche Anordnung der Wicklungen zu variieren, durch den für den jeweiligen Transformator gewählten Kern beschränkt. Es zeigt sich, daß dadurch auch die erreichbaren Werte für die Streuinduktivitäten beschränkt sind. Wird insbesondere ein solcher Transformator als resonantes Element in einer resonanten geschalteten Spannungsversorgung eingesetzt, kann der Fall eintreten, daß der Wert der mit einem solchen Transformator erzielbaren Streuinduktivität nicht ausreichend hoch dimensioniert werden kann. Es entsteht dann die Notwendigkeit, zum Erreichen einer genügend hohen Streuinduktivität eine zusätzliche Spule vorzusehen oder einen Kern für den Transformator zu wählen, der größer als für die reine Leistungsübertragung erforderlich dimensioniert werden müßte.

[0003] Aus der FR 2 730 342-A1 ist ein Transformator, insbesondere für eine resonante Spannungsversorgung, bekannt, der eine Primärwicklung und wenigstens eine Sekundärwicklung um einen gemeinsamen Kern trägt. Die Primärwicklung ist in einzelne Flachspulen aufgeteilt, die zueinander entlang der Richtung der Achse der Primärwicklung verschoben auf dem Kern angeordnet sind. Zur Anpassung der Streuinduktivität der Primärwicklung sind die Windungszahlen der einzelnen Flachspulen der Primärwicklung unterschiedlich ausgeführt.

[0004] Es zeigt sich jedoch, daß mit einer solchen Ausführung der Primärwicklung eine Steigerung der Werte der Streuinduktivität nicht im gewünschten Maß erreicht werden kann. Aus der JP-A 08-181023, insbesondere deren englischsprachiger Kurzfassung, ist ein Transformator für einen Inverter (d.h. ein Schaltnetzteil) bekannt. Bei diesem Transformator sind die Positionen

der Primärwicklung und der Sekundärwicklung voneinander getrennt, um die Streuinduktivität und die Kapazität der Wicklungen zu variieren, wodurch der Leistungsfaktor verbessert und die Energieverluste verringert werden sollen.

[0005] Auch bei dieser Anordnung sind die Werte für die Streuinduktivität begrenzt, und dies treten Dimensionierungsfälle auf, für die die erreichbaren Werte der Streuinduktivitäten nicht ausreichend sind.

[0006] Die Erfindung hat die Aufgabe, einen Transformator der eingangs genannten Art in der Weise auszubilden, daß ein größerer Wert der (primären) Streuinduktivität ermöglicht wird, als mit den Mitteln des Standes der Technik erreichbar ist, ohne dabei die Dimensionierungsgrenzen für einen funktionstüchtigen Transformator zu verletzen und ohne eine zusätzliche Spule oder einen größeren Kern vorzusehen.

[0007] Aufgabe und Lösung werden im nachfolgenden für die Auslegung der primären Streuinduktivität erläutert, ohne daß eine Beschränkung auf diese erfolgen soll. Vielmehr gelten die Erläuterungen auch für die Auslegung einer sekundärseitigen Streuinduktivität, wenn die Zuordnungen der Wicklungen zur Primär- und Sekundärseite des Transformators entsprechend getauscht werden.

[0008] Die Aufgabe wird bei einem Transformator der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Primärwicklung wenigstens zwei Wicklungsteile umfaßt, deren magnetische Kopplungen mit wenigstens einer der Sekundärwicklungen gegensinnig zueinander wirkend ausgebildet sind und die untereinander magnetisch wenigstens weitgehend entkoppelt angeordnet sind.

[0009] Wird also beispielsweise eine Vergrößerung der primärseitigen Selbstinduktivität gewünscht, wird erfindungsgemäß die Primärwicklung in wenigstens zwei Teile aufgeteilt, die im Kern des Transformators einen magnetischen Fluß mit entgegengesetzten Vorzeichen, d.h. Richtungen, erzeugen. Dies wird in der Weise vorgenommen, daß die von einem Teil der Wicklungsteile erzeugten magnetischen Flüsse die magnetischen Flüsse aus den übrigen Teilen der Primärwicklung in einem vorbestimmten Maß kompensieren. Dazu ist die Summe der Windungszahlen des einen Teils der Primärwicklungsteile um die gewünschte primäre Windungszahl größer ausgeführt als die Summe der Windungszahlen der übrigen Teile der Primärwicklung. In die Sekundärwicklung(en) koppelt dann nur die Differenz der Anteile des magnetischen Flusses ein, die der gewünschten primären Windungszahl des Transformators entspricht und somit dem gewünschten Spannungs-Übersetzungsverhältnis. Trotzdem ist für die Primärseite des Transformators eine Streuinduktivität wirksam, die der Summe aller Anteile des erzeugten magnetischen Flusses entspricht, also auch derjenigen Anteile, die sich in ihrer Wirkung auf die Sekundärwicklung(en) aufheben. Dazu muß zwischen den Wicklungsteilen der Primärwicklung eine möglichst weitgehende

Entkopplung eingerichtet sein, die einzelnen Wicklungsteile müssen jedoch für sich genommen mit der Sekundärwicklung bzw. den Sekundärwicklungen magnetisch gekoppelt sein.

[0010] Um dies zu erreichen, ist eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Transformators dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsteile der Primärwicklung und die Sekundärwicklung(en) auf einem gemeinsamen, magnetisch leitfähigen Kern angeordnet sind und daß die Wicklungsteile der Primärwicklung zur Bildung entkoppelter Streuinduktivitäten eine räumliche Trennung voneinander aufweisen. Eine solche räumliche Trennung ist bevorzugt auch zwischen den Wicklungsteilen der Primärwicklung und der Sekundärwicklung vorzunehmen.

[0011] Um die magnetischen Flüsse mit entgegengesetzten Richtungen zu erhalten, ist der Transformator nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung derart ausgebildet, daß die Wicklungsteile der Primärwicklung eine bezüglich der Richtung eines ihnen gemeinsam einzuspeisenden Primärstromes gegenläufige Wicklungsrichtung aufweisen. Es werden somit entweder die einzelnen Wicklungsteile der Primärwicklung mit unterschiedlichem Wickelsinn, d.h. gegensinnig, gewickelt, oder die Enden von je zwei Wicklungsteilen der Primärwicklung mit gleichem Wickelsinn werden gegensinnig verbunden, d.h. derart, daß der hindurchfließende Strom zwei entgegengesetzt gerichtete magnetische Flüsse erzeugt.

[0012] In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Transformators ist das Verhältnis der Windungszahl(en) der Sekundärwicklung(en) zur Differenz der Windungszahlen der Wicklungsteile der Primärwicklung nach dem (bzw. den) vorgegebenen Spannungs-Übersetzungsverhältnis(sen) festgelegt.

[0013] Ein Transformator der erfindungsgemäßen Art ist bevorzugt einsetzbar für resonante Spannungskonverter, die insbesondere die primärseitige Streuinduktivität des Transformators als resonantes Element verwenden. Erfindungsgemäße Transformatoren, insbesondere in einem derartigen Spannungskonverter, sind vorteilhaft in elektrischen Geräten aller Art einsetzbar, insbesondere solchen, mit Energieversorgung aus einem Energieversorgungsnetz, jedoch auch aus vorzugsweise elektrochemischen Energiespeichern oder solchen Energiequellen, deren Spannungen zur Nutzung im elektrischen Gerät umgewandelt werden muß.

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im nachfolgenden näher beschrieben. Einander übereinstimmende Elemente in den Figuren sind dabei mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

Fig. 1, 2 und 3 Beispiele eines erfindungsgemäßen Transformators mit unterschiedlichem Wickelsinn und unterschiedlicher Aufteilung der Primärwicklung und

Fig. 4 und 5 Beispiele für eine räumliche Anordnung

von Primär- und Sekundärwicklung eines erfindungsgemäßen Transformators.

[0015] In Fig. 1 ist in grob schematischer Darstellung ein Transformator mit einem Kern 1 aus magnetisch leitendem Material, einer Primärwicklung 2 und einer Sekundärwicklung 3 gezeigt. Die Primärwicklung 2 umfaßt zwischen zwei Anschlußpunkten 4 und 5 elektrisch in Reihe angeordnet einen ersten, links gewickelten Primärwicklungsteil 21, einen zweiten, rechts gewickelten Primärwicklungsteil 2r und einen dritten, rechts gewickelten Primärwicklungsteil 2pr. Die Windungszahlen des ersten und des zweiten Primärwicklungsteils 21 und 2r stimmen überein, der zweite und der dritte Primärwicklungsteil 2r und 2pr sind in dem Beispiel der Fig. 1 durchgehend gewickelt. Mit i ist ein die Primärwicklung 2 durchfließender Strom dargestellt. B_1 , B_r und B_{pr} bezeichnen die magnetischen Induktionen (Flüsse), die durch den Strom i in den Primärwicklungsteilen 21, 2r bzw. 2pr hervorgerufen werden und den Kern 1 durchströmen. Durch den entgegengesetzten Wickelsinn des ersten und des zweiten Primärwicklungsteiles 21 und 2r heben sich die magnetischen Flüsse B_1 und B_r in ihrer Wirkung auf die Sekundärwicklung 3 auf. Für den Transformator, d.h. dessen Spannungs-Übersetzungsverhältnis, wirkt daher von der Primärseite, d.h. den Anschlußpunkten 4 und 5 zur Sekundärseite, d.h. Anschlußpunkten 6 und 7 der Sekundärwicklung 3, lediglich noch das Verhältnis der Windungszahlen des dritten Primärwicklungsteils 2pr zur Sekundärwicklung 3.

[0016] Fig. 2 zeigt eine Abwandlung der Anordnung nach Fig. 1, in der im Gegensatz zur Fig. 1 die Primärwicklungsteile alle im gleichen Wickelsinn, d.h. links gewickelt, sind. Entsprechend sind der zweite und der dritte, links gewickelte Primärwicklungsteil mit den Bezugszeichen $2r'$ und $2pr'$ bezeichnet. Die Windungszahlen stimmen mit denen der Fig. 1 überein. Zur Erzeugung gegensinniger magnetischer Flüsse ist in Fig. 2 das zweite Ende des ersten Primärwicklungsteils 21 mit dem zweiten Ende des dritten Primärwicklungsteils $2pr'$ verbunden, wogegen das erste Ende des zweiten Primärwicklungsteils $2r'$ mit dem Anschlußpunkt 5 der Primärwicklung 2 verbunden ist. Die magnetischen Flüsse und damit das Spannungs-Übersetzungsverhältnis sowie die Streuinduktivität des Transformators nach Fig. 2 stimmen mit denen des Transformators nach Fig. 1 überein.

[0017] Fig. 3 zeigt zur näheren Veranschaulichung eine etwas mehr aufgegliederte Darstellung des Transformators nach Fig. 1. Darin sind insbesondere der zweite und der dritte Primärwicklungsteil 2r und 2pr getrennt dargestellt und damit die von ihnen erzeugten magnetischen Induktionen B_r und B_{pr} . Der erste Primärwicklungsteil 21 erzeugt einen in Fig. 3 im oberen Teil des Kerns 1 nach links gerichteten magnetischen Fluß B_1 , der zweite Primärwicklungsteil 2r einen betragsmäßig gleich großen magnetischen Fluß B_r , der jedoch nach rechts gerichtet ist, bedingt durch den unterschiedlichen

Wickelsinn dieser Primärwicklungsteile. Die magnetischen Flüsse B1 und Br heben einander in ihrer Wirkung im Kern 1 auf, so daß es keinen resultierenden Fluß aus diesen magnetischen Flüssen B1 und Br im Kern 1, insbesondere in dessen unterem Teil, der von der Sekundärwicklung 3 umschlossen ist, gibt. Vielmehr erzeugen der erste und der zweite Primärwicklungsteil 21 und 2r nur je ein Streufeld und damit eine Streuinduktivität. Lediglich der dritte Primärwicklungsteil 2pr magnetisiert den Kern 1 auch in seinem unteren Teil und ist somit wirksam für die Energieübertragung zur Sekundärwicklung 3 und das Spannungs-Übersetzungsverhältnis. Durch A wird dabei ein räumlicher Abstand zwischen dem ersten Primärwicklungsteil 21 und dem zweiten Primärwicklungsteil 2r symbolisiert, der der Entkopplung dieser Primärwicklungsteile dienen soll.

[0018] Bei dem erfindungsgemäßen Transformator ist es vorteilhaft, den Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Primärwicklungsteil 21 und 2r groß zu wählen, ebenso vorteilhaft ist die Wahl eines großen Abstandes zwischen dem dritten Primärwicklungsteil 2pr und der Sekundärwicklung 3. Als Beispiele für die Anordnung dieser Wicklungen auf einem U-Kern 1 sind diese in den Fig. 4 und 5 schematisch dargestellt. In Fig. 4 ist der erste Primärwicklungsteil 21 auf dem Kern 1 links oben, die Zusammenfassung des zweiten und des dritten Primärwicklungsteils 2r+2pr auf dem Kern 1 rechts oben angeordnet. Die Sekundärwicklung 3 ist links unten auf dem Kern 1 angeordnet.

[0019] In der Abwandlung nach Fig. 5 ist die Anordnung aus dem zweiten und dem dritten Primärwicklungsteil 2r+2pr und die Anordnung des ersten Primärwicklungsteils 21 gegenüber Fig. 4 unverändert. In Abwandlung ist die Sekundärwicklung 3 auf den ersten Primärwicklungsteil 21 aufgebracht. Auch durch diese Form werden die vorstehenden, bevorzugt einzuhaltenen Abstandsregeln erfüllt, der untere Teil des Kerns 1 in Fig. 5 bleibt jedoch frei von Wicklungen.

[0020] In einer weiteren Abwandlung der Erfindung kann der Transformator mehrere Sekundärwicklungen erhalten. Sofern für eine Sekundärwicklung eine vergrößerte Streuinduktivität erwünscht ist, können die erfindungsgemäßen Maßnahmen anstelle für die Primärwicklung auch für diese Sekundärwicklung ausgeführt sein. Die Streuinduktivitäten des erfindungsgemäßen Transformators können dadurch in weiten Grenzen dimensioniert werden, ohne daß eine zusätzliche Spule oder ein größerer Kern als für die Leistungsübertragung erforderlich benötigt wird. Dadurch kann der erfindungsgemäße Transformator kompakt und billig ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Transformator, insbesondere für einen Spannungs-konverter umfassend eine Primärwicklung mit vorgebarerer Streuinduktivität und wenigstens eine mit

der Primärwicklung in vorgegebenem Spannungs-Übersetzungsverhältnis magnetisch gekoppelte Sekundärwicklung, dadurch gekennzeichnet, daß die Primärwicklung wenigstens zwei Wicklungsteile umfaßt, deren magnetische Kopplungen mit wenigstens einer der Sekundärwicklungen gegenseitig zueinander wirkend ausgebildet sind und die untereinander magnetisch wenigstens weitgehend entkoppelt angeordnet sind.

2. Transformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsteile der Primärwicklung und die Sekundärwicklung(en) auf einem gemeinsamen, magnetisch leitfähigen Kern angeordnet sind und daß die Wicklungsteile der Primärwicklung zur Bildung entkoppelter Streuinduktivitäten eine räumliche Trennung voneinander aufweisen.
3. Transformator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsteile der Primärwicklung eine bezüglich der Richtung eines ihnen gemeinsam einzuspeisenden Primärstromes gegenläufige Wicklungsrichtung aufweisen.
4. Transformator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Windungszahl(en) der Sekundärwicklung(en) zur Differenz der Windungszahlen der Wicklungsteile der Primärwicklung nach dem (bzw. den) vorgegebenen Spannungs-Übersetzungsverhältnis(en) festgelegt ist.
5. Spannungskonverter, gekennzeichnet durch einen Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
6. Elektrisches Gerät, gekennzeichnet durch einen Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

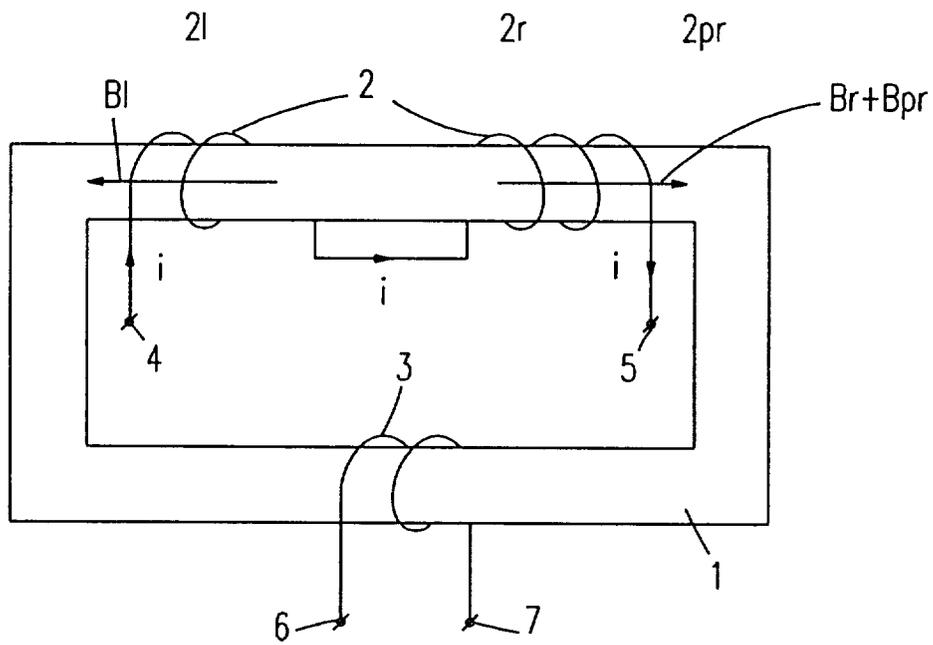


Fig.1

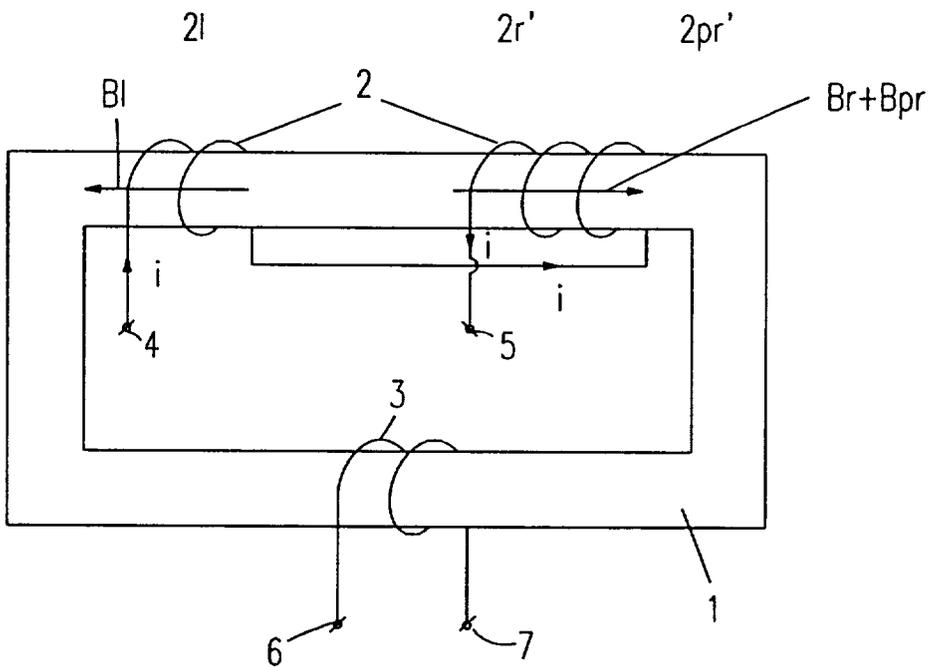


Fig.2

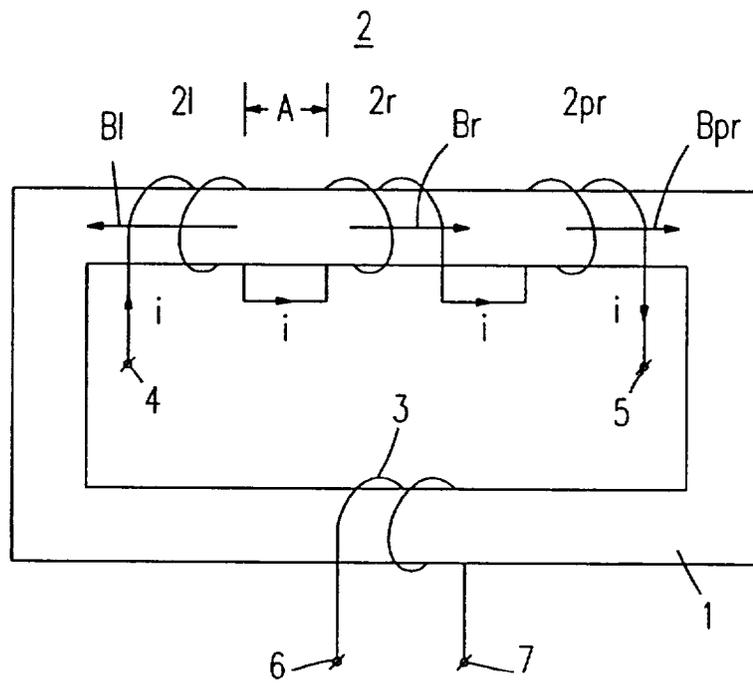


Fig.3

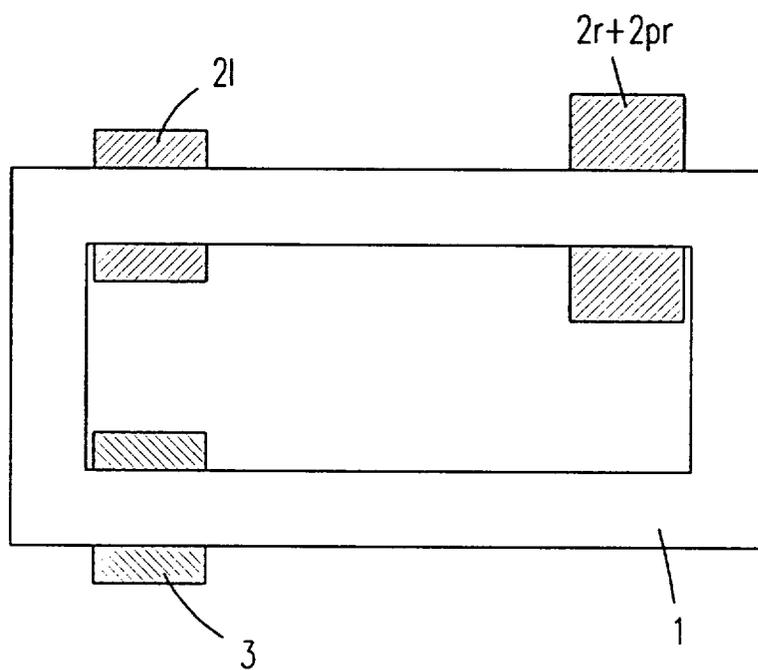


Fig. 4

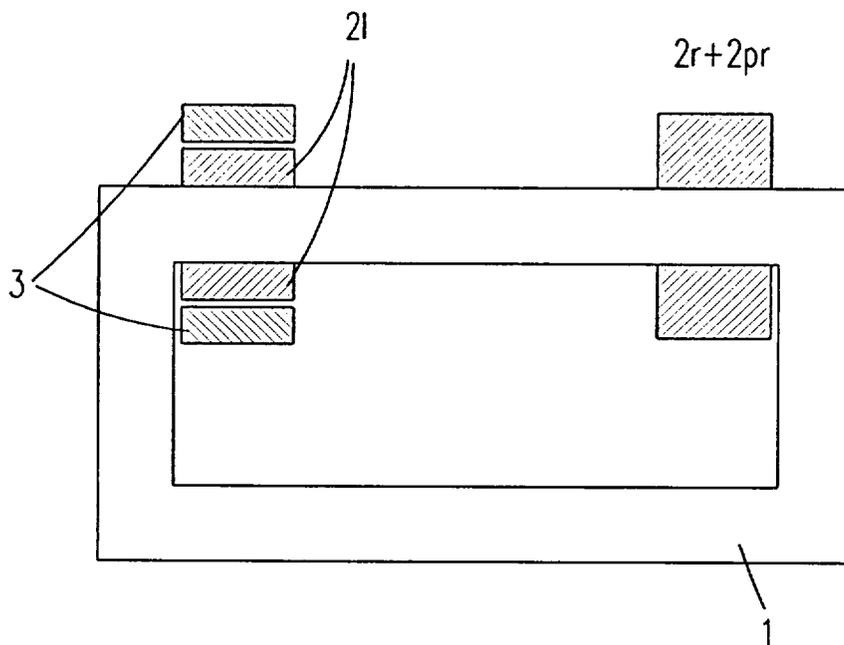


Fig. 5