

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 872 858 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.10.1998 Patentblatt 1998/43

(51) Int Cl.⁶: **H01F 27/32**

(21) Anmeldenummer: **98400794.8**

(22) Anmeldetag: **03.04.1998**

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

(30) Priorität: **17.04.1997 DE 19715978**
01.07.1997 DE 19727758

(71) Anmelder: **ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE
GENERALE D'ELECTRICITE
75008 Paris (FR)**

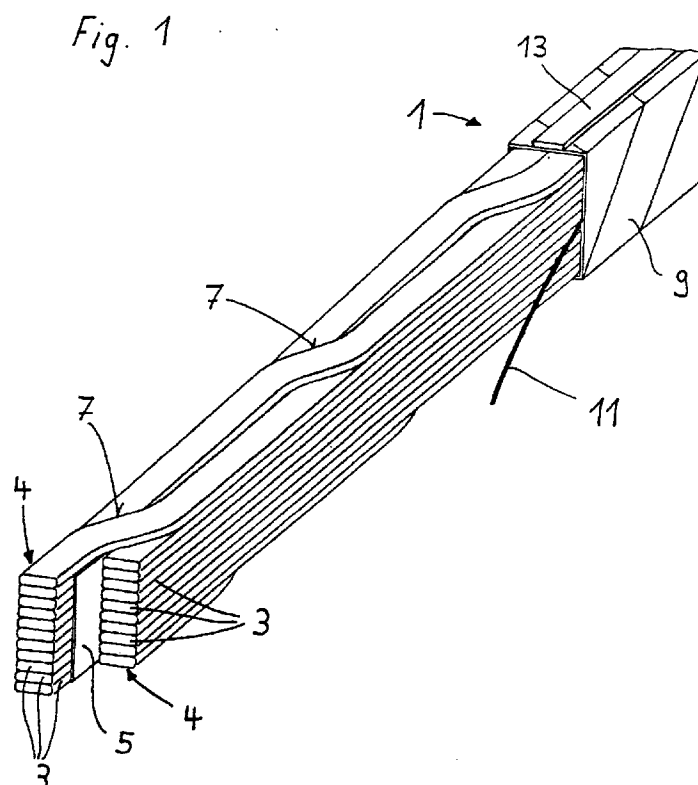
(72) Erfinder:
• **Krenzer, Hans-Joachim, Dipl.-Ing.**
34454 Arolsen (DE)
• **Runge, Joachim**
34454 Arolsen (DE)

(74) Vertreter: **Mende, Dirk**
Alcatel Alsthom,
Intellectual Property Department,
Kabelkamp 20
30179 Hannover (DE)

(54) **Mehrfachparalleleiter für Wicklungen elektrischer Geräte und Maschinen**

(57) Bei einem Mehrfachparalleleiter (1), insbesondere einem Drilleiter, für Wicklungen elektrischer Geräte und Maschinen sind die jeweils einzeln elektrisch isolierten Teilleiter (3) gemeinsam mit einer Umwicklung (9)

versehen. Unterhalb der Umwicklung (9) ist zumindest ein in Längsrichtung des Mehrfachparalleleiters (1) verlaufender Reißfaden (11) angeordnet, der ein einfaches Entfernen der Umwicklung (9) vor der Herstellung der Wicklung ermöglicht (Fig. 1).



EP 0 872 858 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Mehrfachparalleleiter, insbesondere einen Drilleiter, für Wicklungen elektrischer Geräte und Maschinen mit einer Mehrzahl von jeweils einzeln elektrisch isolierten Teilleitern, die gemeinsam mit einer Umwicklung versehen sind.

Elektrische Leiter großen Querschnitts für Wicklungen von elektrischen Geräten und Maschinen, insbesondere von Transformatoren, werden in eine Anzahl voneinander elektrisch isolierter Teilleiter aufgeteilt, die an ihren Enden parallel geschaltet werden. Bei den sogenannten Drilleitern oder Röbelstäben werden einen zumindest annähernd rechteckigen Querschnitt aufweisende, mit einer Isolierlackschicht versehene und aus Kupfer, Aluminium oder einer Legierung davon bestehende Teilleiter zu einem etwa rechteckigen Gesamtquerschnitt zusammengefügt. Um den Einfluß der Stromverdrängung möglichst gering zu halten, wird über die Länge des Drilleiters bzw. Röbelstabes eine sich gegebenenfalls wiederholende Lagevertauschung der Teilleiter im Gesamtquerschnitt des Mehrfachparalleleiters vorgenommen. Zu diesem Zweck werden die Teilleiter mittels eines geeigneten Werkzeuges an vorbestimmten Stellen gekröpft und die Lage der Teilleiter im Mehrfachparalleleiter durch das Kröpfen entsprechend geändert, wobei die Herstellung der Drilleiter im Gegensatz zur Herstellung der Röbelstäbe kontinuierlich erfolgt. Der so erzielte regelmäßige Wechsel der Lage des einzelnen Teilleiters im Querschnitt des Mehrfachparalleleiters hat den Vorteil sehr geringer Wirbelstromverluste. Das Abbiegen oder Kröpfen der Teilleiter erfolgt beispielsweise flachseitig um die Längsachse des Mehrfachparalleleiters herum, wobei die Folge der Teilleiter im Querschnitt des Mehrfachparalleleiters auch über mehrere sich wiederholende Zyklen beibehalten wird.

Das aus den einzeln elektrisch isolierten Teilleitern bestehende Bündel wird üblicherweise mit einer gemeinsamen Umwicklung aus Isolierbändern wie z. B. Papierbändern versehen, die die Teilleiter in der Regel vollständig bedeckt. Dabei hängt die Anzahl von Bandlagen von der jeweiligen Anwendung ab. Grundsätzlich dient die gemeinsame Umwicklung der Teilleiter dazu, den Mehrfachparalleleiter beim Aufspulen auf eine Vorratstrommel, beim Transport sowie beim Abspulen von der Vorratstrommel zusammenzuhalten und vor Beschädigungen zu schützen. Bei hohen Betriebsspannungen von beispielsweise mehr als 20 kV, wie sie insbesondere bei der Verwendung der Mehrfachparalleleiter auf der Hochspannungsseite von Transformatoren vorkommen, dient die Umwicklung der Teilleiter darüber hinaus dazu, die elektrische Isolierung entsprechend der geforderten Spannungsfestigkeit zu verstärken. Bei niedrigeren Spannungen dagegen ist eine solche Verstärkung der elektrischen Isolierung nicht erforderlich.

Bei Transformatoren, aber auch bei anderen elektrischen Geräten und Maschinen führen die auftretenden

elektrischen Verluste zu einer erheblichen Erwärmung der für die Wicklungen verwendeten Mehrfachparalleleiter. Es ist daher erforderlich, die Wärme durch ein geeignetes Öl abzuführen. Dabei hängt die Effizienz der Kühlung wesentlich von der Dicke der verwendeten elektrischen Isolierung ab. Eine optimale Kühlung wird dann erreicht, wenn auf eine zusätzliche elektrische Isolierung der Mehrfachparalleleiter vollständig verzichtet wird, sie also frei von irgendeiner Umhüllung gewickelt werden. Dies kommt aber bei Transformatoren zumindest zur Zeit - wie oben ausgeführt - nur auf der Niederspannungsseite in Betracht. Dazu wird die die Teilleiter des Mehrfachparalleleiters zusammenhaltende Umwicklung unmittelbar vor der Herstellung der Wicklung des elektrischen Geräts bzw. der elektrischen Maschine durch Abwickeln entfernt, was sehr zeit- und arbeitsaufwendig ist.

In der WO 95/30991 ist ein Mehrfachparalleleiter beschrieben, bei dem die Teilleiter mit einem Webband mit einer Maschenweite von mindestens 2 mm umsponnen sind, dessen Schuß- und/oder Kettfäden aus Polyester oder einem aus einem Polyester bestehenden Mischgarn hergestellt sind. Um eine höhere Festigkeit des Mehrfachparalleleiters zu erzielen, kann das Webband zusätzlich mit einem teilvernetzten Epoxidharz vorimprägniert sein.

Ausgehend von dem Stand der Technik liegt der Erfindung das Problem zugrunde, einen Mehrfachparalleleiter für Wicklungen elektrischer Geräte und Maschinen zu schaffen, der beim Auf- und Abtrommeln und bei seinem Transport wirkungsvoll vor Beschädigungen geschützt ist und der zudem im Betrieb im gewickelten Zustand eine optimale Kühlung der Wicklung des elektrischen Geräts bzw. der elektrischen Maschine gewährleistet.

Dieses Problem wird durch die Erfindung gelöst, indem unterhalb der Umwicklung zumindest ein in Längsrichtung des Mehrfachparalleleiters verlaufender Reißfaden angeordnet ist.

Die durch die Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die gemeinsame Umwicklung der Teilleiter des Mehrfachparalleleiters unmittelbar vor der Herstellung der Wicklung des elektrischen Geräts bzw. der elektrischen Maschine auf einfache und kostengünstige Art und Weise durch die Verwendung des Reißfadens zum Aufreißen der Umwicklung entfernt werden kann. Während des Auf- und Abtrommelns des Mehrfachparalleleiters auf bzw. von Vorratsspulen und bei seinem Transport werden die Teilleiter durch die bekannte Umwicklung sicher und fest zusammengehalten und eine Beschädigung der Teilleiter und ihrer Isolierlackschichten vermieden. Durch die durch den lediglich zumindest einen zusätzlichen Reißfaden nahezu unveränderte äußere Gestalt des Mehrfachparalleleiters treten keine Schwierigkeiten beim Auf- und Abtrommeln auf. Die Windungen des Mehrfachparalleleiters können auf der Vorratsspule mit kleinem Abstand und kompakt nebeneinander liegen, so daß eine Beschädi-

gung des Mehrfachparalleleiters durch ein Verrutschen und Verkanten auf der Vorratsspule vermieden und eine große Länge auftrommelbar ist. Da der Mehrfachparalleleiter nach dem Herstellen der Wicklung keine zusätzlichen Elemente wie Papierbänder, Webbänder und dergleichen aufweist, sind in der Wicklung des elektrischen Geräts oder der elektrischen Maschine auftretende Teilentladungen zwischen benachbarten Windungen sowie Kühlmittelstaus durch den Kühlkanalquerschnitt versperrende zusätzliche Elemente vermieden. Der erfindungsgemäße Mehrfachparalleleiter ist darüber hinaus einfach und kostengünstig herstellbar, da nur die zusätzliche Anordnung zumindest eines Reißfadens unterhalb der Umwicklung erforderlich ist.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung möglich.

Um einen einen möglichst kleinen Querschnitt aufweisenden Reißfaden verwenden zu können und um zu verhindern, daß die Isolierlackschicht der Teileiter durch den Reißfaden beim Aufreißen der Umwicklung beschädigt wird, ist es vorteilhaft, wenn der Reißfaden aus einem hochzugfesten Kunststoff wie einem Polyamid oder Polyaramid ausgebildet ist. Dadurch bleibt der Gesamtquerschnitt des Mehrfachparalleleiters nahezu unverändert.

Für eine kostengünstige Herstellung des Mehrfachparalleleiters und für eine einfache Entfernung der gemeinsamen Umwicklung der Teileiter ist es von Vorteil, wenn die Umwicklung aus zumindest einem Papierband ausgebildet ist. Es ist aber ebenfalls vorteilhaft, die gemeinsame Umwicklung beispielsweise aus zumindest einem Gewebiband und/oder einem aus einem Kunststoff bestehenden Band oder Faden auszubilden.

Von Vorteil ist es, wenn an der Außenseite oder der Innenseite der Umwicklung ein in Längsrichtung des Mehrfachparalleleiters verlaufendes und mit der Umwicklung verklebtes Halteband angeordnet ist, das das Entfernen der Umwicklung vereinfacht.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Die in den Fig. 1 und 2 beispielhaft dargestellten Mehrfachparalleleiter 1, die als Drilleiter insbesondere für die Verwendung in Transformatorenwicklungen ausgebildet sind, haben eine Mehrzahl von flachen, einen annähernd rechteckigen Querschnitt aufweisenden Teileitern 3, die z. B. in zwei nebeneinander liegenden Stapeln 4 angeordnet sind, wobei zwischen den beiden Stapeln 4 ein längs laufendes Papierband 5 vorgesehen sein kann, wie in der Fig. 1 dargestellt ist. Jeder der Teileiter 3 ist mit einer eigenen Isolierlackschicht versehen, die eine ausreichende elektrische Isolierung zwischen den benachbarten Teileitern 3 sicherstellt. Um die mechanische Festigkeit der elektrischen Isolierung zu verbessern, kann die Isolierlackschicht jedes Teileiters 3 zusätzlich z. B. mit einem teilvernetzten Epoxydlack überzogen sein. Anstelle einer Isolierlackschicht kann

die elektrische Isolierung der Teileiter 3 auch durch eine Umwicklung mit einer geeigneten Folie, Papier oder ähnlichen Werkstoffen ausgebildet sein. Die Teileiter 3 sind in vorbestimmten Abständen durch Abbiegen flach gekröpft, so daß sich ihre Lage im Gesamtquerschnitt des Mehrfachparalleleiters 1 in vergleichsweise kurzen Abständen regelmäßig ändert. Die Kröpfungsstellen sind in der Fig. 1 mit 7 bezeichnet.

Über dem so gebildeten verdrehten Bündel von elektrisch isolierten Teileitern 3 ist eine gemeinsame Umwicklung 9 beispielsweise aus Papierbändern eingebracht. Die Umwicklung 9 besteht in der Regel aus ein bis fünf Lagen von Papierbändern und überdeckt die Teileiter 3 vollständig. Eine geringe Anzahl von Lagen vereinfacht dabei das Entfernen der Umwicklung 9. Es ist aber ebenfalls möglich, die gemeinsame Umwicklung 9 der Teileiter 3 aus anderen faden- oder bandförmigen Materialien wie z. B. Gewebebändern oder aus Kunststoff bestehenden Bändern oder Fäden auszubilden. Abweichend von den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen kann die Umwicklung 9 Lücken aufweisen. Denkbar ist es ebenfalls, anstelle der Umwicklung 9 eine geschlossene, z. B. extrudierte Kunststoffhülle vorzusehen.

Um die Umwicklung 9 bei der Herstellung der Wicklungen elektrischer Geräte oder Maschinen, also beim Wickeln der Drilleiter, auf möglichst einfache und kostengünstige Art und Weise entfernen zu können, ist unterhalb der Umwicklung 9 z. B. ein in Längsrichtung des Mehrfachparalleleiters 1 verlaufender Reißfaden 11 angeordnet, der sich über die gesamte Länge des Mehrfachparalleleiters 1 erstreckt. Zusätzlich kann beispielsweise auf der gegenüberliegenden Seite des Teileiter-Bündels ein weiterer Reißfaden angeordnet sein. Die Lage des Reißfadens bzw. der Reißfäden 11 unterhalb der Umwicklung 9 kann auch abweichend von den dargestellten Ausführungsbeispielen frei gewählt werden. Der Reißfaden 11 gewährleistet, daß sich die Teileiter 3 gemeinsam umschließende Umwicklung 9 auf einfache Art und Weise durch Ziehen am Reißfaden entfernen läßt.

Der Reißfaden 11 ist z. B. aus einem hochzugfesten Kunststoff wie einem Polyamid oder Polyaramid ausgebildet. Er kann aber z. B. ebenfalls aus einem mit Glasfasern oder anderen hochzugfesten Fasern verstärkten Kunststoff, aus Hanf oder aus einem anderen hochzugfesten Material ausgebildet sein. Bei der Materialauswahl ist jedoch zu beachten, daß der Reißfaden 11 einen möglichst kleinen Querschnitt aufweist und daß vom Reißfaden keine Gefahr für die Isolierlackschicht der Teileiter 3 ausgeht.

Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist an der Außenseite der Umwicklung 9 z. B. ein in Längsrichtung des Mehrfachparalleleiters 1 verlaufendes, an seiner der Umwicklung 9 zugewandten Seite mit einem Klebemittel versehenes und mit der Umwicklung 9 verklebtes Halteband 13 angeordnet. Das Halteband 13 dient dazu, die einzelnen Bestandteile der Um-

wicklung 9 nach dem Aufreißen zusammenzuhalten und so das vollständige Entfernen der Umwicklung 9 zu vereinfachen und die Verunreinigung durch lose Bestandteile der Umwicklung zu vermeiden.

Abweichend von diesem Ausführungsbeispiel ist es von Vorteil, wenn das Halteband 13 dem Reißfaden 11 gegenüberliegt, also an der dem Reißfaden 11 gegenüberliegenden Seite des Mehrfachparalleleiters 1 angeordnet ist.

Das in der Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel im wesentlichen dadurch, daß das in Längsrichtung des Mehrfachparalleleiters 1 verlaufende Halteband 13 an der dem Reißfaden 11 gegenüberliegenden Seite des Mehrfachparalleleiters 1 zwischen einem der Teilleiter-Stapel 4 und der Innenseite der Umwicklung 9 angeordnet ist. Das Halteband 13 ist bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel an seiner der Umwicklung 9 zugewandten Seite mit einem Klebemittel versehen. Mittels dieses Klebemittels ist das Halteband 13 mit der Innenseite der Umwicklung 9 verklebt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird eine feste und sichere Verklebung von Halteband 13 und Umwicklung 9 auf einfache Weise ohne zusätzliche Maßnahmen gewährleistet, da die Bänder der Umwicklung 9 unter Zugspannung stehend um die Teilleiter-Stapel 4 gewickelt und dabei fest an das der Umwicklung zugewandt mit Klebemittel versehene Halteband 13 angelegt und angegedrückt werden. Selbstverständlich können Reißfaden 11 und Halteband 13 auch an beliebigen anderen Stellen unterhalb der Umwicklung 9 angeordnet sein. Es ist ebenfalls möglich, mehrere Reißfäden und/oder mit Klebemittel versehene Haltebänder zu verwenden.

Patentansprüche

1. Mehrfachparalleleiter, insbesondere Drilleiter, für Wicklungen elektrischer Geräte und Maschinen mit einer Mehrzahl von jeweils einzeln elektrisch isolierten Teilleitern, die gemeinsam mit einer Umwicklung versehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb der Umwicklung (9) zumindest ein in Längsrichtung des Mehrfachparalleleiters (1) verlaufender Reißfaden (11) angeordnet ist.
2. Mehrfachparalleleiter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reißfaden (11) aus einem hochzugfesten Kunststoff ausgebildet ist.
3. Mehrfachparalleleiter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reißfaden (11) aus einem Polyamid ausgebildet ist.
4. Mehrfachparalleleiter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reißfaden (11) aus Polyaramid ausgebildet ist.

5. Mehrfachparalleleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Umwicklung (9) der Teilleiter (3) aus zumindest einem Papierband ausgebildet ist.
6. Mehrfachparalleleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Umwicklung (9) der Teilleiter (3) aus zumindest einem Gewebiband ausgebildet ist.
7. Mehrfachparalleleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Umwicklung (9) der Teilleiter (3) aus zumindest einem aus einem Kunststoff bestehenden Band oder Faden ausgebildet ist.
8. Mehrfachparalleleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Umwicklung (9) der Teilleiter (3) an ihrer Außenseite zumindest ein in Längsrichtung des Mehrfachparalleleiters (1) verlaufendes, mit der Umwicklung (9) verklebtes Halteband (13) aufweist.
9. Mehrfachparalleleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Umwicklung (9) der Teilleiter (3) an ihrer Innenseite zumindest ein in Längsrichtung des Mehrfachparalleleiters (1) verlaufendes, mit der Umwicklung (9) verklebtes Halteband (13) aufweist.
10. Mehrfachparalleleiter nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Halteband (13) an der dem Reißfaden (11) gegenüberliegenden Seite des Mehrfachparalleleiters (1) angeordnet ist.
11. Mehrfachparalleleiter nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Halteband (13) an seiner der Umwicklung (9) zugewandten Seite mit einem Klebemittel versehen ist.

Fig. 1

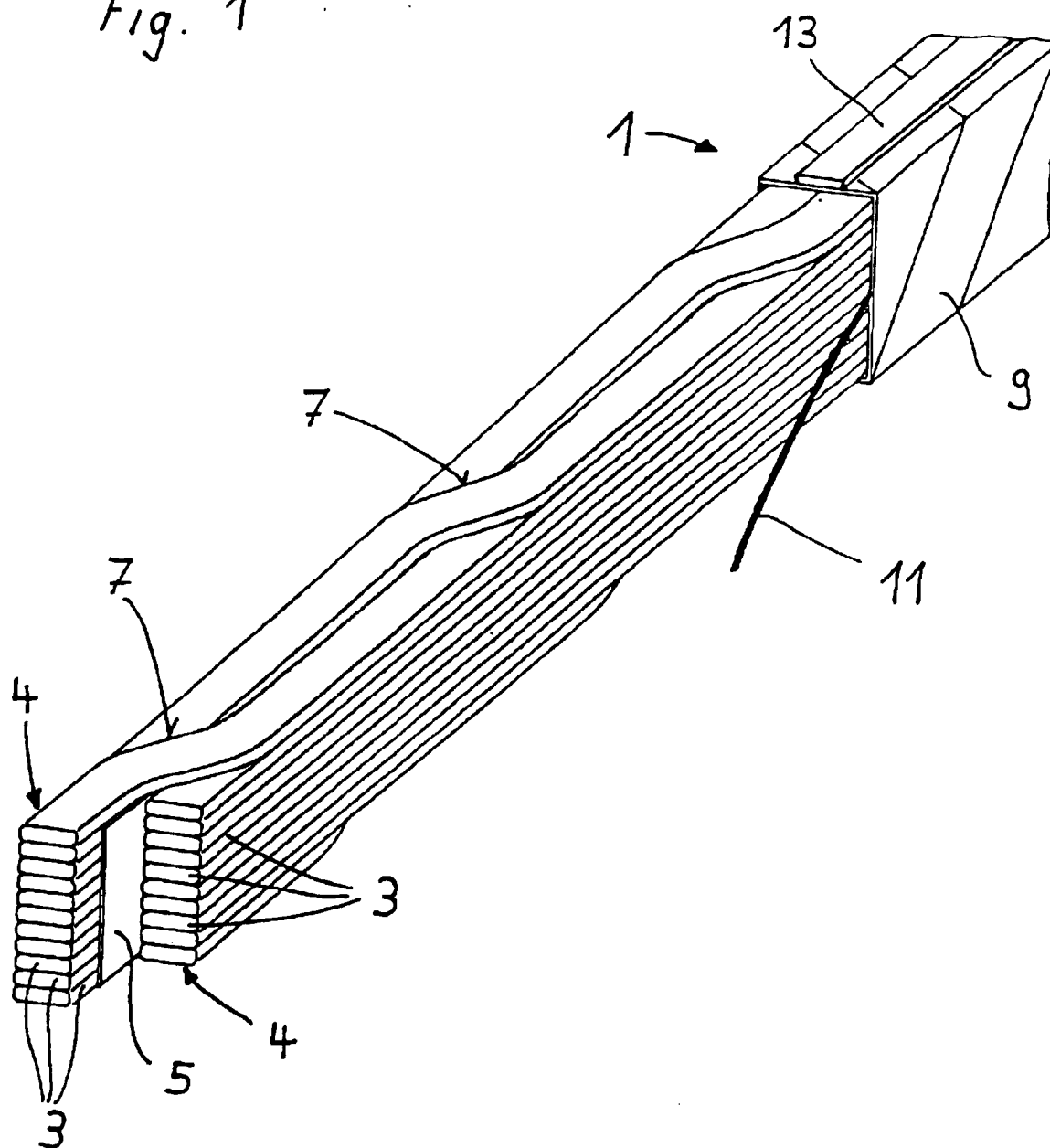


Fig. 2

