



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 959 484 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.11.1999 Patentblatt 1999/47

(51) Int. Cl.⁶: **H01H 83/14**

(21) Anmeldenummer: 99108970.7

(22) Anmeldetag: 06.05.1999

(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

(71) Anmelder:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

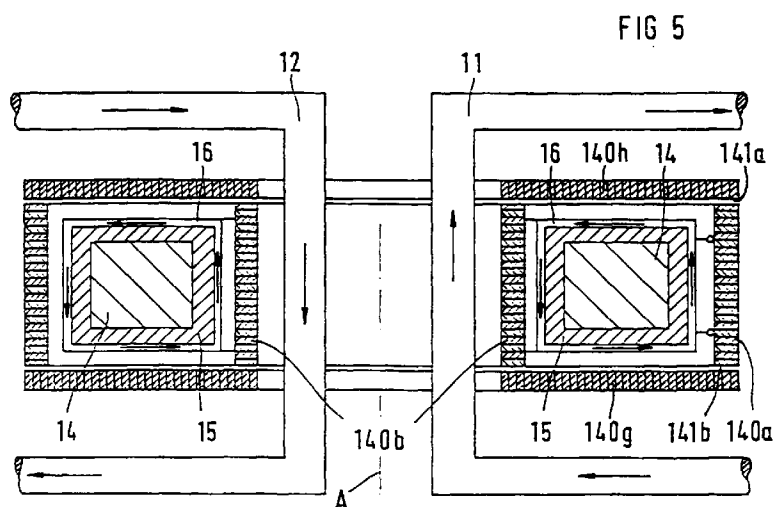
(72) Erfinder:
**Henninger, Peter Dipl.-Ing.
91056 Erlangen (DE)**

(30) Priorität: 19.05.1998 DE 19822515

(54) **Abschirmung für Summenstrom-Wandleranordnung für Fehlerstrom-Schutzschalter**

(57) Summenstrom-Wandleranordnung für insbesondere Fehlerstrom-Schutzschalter mit verbesserter Abschirmung (148) gegen insbesondere Dipolanteile des magnetischen Wechselfluß-Feldes der Primärstromleitung.

Ausführung der Abschirmung aus elektrisch hochohmigem Material oder aus Material mit bemessener Dicke als mehrschalige oder geblechte Abschirmung.



EP 0 959 484 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Summenstrom-Wandleranordnung, die zur Erfassung von Differenzströmen, insbesondere geeignet für Fehlerstromschalter, zu verwenden und in der eine Abschirmung zum Zwecke der Verringerung von Fehlfunktionen dieser Anordnung vorgesehen ist.

[0002] Summenstrom-Wandleranordnungen für insbesondere Fehlerstromschutzschalter arbeiten nach dem Induktionsprinzip. Solche Anordnungen enthalten einen hochpermeablen/ferromagnetischen Ringkern mit einer darauf befindlichen (Sekundär-)Wicklung. Die Primär-Stromleitung (Hin- und Rück-Leiter), für die der Summenstrom zu überwachen ist, ist durch das Innere dieses Ringkernes geführt. Ein in der Umgebung der Stromleitung im Ringkernbereich auftretendes resultierendes magnetisches Wechsel-Feld kann mittels der in der Wicklung des Ringkerns induzierten elektrischen Spannung detektiert werden. Ein solcher Magnetfluß tritt dann auf, wenn im Hin-Leiter und im Rück-Leiter der durch das Innere des Ringkerns geführten Stromleitung unterschiedlich große Ströme fließen. Etwas Derartiges tritt auf, wenn ein Fehlerstrom vorliegt.

[0003] Für Fehlerstrom-Schutzschalter wird eine hohe Zuverlässigkeit gefordert und ein solcher Schalter muß bereits sehr geringe Differenzen zwischen den Stromwerten für Hin-Leiter und Rück-Leiter erkennbar machen. Beim Überschreiten einer vorgegebenen Schwelle einer auftretenden Differenz dieser Ströme muß der Schalter zuverlässig auslösen. Andererseits soll vermieden sein, daß ein derartiger Schalter auch dann auslöst, wenn eine solche Stromdifferenz gar nicht vorliegt und die aufgetretene Induktionsspannung an der Sekundärwicklung auf irgendwelchen Störeffekten beruht. Für derartige Störeffekte gibt es eine ganze Reihe verschiedener Gründe, so z.B. Bauteile- und Montagetoleranzen, inhomogene Materialeigenschaften des Ringkerns, auftretende Wirbelströme, Sättigungserscheinungen im Ringkern und dgl. mehr. Allein schon der einen Dipol bildende axiale Versatz der beiden Leiter der Stromleitung relativ zum Ringkern erzeugt eine erhebliche resultierende Spannung an der Sekundärwicklung, obwohl der bestimmungsgemäß zu detektierende Effekt eines Fehlerstroms überhaupt nicht vorliegt.

[0004] Aus „Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke“, Band 70 (1979), Nr. 5, Seiten 213-218 und aus der DE-C-42 15 900 sind Summenstrom-Wandleranordnungen des einschlägigen Standes der Technik bekannt. In der DE-C-42 15 900 ist vorgesehen, Hin-Leiter und Rück-Leiter der Stromleitung durch mehrfach symmetrische Aufteilung hinsichtlich einer Dipol-Wirkung auf den Ringkern zu egalisieren. Wie in der DE-A 196 53 552.2 (GR 96 P 2668) beschrieben, besteht eine weitere Lösung dieses Problems darin, vorhandene Anisotropie(n) im Ringkern

(der Sekundärspule) und/oder Windungsanzahldichte-Inhomogenität(en) der Sekundärwicklung fehlerkorrigierend zu positionieren, d.h. einen an sich unerwünschten Unsymmetrie-Effekt zur Fehlerbeseitigung zu nutzen.

[0005] Eine andere Lösung zur Behebung des bekannten Mangels ist die, eine gezielte magnetische Abschirmung des Ringkerns und seiner Sekundärwicklung vorzunehmen und diese Abschirmung mit einem Schlitz, ggf. zweifach geschlitzt, auszuführen. Eine derartige Lösung ist in der nicht vorveröffentlichten DE-Patentanmeldung 197 10 742.7 u.a. beschrieben. Diese geschlitzte magnetische Abschirmung des Ringkerns gegenüber dem Dipolfeld ist als ein Mittel vorgesehen zur Reduzierung desjenigen ansonsten im Ringkern auftretenden Anteils magnetischen Flusses, der für die Funktion der Summenstrom-Wandleranordnung nicht benötigt wird. Die Wirksamkeit einer solchen Abschirmung kann im übrigen durch einen sogenannten Abschirmfaktor angegeben werden. Der Abschirmfaktor gibt das Verhältnis des magnetischen Flusses im Ringkern ohne Abschirmung zum magnetischen Fluß im Ringkern mit Abschirmung an. Magnetostatisch gilt die Regel, daß je dicker die Abschirmung ist, man einen entsprechend größeren Abschirmfaktor erzielt. Für ein dynamisches Prinzip jedoch, also im Falle eines Wechselstroms in der Stromleitung, gilt diese Regel so nicht mehr, wie dies durch Simulationsrechnungen auch bestätigt wurde. Es wurde im Rahmen der Erfindung festgestellt, daß mit einem Auftreten von Wirbelströmen in einer magnetischen Abschirmung eine erhebliche Verminderung des Abschirmfaktors einhergehen kann.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Maßnahmen anzugeben, mit denen für den Wechselstromfall mindestens eine Minimierung desjenigen Effekts zu erzielen ist, der zu wie voranstehend beschriebenen Mängeln einer solchen Summenstrom-Wandleranordnung, insbesondere zu fehlerhaften Schutzschalter-Auslösungen führt. Dies soll mit der Erfindung insbesondere für Fehlerstromschalter für auch höhere Nennströme (etwa größer als 63 A.) erreichbar sein.

[0007] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 oder 3 oder 4 und in Weiterbildung mit denen jeweils der abhängigen Patentansprüche gelöst.

[0008] Dem Lösungsprinzip der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die Effektivität der Abschirmung des Ringkerns, insbesondere den Abschirmfaktor hinsichtlich des auftretenden Dipolfeldes, für den Wechselstromfall wesentlich zu erhöhen.

[0009] Das einheitliche Lösungsprinzip der Erfindung ist, in der Abschirmung mit Schlitzwirkung, d.h. mit mindestens einem Schlitz, die Schwächung der Abschirmwirkung durch die auftretenden Wirbelströme auszuschalten oder wenigstens zu minimieren, sei es dadurch, daß jegliche Wirbelströme verhindert oder wenigstens minimiert werden, oder dadurch, daß nur

solche Wirbelströme in der Abschirmung zugelassen oder begünstigt werden, die eine Schwächung des Dipolfeldes im Ringkern bewirken und damit die Wirkung der Abschirmung erhöhen.

[0010] Zur erstgenannten Verhinderung oder Minimierung von in der Abschirmung induzierten Wirbelströmen ist für eine (der Bauart nach an sich auch bekannte) Abschirmung des Ringkerns und seiner Wicklung vorgesehen, einen Werkstoff zu verwenden, der gegenüber der üblichen, zur Abschirmung magnetischer Felder verwendeten Werkstoffe stark verminderte elektrische Leitfähigkeit aufweist. Ein solcher Werkstoff ist z.B. ein (Ferrit)-Sinterwerkstoff, wie er auch für z.B. Topfkerne von Spulen und dgl. verwendet wird.

[0011] Zur Realisierung der voranstehend letztgenannten Variante des Prinzips der Erfindung, nämlich bestimmte Wirbelströme in der Abschirmung zu begünstigen, ist vorgesehen, die Abschirmung mit ineinander angeordnet mehreren Wänden (mehrschalig) auszubilden, deren einzelne Schalen elektrisch voneinander isoliert sind. Eine alternative erfindungsgemäße Ausbildung dazu ist, die Abschirmung erfindungsgemäß als in axialer und/oder radialer Richtung geblechter Aufbau mit elektrischer Isolationswirkung zwischen den jeweils aufeinanderliegenden Blechen auszuführen. Dabei ist für die Dicke der jeweiligen Schalen der Wand der Abschirmung jeweils ein solches Maß zu wählen, daß diese Materialdicke die Eindringtiefe δ der auftretenden Wirbelströme in das Material der jeweiligen Wandung nicht oder wenigstens nicht wesentlich übersteigt. Für die Bleche ist eine Dicke wesentlich kleiner als die Eindringtiefe zu wählen. Die material- und frequenzabhängige jeweilige Eindringtiefe ist vom Fachmann nach den bekannten Regeln zu ermitteln.

[0012] Für einen in axialer Richtung geblechten Aufbau empfiehlt sich, die Abschirmung konstruktiv als eine Kombination von aufeinander gestapelten Ringen und Scheiben auszuführen. Für einen in radialer Richtung geblechten Aufbau empfiehlt sich eine Kombination von rohr- und scheibenförmigen Ringbandkernen. Axiale und/oder radiale Blechung der Abschirmung eignet sich auch in Kombination mit dem voranstehend angegebenen Vorschlag mehrschaliger Abschirmung. Als Ergänzung zu den voranstehenden Lösungsvorschlägen der Erfindung kann mit Vorteil außerdem noch eine äußerste Schale vorgesehen sein, die aus elektrisch hoch-leitfähigem und nieder-permeablem Material, z.B. aus Kupfer, besteht. Die voranstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Lösungsprinzipien können zusammen mit einfacher oder doppelter Schlitzung der Abschirmung ausgeführt sein. Insbesondere gilt dies für den voranstehend letztgenannten Vorschlag mit zusätzlicher elektrisch hoch leitfähiger äußerster Schale.

[0013] Weitere Erläuterungen zur Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung zu Ausführungsbeispielen der Erfindung gegeben.

Figur 1 zeigt eine Ausführungsform mit einer Abschirmung, die aus einem Material besteht, das Wirbelströme jeglicher Richtung in derselben minimiert. Die Figur 1 zeigt einen Schnitt in einer Ebene mit der Achse A des Aufbaus.

Figur 1a zeigt zur Figur 1 einen Schnitt senkrecht zu dieser Achse A.

Figur 2 zeigt (in einem Schnitt wie Figur 1) eine Ausführungsform der Erfindung mit mehrschaligem Aufbau der Abschirmung.

Figur 3 zeigt eine Ausführungsform mit einem in Axialrichtung (d.h. senkrecht zur Achse A) geblechtem Aufbau der Abschirmung.

Figur 4 zeigt eine Ausführungsform mit radial geblechtem Aufbau der Abschirmung.

Figur 5 zeigt eine Ausführungsform mit teilweise radial und mit teilweise axial geblechtem Aufbau der Abschirmung und

Figur 6 zeigt eine Ausführungsform mit einer Abschirmung nach Art einer der Ausführungsformen der Figuren 2 bis 5 bezüglich der magnetischen Abschirmung und mit zusätzlich einer diese magnetische Abschirmung umgebenden (weiteren) elektrischen Abschirmung.

[0014] In Figur 1 sind mit 11 und 12 Hin-Leiter und Rück-Leiter der Primär-Stromleitung 10 bezeichnet. Figur 1a zeigt einen Schnitt I-I zur Figur 1. Mit 14 ist der Ringkern aus einem für solche Zwecke bekanntermaßen verwendeten permeablen Material, wie Eisen, einem Ferrit oder dgl. bezeichnet. Mit 16 ist die auf einem Spulenkörper 15 aufgewickelte, auf dem Ringkern 14 angebrachte (Sekundär-)Wicklung bezeichnet. Mit 140 ist eine Abschirmung bezeichnet, die hier mit dem Schlitz 141 ausgeführt ist. Durch den Schlitz hindurch vermag bei nicht ausgeglichenem Stromdurchfluß in der Stromleitung 10 auftretender resultierender Magnetfluß in das Innere der Abschirmung 140 in den Wirkungsbereich des Ringkerns 14 mit der Wicklung 16 einzudringen. Mit W sind auftretende (erfindungsgemäß wenigstens weitgehend verhinderte/minimierte) Wirbelströme in der Abschirmung 140 gezeigt und bezeichnet.

[0015] Die Figur 1a zeigt die der Figur 1 zugehörige Schnittansicht, mit der sich ein vollständiges Bild, die Ausführungsform der Figur 1 betreffend, gewinnen läßt.

[0016] Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist entsprechend dem der Erfindung zugrundeliegenden Prinzip für den von der Abschirmung 140 außerhalb des Schlitzes 141 zu bewirkenden Effekt, vorgesehen, daß diese Abschirmung 140 aus einem Material mit relativ geringer spezifischer elektrischer Leitfähigkeit besteht. Insbesondere eignet sich hierfür an sich ferromagnetisches Sintermaterial, das aufgrund seiner Sinterstruktur relativ spezifisch hochohmig ist.

[0017] Zum Beispiel eignen sich hierfür Materialien,

wie Ferrite, aus denen auch die Topfkern und dgl. für Spulen hergestellt werden.

[0018] In Figur 1 ist mit dem Bezugszeichen 141' darauf hingewiesen, daß an der Stelle dieses Bezugszeichens 141' ein zweiter Schlitz, etwa wie der Schlitz 141, vorgesehen sein kann. Bei einer solchen Ausführungsform besteht dementsprechend die Abschirmung 140 aus wiederum zwei Halbschalen, die an ihren beiden Rändern im Abstand des jeweiligen Schlitzes 141, 141' einander gegenüberstehen.

[0019] Die Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäßen zweiten Aufbau mit mehreren ineinander geschachtelten Abschirmungen 140, 240, 340 mit Schlitz 141. Die übrigen Bezugszeichen entsprechen denen der schon beschriebenen Figur 1.

[0020] Die einzelnen Schalen der Abschirmungen 140, 240, 340 sind voneinander elektrisch isoliert angeordnet. Wie zur Figur 1 beschrieben, kann die hier dargestellte zweifache Schlitzung 141, 141' vorgesehen sein.

[0021] Bei nur einfacher Schlitzung der Abschirmung 140, 240,.... kann der Schlitz wahlweise innen oder außen positioniert sein. Auch die Höhenlage des (der) Schlitzes ist wählbar.

[0022] Figur 3 zeigt eine dritte Ausführung zur Erfindung mit axial geblechter magnetischer Abschirmung. Die axial ausgerichteten Wandanteile 140a, 140b bestehen aus aufeinanderliegenden dünnen Ringen, die z.B. aus Blech hergestellt sind (worauf die Bezeichnung „geblecht“ zurückgeht). Auch die Wandanteile 140b und 140c der Abschirmung sind vorzugsweise geblecht ausgeführt, d.h. sie bestehen aus aufeinanderliegenden Blechen des Materials der Abschirmung. Die Oberflächen dieser hier Blechringe 140a und Blechscheiben 140b, 140c sind elektrisch isolierend gemacht. Auf diese Weise können Wirbelstromeffekte in dem Material der Abschirmung entscheidend vermindert werden.

[0023] Mit 141a und 141b sind hier zwei Schlitzbezeichnungen. Der geblechte Aufbau macht aber eine Schlitzung, wie sie für die Ausführungen der Figuren 1, 2 und 6 notwendig sind, für die Ausführungen der Figuren 3 bis 5 entbehrlich.

[0024] Eine Variation der dritten Ausführungsform der Erfindung zeigt die Figur 4 mit radial geblechter magnetischer Abschirmung. Mit 140e und 140f sind zwei koaxiale zylindrische Hülisen bezeichnet, die z.B. aus je einem Blechband gewickelt sind. Auch hier ist die Oberfläche des Blechbandes elektrisch isolierend ausgeführt. Mit 140g und 140h sind die ringförmigen Deckel zu diesen ineinander angeordneten Hülisen 140e und 140f bezeichnet. Diese sind z.B. ebenfalls, hier aus schmalem Blechband, gewickelt. Auch eine solche Ausführungsform nach Figur 4 erfüllt die an die Erfindung gestellte Forderung zur Lösung der Aufgabe hoher Effektivität der Abschirmung.

[0025] Figur 5 zeigt als ein Beispiel eine weitere Variation der dritten Ausführungsform der Erfindung mit den

Deckeln 140g und 140h der Abschirmung nach Figur 4 und eine Ausführungsform der zylindrischen Hülisen 140a, 140b nach Art der Figur 3. Erfindungsgemäß kann auch eine nicht dargestellte Ausführungsform mit Hülisen 140e und 140f, diese vorzugsweise in Wickelform, und mit Deckeln 140c und 140d, aus jeweils Ringscheiben gebildet, kombiniert gebildet sein.

[0026] Welche der Ausführungsformen nach den Figuren 3 bis 5 zu bevorzugen ist, richtet sich u.a. auch danach, welche dieser Ausführungsvarianten den geringsten Materialverbrauch und/oder kleinsten Fertigungs-/Vorrichtungsaufwand erzielen läßt.

[0027] Die Figur 6 zeigt eine weitergebildete Ausführungsform gemäß der Erfindung mit z.B. einer Abschirmung 140. Für die Ausführungsform nach Figur 6 kann auch eine Abschirmung wie zu den Figuren 2 bis 5 beschrieben vorgesehen sein. Mit 440 ist in Figur 6 eine zusätzliche äußerste Abschirmung bezeichnet, die aus elektrisch gut leitfähigem Material, z.B. aus Kupfer, besteht. Die Abschirmung 440 hat mindestens einen Schlitz 141.

[0028] Gegebenenfalls kann auch bei den Ausführungsformen nach den Figuren 1, 2 und 6 örtlich positioniert - eine Schlitzung 141a und/oder 141b nach den Ausführungsformen der Figuren 3 bis 5 vorgesehen sein.

[0029] Vorgesehene Schlitzbezeichnungen 141 sollten bei allen Ausführungsformen der Erfindung Luftschlitze sein. Sie können aber auch mit nicht oder nur schwach permeablem, unbedingt aber elektrisch nichtleitendem Material, etwa als Abstandshalter (mehr oder weniger) ausgefüllt sein.

[0030] Wie schon weiter oben angegeben, besteht eine Variante, nämlich betreffend die Figuren 2 bis 5, der Erfindung darin, solche Maßnahmen zu treffen, die nur bestimmte Wirbelströme zulassen, die dann vorteilhafterweise die gewünschte Abschirmung bewirken. Durch die schon oben angegebene Beschränkung der Dicke der Wandungen bzw. Bleche auf etwa das Maß der Eindringtiefe der Wirbelströme ist gemäß der der Erfindung insoweit zugrundeliegenden Idee erreicht, daß zu den innerhalb dieser Materialdicke auftretenden nur unidirektionalen Wirbelströmen keine zusätzlichen Wirbelströme auftreten, die von diesen unidirektionalen, gewünschten Wirbelströmen in dem Material der Abschirmung induziert werden könnten, und zwar mit der Lenz'schen Regel entsprechend entgegengesetzter unidirektionaler Stromrichtung. Diese für die betreffende Variante der Erfindung erfindungsgemäß gewollten unidirektionalen Wirbelströme schirmen den Ringkern gegenüber magnetischem Wechselfeldfluß ab, der insbesondere auch denjenigen Feldfluß umfaßt, der auf dem Dipolcharakter desselben beruht (und der bei insbesondere hohen Nennströmen ansonsten besonders störend ins Gewicht fällt). So sind bei dieser Variante der Erfindung (Figuren 2 bis 5) erfindungsgemäß (Wirbel-)Ströme nutzbar gemacht, die generelle Überlegung nach zur Lösung der der Erfindung gestell-

ten Aufgabe gänzlich unterdrücken/eliminieren sollten.

[0031] Die voranstehende Beschreibung und insbesondere die Ausführungsformen zeigen eine Primär-Stromleitung mit parallel nebeneinander geführtem Hin- und Rück-Leiter. Die Erfindung ist auch zweckmäßig anzuwenden bei einer coaxialen Primär-Stromleitung, wenn sie diese coaxiale Leiterführung nur in der Nähe der Summenstrom-Wandleranordnung, d.h. des Fehlerstrom-Schutzschalters aufweist. Dies gilt aus dem Grunde, daß auch in einem solchen Falle Dipolanteile des magnetischen Wechselfluß-Feldes mit entsprechend nachteiliger Wirkung auf exakte Fehlerschluß-Auslösung auftreten.

Patentansprüche

1. Summenstrom-Wandleranordnung für eine Primär-Stromleitung (10),
mit einem Ringkern (14) mit Sekundärwicklung (16),
wobei Ringkern und Sekundärwicklung innerhalb einer aus hochpermeablem Material bestehenden Abschirmung (140) mit Schlitzwirkung (141) angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß für Wechselstrombetrieb der effektiv wirksame Abschirmfaktor durch Wahl eines außerdem auch elektrisch hochohmigen Materials für die Abschirmung vergrößert ist.
2. Wandleranordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abschirmung (140) aus hochpermeablen Sinterwerkstoff besteht. (Figur 1)
3. Summenstrom-Wandleranordnung für eine Primär-Stromleitung (10),
mit einem Ringkern (14) mit Sekundärwicklung (16),
wobei Ringkern und Sekundärwicklung innerhalb einer aus hochpermeablem Material bestehenden Abschirmung (140) mit Schlitzwirkung (141) angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß für Wechselstrombetrieb für vergrößerten effektiv wirksamen Abschirmfaktor die Abschirmung einen mehrschaligen Aufbau mit elektrisch gegeneinander isolierten Einzelschalen (140, 240, 340) hat, wobei die Wanddicke (d) der Einzelschalen die Eindringtiefe δ wenigstens nicht wesentlich übersteigt. (Figur 2)
4. Summenstrom-Wandleranordnung für eine Primär-Stromleitung (10),
mit einem Ringkern (14) mit Sekundärwicklung (16),
wobei Ringkern und Sekundärwicklung innerhalb einer aus permeablem Material bestehenden
- Abschirmung (140) mit Schlitzwirkung (141) angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß für Wechselstrombetrieb für vergrößerten effektiv wirksamen Abschirmfaktor die Abschirmung (140) einen geblechten Aufbau mit elektrischer Isolation der Bleche gegeneinander hat, wobei die Dicke der Bleche um ein Vielfaches kleiner als die Eindringtiefe δ ist. (Figuren 3 bis 5)
5. Wandleranordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**,
daß die Blechung in Radialrichtung der Anordnung ausgeführt ist. (Figur 3)
6. Wandleranordnung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Blechung in Axialrichtung der Anordnung ausgeführt ist. (Figur 5)
7. Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 4, 5 oder 6, **gekennzeichnet** durch eine teilweise radial und teilweise axial ausgeführte Blechung.
8. Summenstrom-Wandleranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine zusätzliche äußerste Abschirmung (440) mit mindestens einem Schlitz vorgesehen ist, die aus elektrisch gut leitfähigem Material besteht. (Figur 6)
9. Wandleranordnung nach Anspruch 8, **gekennzeichnet** durch
eine zusätzliche Abschirmung (440) aus Kupfer.

