

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 253/2011
(22) Anmeldetag: 24.02.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2012

(51) Int. Cl. : **H01B 7/30** (2006.01)
H01F 27/28 (2006.01)
H02K 3/14 (2006.01)

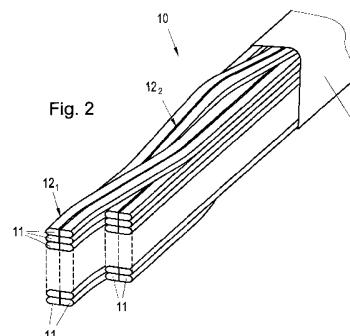
(56) Entgegenhaltungen:
EP 0981139 A1

(73) Patentanmelder:
ASTA ELEKTRODRAHT GMBH
A-2755 OED/WIENER NEUSTADT (AT)

(72) Erfinder:
TRIMMEL THOMAS ING.
SEEBENSTEIN (AT)
TRIMMEL MARTIN ING.
SEEBENSTEIN (AT)

(54) **KONTINUIERLICHER DRILLLEITER**

(57) Um einen Drillleiter mit gemeinsam verdrillten, nebeneinander liegenden Teileitern produktionstechnisch herstellen zu können, wird vorgeschlagen, die Abrundung zumindest einer Kante (15) eines Einzelleiters (11) einer Einzelleitergruppe (12), die eine Berührfläche (14) zwischen zwei nebeneinander liegenden Einzelleitern (11) begrenzt, mit einem kleinerem Radius (r_2) auszuführen ist, als die Radien (r_1) der Abrundungen der äußeren Kanten (13) der Einzelleitergruppe (12).



Zusammenfassung

Um einen Drillleiter mit gemeinsam verdrehten, nebeneinander liegenden Teilleitern produktionsstechnisch herstellen zu können, wird vorgeschlagen, die Abrundung zumindest einer Kante (15) eines Einzelleiters (11) einer Einzelleitergruppe (12), die eine Berührfläche (14) zwischen zwei nebeneinander liegenden Einzelleitern (11) begrenzt, mit einem kleinerem Radius (r_2) auszuführen ist, als die Radien (r_1) der Abrundungen der äußeren Kanten (13) der Einzelleitergruppe (12).

Fig. 2

Kontinuierlicher Drillleiter

Die gegenständliche Erfindung betrifft einen kontinuierlichen Drillleiter bestehend aus einer Mehrzahl einzelner, elektrisch isolierter Einzelleiter, bei dem jeweils zwei oder mehrere nebeneinander angeordnete Einzelleiter zu einer Einzelleitergruppe zusammengefasst und
5 gemeinsam verdreht sind, wobei die Kanten jedes Einzelleiters abgerundet ausgeführt sind und einem Transformator mit einer Wicklung aus einem solchen Drillleiter.

Unter einem kontinuierlichen Drillleiter wird ein Drillleiter verstanden, der in großen Längen gefertigt wird, z.B. sind Längen von einigen tausend Metern keine Seltenheit, und die in weiterer Folge zu einer Wicklung einer elektrischen Maschine, z.B. eine Transformatorwicklung, verarbeitet werden. Durch den Wickelvorgang erfahren die Drillleiter eine starke Krümmung.
10 Im Gegensatz werden Wicklungsstäbe bzw. Roebelstäbe mit geringer Länge manuell gefertigt und zu einer Wicklung einer elektrischen Maschine (z.B. ein Elektromotor oder Generator) zusammengebaut, indem die geraden Stäbe in Nuten am Rotor eingelegt werden und die axialen Enden der Stäbe anschließend auf bestimmte Weise miteinander verbunden
15 werden, um die Wicklung zu bilden. Ein solcher Wicklungsstab wird dabei ebenfalls aus einer Reihe mit einander verdrehten Einzelleitern hergestellt, wobei ein fertiger Wicklungsstab in Zuge seiner Weiterverarbeitung aber niemals gekrümmt oder irgendwie sonst verbogen wird, sodass dessen verdrehten Teileiter bzw. Teileitergruppen dabei immer in Position bleiben.
Es treten somit bei kontinuierlichen Drillleitern und bei Wicklungsstäben bei deren Weiterverarbeitung prinzipiell andere Problem auf, weshalb diese nicht direkt miteinander vergleichbar
20 sind.

Bekannterweise treten bei Transformatoren vor allem an den äußeren der Wicklung elektromagnetische Radialfelder (Querfelder) auf, welche in den Wicklungsleitern Wirbelströme induzieren, die zu Wirbelstromverlusten führen. Wirbelstromverluste reduzieren den Wirkungsgrad des Transformators, führen aber auch zu lokal unerwünscht hohen Temperaturen, die wiederum zu einer Beschädigung der Wicklungsisolation führen kann. Durch die Verwendung von bekannten kontinuierlichen Drillleitern können solche Wirbelstromverluste reduziert werden. Drillleiter bestehen dabei aus einem Bündel von einzelnen, isolierten Teileitern, die
25 einzeln gegeneinander verdreht werden, z.B. nach dem Roebelprinzip, wie z.B. in Fig. 1 dargestellt. Solche kontinuierliche Drillleiter sind z.B. aus der EP 746 861 B1 bekannt und werden dabei maschinell und automatisiert mit Längen von einigen tausend Metern hergestellt und zur Verschiffung auf Trommeln aufgewickelt. Drillleiter zeichnen sich insbesondere auch dadurch aus, dass diese ausreichend biegeweich sind, um zur Herstellung von Wicklungen gewickelt werden zu können.

Für Wicklungsstäbe bzw. Roebelstäbe ist es aus der AT 309 590 B auch bereits bekannt, die Verdrillung so vorzusehen, dass immer zwei benachbarte Teileiter gemeinsam verdrillt werden. Damit soll neben dem Ausgleich des Längsfeldes durch die Verdrillung auch das sich bereits schädlich machende Radialfeld innerhalb einer Nut kompensiert werden. Roebelstäbe, die nach wie vor hauptsächlich manuell hergestellt werden, indem Teileiter geringer Länge auf speziellen Werkbänken durch einen Arbeiter manuell verdrillt werden, können auf diese Weise einfach hergestellt werden, auch wenn zwei benachbarte Teileiter gemeinsam verdrillt werden. Roebelstäbe werden jedoch nicht gewickelt, sondern es wird aus mehreren Roebelstäben eine Wicklung „gebaut“, indem die Enden der Roebelstäbe entsprechend verbunden werden.

Die Anforderungen an heutige Transformatoren steigen jedoch immer mehr, zum Einen hinsichtlich Größe und Leistung und zum Anderen hinsichtlich Wirkungsgrad und Reduktion von Verlusten hervorgerufen z.B. durch Wirbelstromverluste. Speziell bei sehr großen leistungsstarken Transformatoren treten unerwünschte signifikante Wirbelstromverluste auf Grund der magnetischen Felder auf. Weiters ist die Reduktion der Hotspot Temperatur, das Spannungsverhalten und der Füllfaktor von großer Bedeutung in der Auslegung der Transformatorenwicklungen.

Bei derzeit bekannten Drilleitern ist durch deren Geometrie und Fertigungsmöglichkeit die Verbesserung der oben genannten Eigenschaften durch physikalische Grenzen im Drilleiter-Fertigungsprozess nicht möglich. Die Anzahl der möglichen Drilleiter-Einzelleiter, die zu einem Drilleiter verdrillt werden können, ist durch den sogenannten Verdrillfaktor limitiert. Der Verdrillfaktor f_D wird durch folgende bekannte Berechnungsformel abhängig vom inneren Transformator-Wicklungsdurchmesser, der Anzahl der Einzelleiter des Drilleiters und der Breite des Einzelleiters beschrieben:

$$f_D = \frac{WD \cdot \pi}{n \cdot b_1}$$

Dabei bedeutet

WD kleinster Wickeldurchmesser
n Anzahl der Einzelleiter
b₁ Einzelleiterbreite

Durch die derzeitige Fertigungstechnologie ist es möglich Drilleiter bis zu einem minimalen Verdrillfaktor $f_D=5$ zu fertigen, wobei die Anzahl der Einzelleiter bzw. die Drahtbreite und Wicklungsdurchmesser in Abhängigkeit stehen. Diese fertigungstechnische Limitierung des Verdrillfaktors beschränkt die Herstellbarkeit der Drilleiter mit steigender Einzelleiteranzahl.

In einer Transformatorenwicklung mit herkömmlichen Drillleitern ist weiters die Spannungsverteilung problematisch, da durch Spannungsdifferenzen zwischen den parallel geführten Drillleitern unerwünschte Kapazitäten entstehen. Außerdem entstehen signifikante Wirbelstromverluste und dadurch auch hohe Temperaturen im Drillleiter bzw. in der Wicklung.

- 5 Bei der Verwendung von einer Mehrzahl von Einzelleitern, die gemeinsam als Einzelleiterbündel zu einem Drillleiter verdreht werden, können die entstehenden Wirbelstromverluste und damit die Hotspot Temperaturen reduziert werden. Ein solcher Drillleiter ist z.B. aus der EP 133 220 A2 bekannt, bei dem Seile aus einer Gruppe von runden Einzelleitern zu einem elektrischen Leiter verdreht werden. Ähnliches zeigt die US 4 431 860 A, wobei die Einzelleiter der einzelnen Seile in sich wieder verdreht sind. Damit kann die Einzelleiteranzahl erhöht werden und trotzdem die physikalische Limitierung des Drillfaktors mit fünf eingehalten werden. Bei der Verwendung von runden Einzelleitern, wie in der EP 133 220 A2 ergibt sich allerdings ein schlechter Füllfaktor, wodurch der Querschnitt des Drillleiters bei vorgegebenem Kupferquerschnitt unerwünscht groß wird. In einer Ausgestaltung der Seile können die runden Einzelleiter im Paket rechteckig verformt werden, was zwar den Füllfaktor etwas verbessert, allerdings einen zusätzlichen Arbeitsschritt benötigt und dadurch die Herstellung aufwendiger wird.

- Die Drillleiter der EP 133 220 A2 und der US 4 431 860 A haben aber den entscheidenden Nachteil der aufwendigen Fertigung, da zuerst ein Teilleiter aus einer Anzahl von Einzelleitern durch Verdrehen der Einzelleiter gefertigt werden muss und erst dann die Teilleiter zum Drillleiter verdreht werden. Damit ergibt sich zumindest ein zusätzlicher Arbeitsschritt mit allen damit verbundenen Nachteilen, wie Lagerung und Handhabung der Einzelleiter und der Teilleiter, verschiedene Verdrehanlagen, längere Produktionszeiten, etc. Deshalb hat man bisher eher davon abgesehen, in der Praxis solche Drillleiter nach dem Stand der Technik zu verwenden. Durch die Verdrehung der Einzelleiter innerhalb der Teilleiter erreichte man allerdings einen kompakten, in sich stabilen Teilleiter, in dem sich die Einzelleiter relativ zueinander nicht verschieben können und der so für die nachfolgende Verdrehung zum Drillleiter geeignet ist. Nur so konnten bisher Drillleiter mit Teilleitern aus mehreren Einzeldrähten gefertigt werden.

- 30 In heutigen Drillleitern für die Fertigung von Transformatorenwicklungen kommen fast ausschließlich Einzelleiter mit rechteckigem Querschnitt zum Einsatz, deren Kanten abgerundet sind, wobei der Querschnitt eines Einzelleiters in der Regel im Bereich von einigen Quadratmillimetern liegen kann. Die Rundung der Kanten muss dabei, wie hinlänglich bekannt, aus elektrotechnischen Gründen ausreichend groß sein, um die elektrischen Feldstärken im Bereich der Kanten zu begrenzen und damit eine ausreichende Spannungsfestigkeit des Drillleiters zu erzielen und um den Isolationsaufwand der Einzelleiter in Grenzen zu halten.

Diese Rundungen beeinflussen damit auch den erzielbaren Füllfaktor bzw. den verfügbaren Leiterquerschnitt. Hier treffen somit zwei widersprüchliche Anforderungen aufeinander, nämlich ein erwünschter großer Radius zur Verbesserung der Spannungsfestigkeit und ein erwünschter kleiner Radius zur Erhöhung des Füllfaktors. Bei der Verwendung solcher Einzelleiter, die dann in Gruppen in einem Arbeitsschritt zu einem Drillleiter verdrillt werden, ergibt sich außerdem immer das Problem, dass sich die Einzelleiter beim Verdrillvorgang sehr einfach übereinander- oder untereinanderschieben können und der Drillleiter damit unbrauchbar wird. Daher konnten bislang mit bekannten Verdrillwerkzeugen nur herkömmliche Drillleiter hergestellt werden, also mit nur jeweils einzelnen verdrillten Einzelleitern. Es konnten aber bisher in einem kontinuierlichen Herstellprozess zur Herstellung eines kontinuierlichen Drillleiters nicht zwei oder mehrere nebeneinander liegende Einzelleiter in einem Arbeitsschritt gemeinsam verdrillt werden. Eine solche Herstellung eines Drillleiters war daher bisher aus produktionstechnischen Gründen nicht beherrschbar.

Es ist daher eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, einen Drillleiter mit gemeinsam verdrillten, nebeneinander liegenden Einzelleitern anzugeben, der eine einfache Herstellung, insbesondere in einem Arbeitsgang, ermöglicht und der eine ausreichende Spannungsfestigkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Abrundung zumindest einer Kante eines Einzelleiters einer Einzelleitergruppe, die eine Berührfläche zwischen zwei nebeneinander liegenden Einzelleitern begrenzt, mit einem kleineren Radius ausgeführt ist, als die Radien der Abrundungen der äußeren Kanten der Einzelleitergruppe. Durch diese Maßnahme erhöht sich die Fläche, an denen die Einzelleiter aneinander liegen, wodurch ein Übereinander- oder Untereinanderschieben der Einzelleiter beim Verdrillen, bei dem die Einzelleiter quer zu deren Längserstreckung verschoben werden müssen, verhindert wird, ohne dadurch die Spannungsfestigkeit des Drillleiters zu verschlechtern, da die äußeren Kanten dabei unverändert bleiben. Gleichzeitig wird dadurch auch der Leiterquerschnitt im Drillleiter erhöht, was den Füllfaktor positiv beeinflussen kann.

Bevorzugt werden die Abrundungen aller Kanten eines Einzelleiters einer Einzelleitergruppe, die eine Berührfläche zwischen zwei nebeneinander liegenden Einzelleitern begrenzen, mit einem kleineren Radius ausgeführt, als die Radien der Abrundungen der äußeren Kanten der Einzelleitergruppe. Bei mehr als zwei benachbarten Einzelleitern, werden bevorzugt die Abrundungen der Kanten aller Einzelleiter einer Einzelleitergruppe, die eine Berührfläche zwischen zwei nebeneinander liegenden Einzelleitern begrenzen, mit einem kleineren Radius ausgeführt, als die Radien der Abrundungen der äußeren Kanten der Einzelleitergruppe. Diese Maßnahmen machen den Verdrillprozess noch sicherer und Erhöhen den verfügbaren Leiterquerschnitt im Drillleiter noch weiter.



In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung, werden die Einzelleiter in einer Einzelleitergruppe in einer $n \times n$ - oder $n \times m$ -Anordnung angeordnet und zumindest eine Kante eines Einzelleiters der Einzelleitergruppe, die eine Berührfläche zwischen zwei übereinander liegenden Einzelleitern begrenzt, mit einem kleineren Radius ausgeführt, als die Radien der Abrundungen der äußeren Kanten der Einzelleitergruppe. Dabei ist wieder besonders vorteilhaft, alle Kanten, die die Berührflächen der neben- und übereinanderliegenden Einzelleiter begrenzen, mit einem kleinerem Radius auszuführen, als die Radien der Abrundungen der äußeren Kanten der Einzelleitergruppe.

Wenn in einem erfindungsgemäßen Drilleiter die Dicke der Isolationsschicht eines Einzelleiters zwischen 0,03 und 0,08mm ausgeführt ist, kann der Füllfaktor eines solchen Drilleiters verbessert werden, da damit dem durch die größere Anzahl von Einzelleiter im Drilleiter bedingten erhöhten Lackanteil im Drilleiter wirkungsvoll durch eine Reduktion der Lackschicht entgegengewirkt werden kann.

Die Spannungsverteilung in einer bekannten Transformatorenwicklung mit herkömmlichen parallel gewickelten Drilleitern ist wesentlich schlechter als bei Verwendung von erfindungsgemäßen Drilleitern mit geteilten Einzelleitern. In herkömmlichen Transformatorenwicklungen entstehen durch Spannungsdifferenzen der parallel geführten Drilleiter Kapazitäten, die bei der Verwendung eines erfindungsgemäßen Drilleiters mit geteilten Einzelleitern nicht auftreten, da die Einzelleiter im Gesamtbündel miteinander verdrillt werden. Weiters ergibt sich durch die Vereinigung der parallelen Drilleiter zu einem Drilleiter mit geteilten Einzelleitern in Summe eine Verbesserung des Füllfaktors und der Transformator wird kompakter in den Außenabmessungen. Somit ist die Verwendung eines erfindungsgemäßen Drilleiters in einer Transformatorwicklung besonders vorteilhaft.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend anhand der beispielhaften und nicht einschränkenden, vorteilhafte Ausgestaltungen zeigenden Figuren 1 bis 6 beschrieben. Dabei zeigt

Fig. 1 einen herkömmlichen Drilleiter nach dem Stand der Technik

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Drilleiter mit einer Einzelleitergruppe mit nebeneinander angeordneten Einzelleitern,

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Einzelleitergruppe

Fig. 4 einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Drilleiter,

Fig. 5 einen Querschnitt durch eine Einzelleitergruppe mit einer $n \times m$ -Anordnung von Einzelleitern und

Fig. 6 einen Querschnitt durch einen Drilleiter mit einer Teilleitergruppe mit einer $n \times m$ -Anordnung von Einzelleitern.

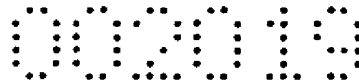
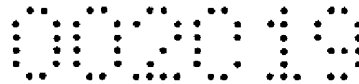


Fig. 1 zeigt einen hinlänglich bekannten Drillleiter 1 bestehend aus einer Anzahl von elektrisch isolierten Einzelleitern 2, die in zwei Einzelleiterstapeln 3 angeordnet sind. Die Einzelleiter 2 werden dabei bekanntermaßen so verdreht, dass diese von der obersten in die unterste Lage wechseln. Ein Einzelleiter 2 hat dabei einen rechteckigen Querschnitt und abgerundete Kanten. Um das Zusammenhalten des Einzelleiterbündels zu einem Drillleiter 1 zu gewährleisten oder um den Drillleiter zu schützen, kann auch eine Umwicklung 4 durch ein Webband, einen Papierstreifen oder ähnlichem vorgesehen sein.

Ein erfindungsgemäßer kontinuierlicher Drillleiter 10 ist in Fig. 2 dargestellt, der aus einer Vielzahl von einzelnen elektrisch isolierten Einzelleitern 11 besteht. Bei diesem Drillleiter 10 werden jeweils zwei nebeneinander liegende Einzelleiter 11 zu einer Einzelleitergruppe 12 zusammengefasst und gemeinsam verdreht. „Nebeneinander“ bedeutet hierbei bei einem rechteckigen Einzelleiterquerschnitt, dass die Einzelleiter 11 im Querschnitt an ihrer Schmalseite an einer Berührfläche 14 aneinander liegend angeordnet sind, siehe Fig. 3. Bei einem quadratischen Querschnitt bedeutet „nebeneinander“, dass die Einzelleiter quer zur Längserstreckung des Drillleiters 10 an einer Berührfläche 14 aneinander liegend angeordnet sind. Eine Einzelleitergruppe 12 könnte aber auch mehr als zwei nebeneinander angeordnete Einzelleiter 11 und damit mehrere Berührflächen 14 umfassen.

Der Drillleiter 10 kann dabei wieder mit einer Umwicklung 4, z.B. zum Schutz der Einzelleiter 11 beim Transport oder zur Stabilisierung des Drillleiters 10, umgeben sein.

Das Verdrehen wird dadurch möglich, indem die Radien r_2 der Abrundungen der Kanten 15, die die Berührfläche 14 (bezogen auf die Wicklung in axialer Richtung) der benachbarten Einzelleiter 11 der Einzelleitergruppe 12 begrenzen, kleiner sind, als die Abrundungen der äußeren Kanten 13 der Einzelleitergruppe, wie in Fig. 3 dargestellt. Die „äußeren“ Kanten 13 sind dabei die Kanten des sich ergebenden rechteckigen (oder quadratischen) Querschnitts der Einzelleitergruppe 12. Grundsätzlich kann es auch schon ausreichend sein, überhaupt nur eine oder an jedem Einzelleiter 11 jeweils nur eine dieser Kanten 15 mit einem kleineren Radius r_2 abzurunden. Aus Sicht des Füllfaktors bzw. der Erhöhung des Leiterquerschnittes ist es aber besser, alle diese Kanten 15 der Einzelleiter 11 mit einem kleineren Radius r_2 abzurunden. Damit ergibt sich durch die kleinen Radien r_2 eine ausreichend große Berührfläche 14, die ein übereinander- oder untereinanderschieben der Einzelleiter 11 beim Verdrehvorgang, bei dem die Einzelleitergruppe 12 ja quer zur Längserstreckung verschoben werden muss, verhindert. Hingegen könnte bei den außen notwendigen großen Radien r_1 die Einzelleiter sehr einfach an den Radien aneinander abgleiten und ein solches übereinander- oder untereinanderschieben der Einzelleiter 11 sehr einfach passieren, was den Verdrehvorgang praktisch unmöglich macht.



Mit dieser einfachen Maßnahme ist es nun möglich, einen Drillleiter 10 mit verdrehten Einzel-
leitergruppen 12 bestehend aus einer Anzahl von nebeneinander angeordneten Einzelleitern
11 in einem Arbeitsschritt herzustellen. Ein Querschnitt durch einen solchen Drillleiter 10 mit
sieben Einzelleitergruppen 12_1 bis 12_7 , bestehend aus jeweils zwei einzelnen nebeneinander
angeordneten Einzelleitern 11 ist in Fig. 4 dargestellt. Der Drillleiter 10 kann dabei wieder mit
einer Umwicklung 4, z.B. zum Schutz der Einzelleiter 11 beim Transport oder zur Stabilisie-
rung des Einzelleiterbündels, umgeben sein.

Ein solcher Drillleiter 10 erfüllt aber auch die Anforderungen an die Spannungsfestigkeit, da
die Abrundungen an den besonders kritischen äußeren Kanten 13 nicht verändert werden.
Lediglich die innen liegenden Kanten, also die eine Berührfläche 14 begrenzenden Kanten
15, an denen die elektrischen Feldstärken kleiner sind, werden mit kleineren Abrundungen
ausgeführt, was die Spannungsfestigkeit nicht beeinträchtigt, jedoch den Füllfaktor erhöht.
Somit lassen sich durch diese einfache Maßnahme gleichzeitig auch die an sich wider-
sprüchlichen Anforderungen der hohen Spannungsfestigkeit und des hohen Füllfaktors erfül-
len.

In einer anderen möglichen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Drillleiters 10 umfasst
eine Einzelleitergruppe 12 mehrere neben- und übereinander angeordnete Einzelleiter 11,
wie z.B. eine $n \times n$ -Anordnung von Einzelleitern 11, wie in Fig. 5 dargestellt, oder $n \times m$ -An-
ordnung von Einzelleitern 11. „Übereinander“ bedeutet hierbei, dass die Einzelleiter 11 im
Querschnitt an ihren Längsseiten aneinander liegend angeordnet sind. Die nebeneinander
liegenden Einzelleiter 11 liegen dabei an einer Berührfläche 14 aneinander und die überein-
ander liegenden Einzelleiter 11 liegen an einer zweiten Berührfläche 16 (bezogen auf die
Wicklung in radiale Richtung) aneinander. Erfindungsgemäß ist wiederum zumindest eine
Abrundung einer Kante 15, die eine Berührfläche 14 zwischen zwei nebeneinander liegen-
den Einzelleitern 11 mit einem kleineren Radius r_2 ausgeführt, als die Radien r_1 der äußeren
Kanten 13 der Einzelleitergruppe 12. In der bevorzugten Ausführung, wie in Fig. 5 darge-
stellt, sind wieder alle die Berührflächen 14 begrenzenden Kanten 15 mit diesem kleinerem
Radius r_2 ausgeführt. Hier ist noch anzumerken, dass die Radien dieser Kanten 15 nicht alle
gleich sein müssen, sondern erfindungsgemäß müssen diese lediglich kleiner als die Radien
 r_1 der äußeren Kanten 13 sein. Zusätzlich sind in der bevorzugten Ausgestaltung einer Ein-
zelleitergruppe 12 auch die Kanten 17 der Berührflächen 16 zwischen zwei benachbarten
übereinander liegenden Einzelleitern mit einem kleineren Radius r_2 ausgeführt. Die Radien
dieser Kanten 17 könnten aber genauso groß sein, wie die Radien r_1 der äußeren Kanten 12,
wie in Fig. 5 an einer Stelle strichliert angedeutet.

Ein Querschnitt durch einen solchen Drillleiter 10 mit fünf Teilleitergruppen 12_1 bis 12_5 , be-
stehend aus 2×2 Einzelleitern 11 ist in Fig. 6 dargestellt. Der Drillleiter 10 kann dabei wieder

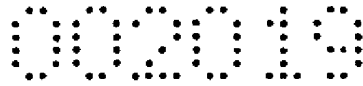
mit einer Umwicklung 4, z.B. zum Schutz der Einzelleiter 11 beim Transport oder zur Stabilisierung des Einzelleiterbündels, umgeben sein.

Ein erfindungsgemäßer Drillleiter 10 kann nun auch besonders vorteilhaft in einer Transformatorwicklung eingesetzt werden, wobei ein erfindungsgemäß ausgeführter Drillleiter 10
5 zwei herkömmliche, parallel gewickelte Drillleiter (z.B. nach Fig. 1) ersetzen kann, da im erfindungsgemäßen Drillleiter 10 ja deutlich mehr, z.B. doppelt so viele, Einzelleiter 11 vorhanden sind.

Ein erfindungsgemäßer Drillleiter 10 hat bei gleichem Querschnitt einen geringeren Füllfaktor als ein herkömmlicher Drillleiter, da jeder Einzelleiter 11 isoliert sein muss und durch die
10 größere Anzahl von Einzelleitern 11 natürlich auch mehr Isolation im Querschnitt vorhanden ist. Die Isolationsschicht eines Einzelleiters 11 ist laut anzuwendender Norm bei Grad 1 0,1mm und bei Grad 2 0,15mm. In heutigen Drillleitern kommt praktisch nur mehr die Güteklasse Grad 1 zur Anwendung. Um den Füllfaktor in einem erfindungsgemäßen Drillleiter 10 bei gleichem Querschnitt zu verbessern, kann vorgesehen sein, die Dicke der Isolations-
15 schicht zu verringern, bevorzugt auf einen Bereich von 0,03 bis 0,08mm, vorzugsweise auch 0,06mm.

Patentansprüche

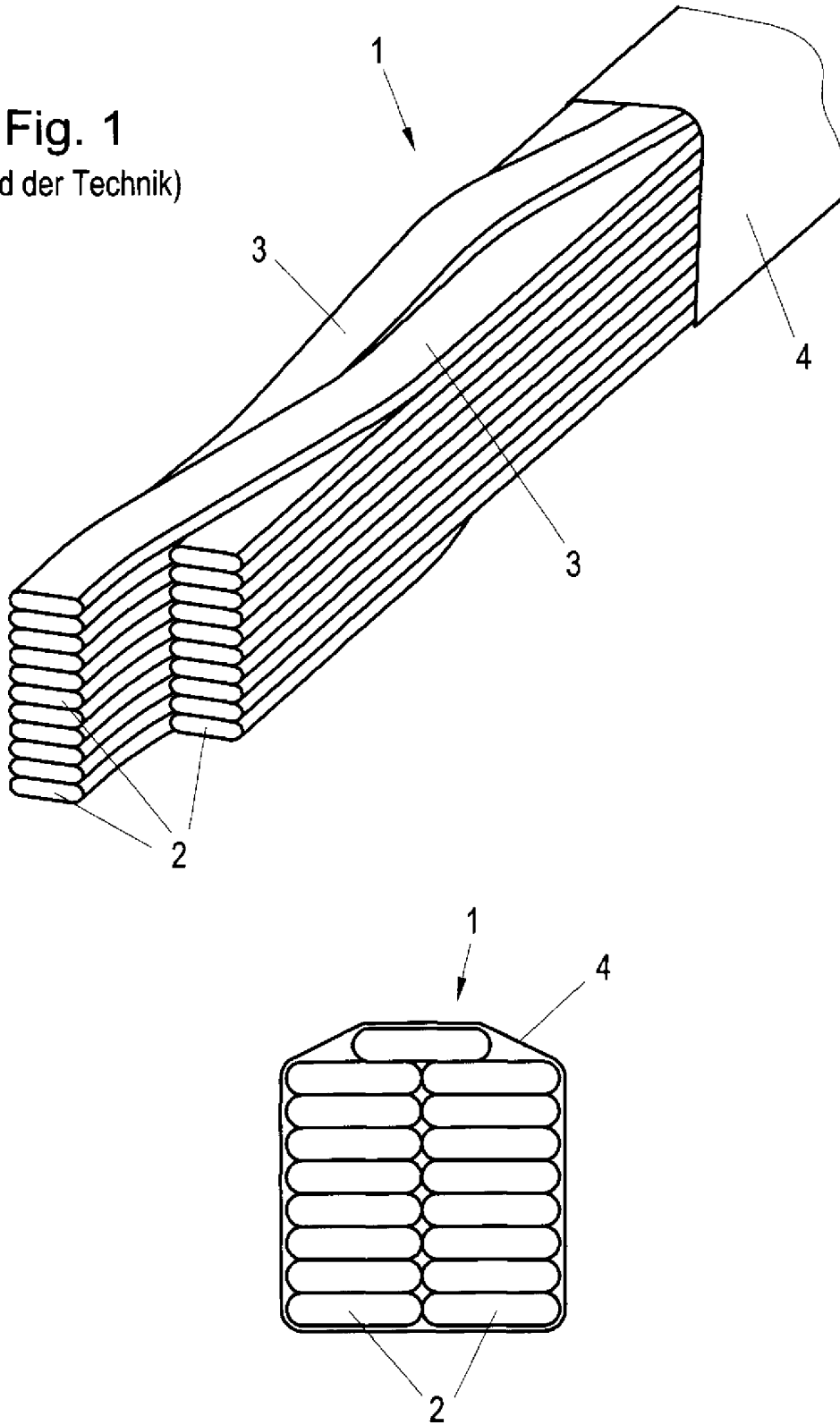
1. Kontinuierlicher Drillleiter bestehend aus einer Mehrzahl einzelner, elektrisch isolierter Einzelleiter (11), bei dem jeweils zwei oder mehrere nebeneinander angeordnete Einzelleiter (11) zu einer Einzelleitergruppe (12) zusammengefasst und gemeinsam verdreht sind, wobei
5 die Kanten (13, 15) jedes Einzelleiters (11) abgerundet ausgeführt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abrundung zumindest einer Kante (15) eines Einzelleiters (11) einer Einzelleitergruppe (12), die eine Berührfläche (14) zwischen zwei nebeneinander liegenden Einzelleitern (11) begrenzt, mit einem kleinerem Radius (r_2) ausgeführt ist, als die Radien (r_1)
10 der Abrundungen der äußeren Kanten (13) der Einzelleitergruppe (12).
2. Kontinuierlicher Drillleiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abrundungen aller Kanten (15) eines Einzelleiters (11) einer Einzelleitergruppe (12), die eine Berührfläche (14) zwischen zwei nebeneinander liegenden Einzelleitern (11) begrenzen, mit einem kleinerem Radius (r_2) ausgeführt sind, als die Radien (r_1) der Abrundungen der äußeren
15 Kanten (13) der Einzelleitergruppe (12).
3. Kontinuierlicher Drillleiter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abrundungen aller Kanten (15) aller Einzelleiter (11) einer Einzelleitergruppe (12), die eine Berührfläche (14) zwischen zwei nebeneinander liegenden Einzelleitern (11) begrenzen, mit einem kleinerem Radius (r_2) ausgeführt sind, als die Radien (r_1) der Abrundungen der äußeren
20 Kanten (13) der Einzelleitergruppe (12).
4. Kontinuierlicher Drillleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelleiter (11) in einer Einzelleitergruppe (12) in einer $n \times n$ - oder $n \times m$ -Anordnung angeordnet sind und zumindest eine Kante (15) eines Einzelleiters (11) der Einzelleitergruppe (12), die eine Berührfläche (16) zwischen zwei übereinander liegenden Einzelleitern (11) begrenzt, mit einem kleinerem Radius (r_2) ausgeführt ist, als die Radien (r_1)
25 der Abrundungen der äußeren Kanten (13) der Einzelleitergruppe.
5. Kontinuierlicher Drillleiter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Kanten (15), die die Berührflächen (14, 16) der neben- und übereinanderliegenden Einzelleiter (11) begrenzen, mit einem kleinerem Radius (r_2) ausgeführt ist, als die Radien (r_1) der Abrundungen der äußeren Kanten (13) der Einzelleitergruppe (12).
30
6. Kontinuierlicher Drillleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke der Isolationsschicht eines Einzelleiters (11) zwischen 0,03mm und 0,08mm, vorzugsweise 0,06mm, ausgeführt ist.



AE-3396 AT

7. Transformator mit einer Wicklung aus einem kontinuierlichen Drillleiter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

Fig. 1
(Stand der Technik)



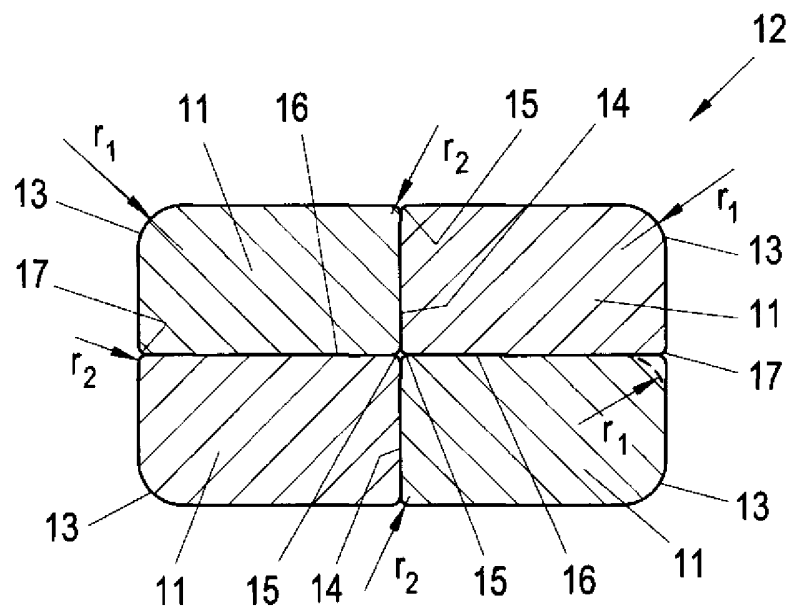


Fig. 5

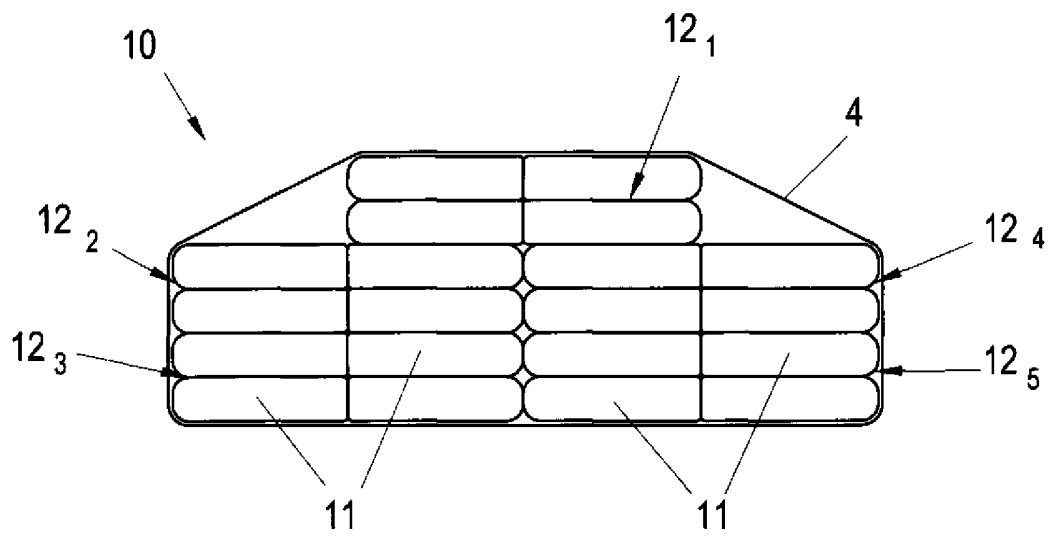


Fig. 6

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC: H01B 7/30 (2006.01); H01F 27/28 (2006.01); H02K 3/14 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: H01B 7/30D; H01F 27/28; H02K 3/14		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H01B, H01F, H02K		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC WPI		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 24. Februar 2011 eingereichten Ansprüchen 1-7 erstellt.		
Kategorie ¹	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 0981139 A1 (ASTA ELEKTRODRAHT GMBH) 23. Februar 2000 (23.02.2000) gesamtes Dokument	1-7
Datum der Beendigung der Recherche: 16. November 2011		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): SCHLECHTER B.
¹ Kategorien der angeführten Dokumente:		
X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.		A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.		P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.