

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 562 331 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93103539.8**

(51) Int. Cl.⁵: **H01B 7/34**

(22) Anmeldetag: **05.03.93**

(30) Priorität: **24.03.92 DE 4209928**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.09.93 Patentblatt 93/39

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Anmelder: **Felten & Guilleaume
Energietechnik AG
Postfach 80 50 01
D-51058 Köln(DE)**

(72) Erfinder: **Rasquin, Werner, Prof. Dr.-Ing.
Belfortstrasse 9
W-5000 Köln 1(DE)
Erfinder: Brakelmann, Heinrich, Prof. Dr.-Ing.
Schwalbenweg 8
W-4134 Rheinberg 1(DE)**

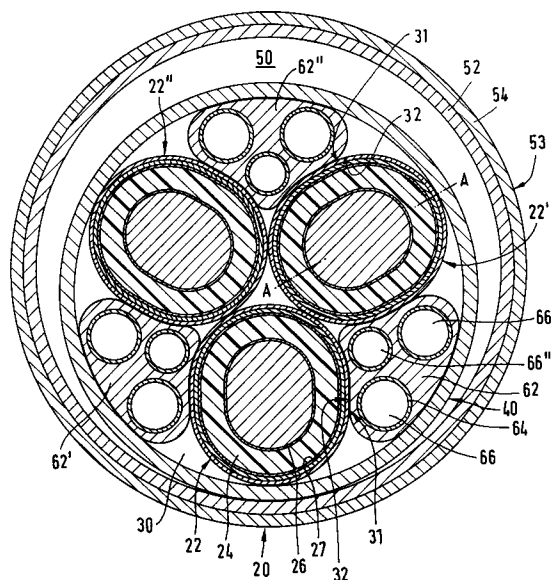
(54) **Elektrisches Ein- oder Mehrleiterverbundkabel mit integrierter Kühlung.**

(57) Die Erfindung betrifft ein elektrisches Ein- oder ein Mehrleiterverbundkabel (20) mit integrierter Kühlung, mit denen höhere Übertragungsleistungen als herkömmlich ermöglicht werden.

In den Adernzwickelräumen (30) des Mehrleiterskabels liegen Verbundprofile (62,62',62''), die mit einem oder mehreren Hohlkanälen (66,66',66'') unterschiedlichen Querschnitts durchzogen sind. Durch die Hohlkanäle wird ein Kühlmedium geleitet. Die Außenkontur der Verbundprofile (62,62',62'') ist so gestaltet, daß diese den Zwickelraum (30) optimal ausfüllen und eng an der Oberfläche der Adern (22,22',22'') anliegen, so daß ein guter Wärmeübergang gewährleistet ist.

Nach der Erfindung zeichnen sich Energiekabel durch kompakten Aufbau aus. Die thermische Belastung des Energiekabels und des Kabelgrabens wird deutlich verringert und der Legevorgang wird wesentlich vereinfacht.

FIG.1



EP 0 562 331 A2

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Ein- oder ein Mehrleiterverbundkabel mit integrierter Kühlung nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Mit Erhöhung der zu übertragenen Leistung überschreiten bekannte Energiekabel ihre zulässige Temperaturgrenze. Dann helfen Zwangskühlungen weiter. Es sind verschiedene Ausgestaltungen von gekühlten Energiekabeln bekannt. Beispielsweise zeigt die DE OS 16 40 122 ein mehradriges elektrisches Druckkabel, bei dem in den Zwickelräumen zwischen den Energieadern ein Kühlrohr angeordnet ist. Die Form des Kühlrohres ist kreisförmig, so daß zur Leiterader nur ein linienförmiger Kontakt entsteht. Weiterhin ist die Lage der ovalen Adern des Kabels über die Kabellänge nicht fixiert; ihre Lage ist wegen der im Verseilprozeß nicht zu verhindernden Verdrehungen zufällig. Das Kühlrohr hat nur ungenügenden Kontakt zur Ader. Eine andere Form gekühlter Kabel besteht darin, zentral in den Leiter der Energieader ein Kühlmittelrohr zu legen (DE 23 27 316).

Mit zunehmender Übertragungsleistung wird die thermische Belastung eines Kabels größer. Es müssen Wege gefunden werden, um der Erhöhung der Leistung Rechnung zu tragen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgehend von vorhandenen Konstruktionsprinzipien gekühlte Energiekabel für höhere Leistungen vorzuschlagen. Die erfindungsgemäßen Energiekabel sollen sich durch kompakten Aufbau auszeichnen. Die Aufgabe wird mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen finden sich in den Unteransprüchen.

Zum Beispiel können bei Gasaußendruckkabel vorhandene Rohre von Kabeln genutzt werden, wenn die alte Kabeln herausgezogen und erfindungsgemäße Kabel eingezogen werden. Mit ihnen können höhere Leistungen übertragen werden, wobei kostenträchtige Erdarbeiten beim Legevorgang eingespart werden. Mit der geringeren thermischen Belastung des Kabels ist auch eine geringere thermische Belastung des Erdbodens verbunden.

Ebenfalls stellt sich als vorteilhaft heraus, daß ein geringerer Aufwand für die thermische Stabilisierung des Kabelgrabens notwendig ist und daß sich die Lebensdauer des Kabels erhöht.

Die erfindungsgemäßen Verbundprofile haben auch Stützfunktion, was sich günstig auf die Festlegung der Adern im Kabel auswirkt.

Ein typisches Anwendungsgebiet der Erfindung ist ein mehradriges Gasaußendruckkabel. In den Aderzwickelräumen liegen Verbundprofile, die mit einem oder mehreren Hohlkanälen unterschiedlichen Querschnitts durchzogen sind. Durch die Hohlkanäle wird ein Kühlmedium geführt.

Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kabels wird für Einleiterkabel vorgeschlagen, die in Höchstleistungsnetzen, z.B. für 400 kV,

einsetzbar sind. Die Verbundkanäle, die im Raum über der Ader eingebracht werden, haben etwa Nierenform.

Je nach Höhe der geforderten Kühlleistung werden die Verbundprofile eng oder weniger eng benachbart um die Ader herumgelegt. Das Kantenprofil der zueinander benachbarten Verbundprofile ist ebenflächig ausgebildet, wenn die maximale Füllung des Raums über der Ader gefordert ist.

Die Querschnitte der Verbundprofile sind erfindungsgemäß dem Querschnitt der Zwickelräume im Mehrleiterkabel angepaßt. Die Außenkontur der Verbundprofile ist so gestaltet, daß sie den Zwickelraum im Mehrleiterkabel optimal ausfüllen und eng an der Oberfläche der Adern anliegen, so daß ein guter Wärmeübergang gewährleistet ist. Die aderzugewandte Kontur des Verbundprofils entspricht erfindungsgemäß der verbundprofilzugewandten Kontur der Ader.

Je nach Lage der ovalen Adern im Gasaußendruckkabel entstehen unterschiedlich große Zwickelräume, so daß der Zwickelraum maximal gefüllt ist. Erfindungsgemäß wird auch vorgeschlagen, unterschiedlich große Zwickelräume mit Verbundprofilen unterschiedlichen Querschnitts zu füllen. Beispielsweise kann in zwei Zwickelräumen mit kleinem Dreiecksquerschnitt je ein Verbundprofil und im dritten Zwickelraum nur ein Verbundprofil mit großem Dreiecksquerschnitt liegen.

Ein annähernd dreieckiger Querschnitt füllt den Zwickelraum optimal aus und erlaubt einen großflächigen Kontakt mit der Aderoberfläche. In einer kostengünstigen erfindungsgemäßen Alternative wird vorgeschlagen, neben Verbundprofilen mit dreieckiger Querschnittsfläche mindestens ein Verbundprofil mit kreisrundem Querschnitt in einem Kabel zu verwenden.

Die erfindungsgemäßen Verbundprofile können insbesondere im Einleiterkabel mitverseilt sein. In Mehrleiterkabeln werden durch das Mitverseilen der erfindungsgemäßen Verbundprofile die Lagen der Achsen der ovalen Adern festgelegt. Die Zwickelräume erhalten definierte Größen und die Aderachsen eine feste Lage. Es entsteht eine profiltreue Aderlage über die gesamte Kabellänge.

Das Verbundprofil wird vorzugsweise aus hochwärmeleitendem Material hergestellt. Als Materialien stehen vornehmlich Aluminium oder Kupfer zur Verfügung. Das Verbundprofil wird als zuvor extrudiertes Kabelelement mit den Adern verseilt.

Der enge Kontakt der Verbundprofile aus gut wärmeleitendem Material erlaubt wirksame Wärmeableitung von den Aderoberflächen. Um den korrosionsfreien Betrieb bei der Durchleitung des Kühlmediums (Wasser, Kühlöl oder Flüssiggas) sicherzustellen, werden erfindungsgemäß die Hohlkanäle aus dünnen korrosionsfesten Röhrchen, vorzugsweise aus Edelstahl, ausgeführt. Die Verbundprofile

lassen sich aus extrudiertem Aluminium herstellen, wobei die Edelstahlröhrchen von der Einlaufseite her in die Presse eingeleitet werden, in der die Verbundprofile extrudiert werden.

Die vom Kühlmedium aufgenommene Wärme wird über Wärmetauscher, die an bestimmten Stationen an der Kabelstrecke angeordnet sind, abgeführt.

Erfindungsgemäß wird bei Kabeln, die ein Verbundprofil mit mehreren Hohlkanälen oder mehrere Verbundprofile mit einem Hohlkanal enthalten, vorgeschlagen, mindestens einen Hohlkanal thermisch zu isolieren. Als Isolierung wird ein thermisch isolierendes Material aus Glas oder Kunststoff in Form von Geflecht, Pulver, Fasern oder feinkörnig vorgesehen. Der thermisch isolierte Hohlkanal dient der Rückleitung des erwärmten Kühlmediums, so daß thermische Kopplungen zwischen der Kühlmediumhinleitung und -rückleitung unterbunden werden. Mit dieser Maßnahme kann das erwärmte Kühlmedium im selben Kabelabschnitt zu einem Wärmetauscher zurückgeführt werden. Dadurch kann man die Wärmetauscherstationen auf bestimmte Orte konzentrieren und muß dennoch den Abstand der Stationen nicht verkleinern.

Die thermische Isolierung kann aus einem Geflecht aus Glasfasern bestehen, mit der der Mantel des Hohlkanals umspunnen ist. Eine andere Lösung besteht darin, zwischen zwei coaxialen Röhrchen einen feinkörnigen thermischen Isolator einzubetten. Die beiden Röhrchen können aus Edelstahl sein oder das innere Röhrchen ist aus Edelstahl und das äußere aus Aluminium.

Die Verbundprofile mit isoliertem Hohlkanal werden als Kabelelemente im Mehrleiterkabel mit den Kabeladern oder im Einleiterkabel mit der Kabelader verseilt, da selbst ein wärmeisolierender Überzug aus Geflecht um den Hohlkanalmantel in einem Arbeitsgang bei der Herstellung der Verbundprofile im Extruder mit verarbeitetbar ist.

Um den Strömungswiderstand der Hohlkanäle aufeinander anzupassen, kann die Summe der Querschnitte der Hohlkanäle für die Hinleitung des Kühlmediums gleich der Summe der Querschnitte der Hohlkanäle für die Rückleitung gewählt werden.

Es ist sinnvoll, die Verbundprofile in elektrischen Kontakt mit dem Kabelschirm zu bringen, damit Kabelschirm und Verbundprofil auf Erdpotential liegen. Die einfachste Maßnahme ist, zwischen den metallischen Verbundprofilen und dem Kabelschirm keine elektrisch isolierenden Stoffe zu verseilen. Die im Kontakt mit dem Kabelschirm stehenden Verbundprofile vergrößern den Leitungsquerschnitt oder Leitwert des Kabelschirms, so daß der Schirm größere Ströme tragen kann. Die thermische Kabelbelastung ist daher auch im Fehlerfall (Kurzschluß) geringer als bei bekannten Kabeln.

Kabel mit erfindungsgemäßen Verbundprofilen erlauben höhere Mantel- bzw. Schirm längsströme, wodurch ein Sicherheitsgewinn eintritt. Der größere Leitwert des Kabelschirms hat einen weiteren günstigen Effekt zur Folge, daß sich nämlich das magnetische Streufeld des Kabels verringert.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein Verbundprofil parallel zum Hohlkanal mit mehreren Parallelkanälen versehen. Es entsteht ein Zacken- oder Zahnprofil um den Mantel des Hohlkanals herum. Günstig sind paarweise, symmetrisch liegende Parallelkanäle. Mit Parallelkanälen ausgestattete Verbundprofile lassen sich ebenfalls als Extrusionselement herstellen. Die Parallelkanäle können entweder geradeaus (parallel) zur Achse des Verbundprofils ausgeführt sein oder in Schraubenlinie um den Hohlkanal herumführen.

In mindestens einem Parallelkanal kann ein faserförmiger Sensor und/oder mindestens ein optischer Nachrichtenleiter eingezogen sein. Die Parallelkanäle sind vorzugsweise zum Mantel des Hohlkanals hin offen. In dieser Ausführung liegt ein in den Parallelkanal eingefügter Sensor direkt auf dem Mantel auf. Als Sensoren werden physikalische oder chemische Sensoren vorgeschlagen, die Betriebsgrößen des Kabels oder des Leitungssystems melden, die auch zu Alarmmeldungen benutzt werden können.

Sehr geeignet als Sensoren sind Lichtwellenleiter. Sie sind beispielweise einsetzbar zum Erkennen von Wärme (hot spots) oder von Magnetfeldänderungen.

Die Erfindung wird in den Figuren näher beschrieben. Die Figuren zeigen im Einzelnen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform (Gasaußendruckkabel) des erfindungsgemäßen Kabels;

Fig. 2 ein Dreileiterkabel (Gasaußendruckkabel) mit unterschiedlich großen Zwickelräumen und mit drei Verbundprofilen unterschiedlichen Querschnitts;

Fig. 3 ein Dreileiterkabel (Gasaußendruckkabel) mit gleichgroßen Zwickelräumen und mit gleichgroßen Verbundprofilen;

Fig. 4 ein Dreileiterkabel (Gasinnendruckkabel) mit mehreren Verbundprofilen und einem isoliert ausgeführten Hohlkanal;

Fig. 5 vier Ausführungsformen eines Einleiterkabels mit Verbundprofilen.

In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrleiterkabels dargestellt. Es ist ein Dreileiter-Gasaussendruckkabel 20 dargestellt. Die drei Adern 22,22',22'' (Leiterquerschnitt typischerweise 90 bis 800 mm²) sind je mit einer Isolierung 24 umgeben, die mit

einer inneren 26 und einer äußeren Leitschicht 27 versehen ist. Darüber sitzt eine gasdichte, aber drucknachgiebige Membran, bestehend aus Metallmantel 29 und einer Druckschutzbandage 30. Der Verseilverbund wird durch eine Flachdrahtbewehrung 40 zusammengehalten, die gleitfähig ausgestaltet ist, so daß das Kabel leicht in Außenrohre einziehbar ist. Im Gasraum 50 wird der Gasdruck aufrecht gehalten. Der Außenmantel 53 besteht aus einem festen Metallrohr 52 (Eisen) mit Korrosionsschutz 54.

In den Zwickelräumen liegt je ein Verbundprofil 62,62',62''. Die Verbundprofile sind mit je drei Hohlkanälen 66,66',66'' unterschiedlich Querschnitts durchzogen, durch die ein Kühlmedium strömen kann. Vorzugsweise besteht ein Hohlkanal aus einem Edelstahlröhrchen 64, welches im aus Aluminium extrudierten Verbundprofil 62 eingebettet ist. Die Kontur 31 der Verbundprofile ist so gestaltet, daß sie mit der Kontur der Aderoberfläche 32 des Leiters 22, 22',22'' übereinstimmt, so daß ein guter Wärmeübergang gewährleistet ist. Der Raum 30 zwischen den Verbundprofilen 62, 62',62'' und den Adern 22,22',22'' ist ungefüllt.

In Fig. 1 laufen die Achsen AA,A'A' der ovalen Adern 22,22',22'' nahezu auf den Mittelpunkt des Kabels zu. In Fig. 2, in der ebenfalls ein Gasaußendruckkabel mit Mantel 53 dargestellt ist, fallen die Achsen AA,A'A' zweier Adern zusammen; die Achse BB der dritten Ader liegt parallel zur Achse der ersten Ader. Es entstehen unterschiedlich große Zwickelräume. Die Querschnitte der Verbundprofile sind erfindungsgemäß dem Querschnitt der Zwickelräume und die Außenkontur 31 der Verbundprofile ist der Kontur 32 der Adern angepaßt. In Fig. 2 ist nun gezeigt, daß in zwei Zwickelräumen 30 je ein Verbundprofil mit Dreiecksquerschnitt und im dritten Zwickelraum ein kreisförmiges Verbundprofil 72 liegt. Der Kabelmantel 53 ist wie nach Fig. 1 aufgebaut.

Die Verbundprofile sind mit je einem kühlmittelführenden Hohlkanal 76,76',76'' mit kreisförmigem Querschnitt durchzogen. Weiterhin ist dargestellt, daß ein Verbundprofil mit einem Edelstahlrohr 64 versehen ist, das mit einem Material 68 geringer thermischer Leitfähigkeit (Geflecht aus Glasfasern) umspunnen ist. Das äußere Rohr 70 kann aus Aluminium oder aus Edelstahl sein. Die Querschnitte zweier Hohlkanäle 76',76'' sind klein und der Querschnitt des dritten Hohlkanals 76 entspricht etwa der Summe der Querschnitte der beiden ersten Hohlkanäle. Die Hohlkanäle 76',76'' sind für die Hinleitung des Kühlmediums und der thermisch isolierte Hohlkanal 76 ist für die Rückleitung des erwärmten Kühlmediums vorgesehen.

Ohne Verbundprofil nehmen im Verseilvorgang die Achsen der Adern mehr oder weniger beliebige Lagen ein. Da die Querschnitte der Verbundprofile

auf die Außenkonturen der Adern und die Größe der Zwickelräume abgestimmt sind, wird die Lage der ovalen Leiteradern durch das Mitverseilen der Verbundprofile festgelegt.

In Fig. 3 ist ein Druckaußenkabel mit Mantel 53 gezeigt, in dem die Achsen AA, BB,CC der ovalen Leiter 22,22',22'' auf den Seiten eines Dreiecks liegen, so daß gleichgroße Zwickelräume 30 entstehen. Das Außenkontur 31 der Verbundprofile ist entsprechend der Kontur 32 der Aderoberfläche gestaltet. Die Verbundprofile sind mit je einem kühlmittelführenden Hohlkanal 66,66',66'' durchzogen, wobei die Querschnitte (wie in Fig. 2) unterschiedlich groß gewählt sind. Der Hohlkanal mit dem größeren Querschnitt besteht aus zwei coaxialen Röhrchen 64,70. Der Zwischenraum zwischen den Röhrchen ist mit einem thermisch isolierenden Medium 68 ausgefüllt. Der thermisch isolierte Hohlkanal 66 dient der Rückleitung des erwärmten Kühlmediums.

Ein Verbundprofil 62' ist parallel zum Hohlkanal 66' mit zusätzlichen Parallelkanälen 80 versehen. Die Parallelkanäle können entweder parallel zur Achse des Verbundprofils ausgeführt sein oder in Schraubenlinie um den Hohlkanal herumführen. In einem der Parallelkanäle ist die Faser 82 eines Lichtwellenleiters eingezogen. Der Lichtwellenleiter dient als physikalischer oder chemischer Sensor. Der Kabelmantel 53 ist wie nach Fig. 1 aufgebaut.

Fig. 4 zeigt mit den Bezugszeichen, wie sie in Fig. 2 verwendet wurden, ein Dreileiterkabel (Gasinnendruckkabel) mit Mantel 53 und mit einem zentralen Verbundprofil 62', mit vier in den Zwickelräumen 30 liegenden Verbundprofilen 62 und ein thermisch isoliert ausgeführtes Verbundprofil 72 mit äußerem kreisrunden Querschnitt für die Kühlmittelführung. Die Außenkontur 31 der Verbundprofile ist entsprechend der Kontur 32 der Aderoberfläche gestaltet. Die Hohlkanäle 76,76' sind jeweils mit einem Längsrohr 64,64' umgeben.

Fig. 5 zeigt ein Einleiterkabel 100 mit Verbundprofilen und Hohlkanälen 116. In Fig. 5 sind vier Ausführungsformen dargestellt, die zeichnerisch als vier Sektoren S1,S2,S3,S4 des Kabels dargestellt sind. Die Ausführungsformen unterscheiden sich nur durch die Gestaltung der Verbundprofile 108,108',108'',108'''.

Der Leiter 102 ist mit einer Leiterglättung 104 umgeben, darüber schließt sich die Leiterisolierung 105 mit äußerer Leitschicht 106 an. Auf der Leitschicht 106 und mit ihnen in elektrischem Kontakt liegen die Verbundprofile 108, 108',108'', 108''', die mit einer Bandage 125 fixiert sind. Das Innenkabel ist umschlossen von einem Wellmantel 131, der in einem in konventioneller Art ausgeführtem Außenmantel 132 mit Korrosionsschutz 134 liegt.

Im Sektor S1 sind die Verbundprofile 108' kreisrund aus hochwärmeleitfähigem Material mit

innenliegendem Edelstahlrohr 122 ausgeführt. Im Sektor S2 liegen nur mantellose, kreisrunde Verbundprofile 108" im Zwischenraumraum 130. Im Sektor S3 und S4 stoßen die benachbarten, nierenförmig ausgebildeten Verbundprofile aneinander. Ihre der Ader zugekehrte Kontur 110 entspricht der Umrißkontur 106 der Ader. Im Sektor S3 ist das Kantenprofil 111 zum benachbarten Verbundprofil etwa kreisförmig (Halbkreisbogen), im Sektor S4 ist das Kantenprofil 112 flächig ausgebildet.

Der engste Kontakt benachbarter Verbundprofile 108 untereinander entsteht mit einem flächigen Kantenprofil 112, wie in Sektor S4 dargestellt. Hierbei ist die thermische und elektrische Leitfähigkeit optimal, weil der Zwischenraum 130 nahezu vollständig ausgefüllt ist. Die magnetische Abschirmwirkung ist in dieser Ausführungsform hoch.

In der Regel wird ein Einleiterkabel mit einem Verbundprofil nur in einer der in den vier Sektoren dargestellten Ausführungsform 108,108',108'',108''' hergestellt. Es sind jedoch auch Mischformen von mindestens zwei Ausführungsformen der Verbundprofile möglich.

Nicht in Fig. 5 dargestellt ist, daß die Hohlkanäle 116 verschiedene innere Querschnitte aufweisen können. Ebenfalls ist nicht dargestellt, wie erfindungsgemäß vorgeschlagen wird, daß Hohlkanäle in den Verbundprofilen des Einleiterkabels mit einem wärmeisolierten Mantel umgeben sein können. Die wärmeisolierten Hohlkanäle sind für die Rückleitung des Kühlmedium vorgesehen. Wie schon erwähnt, können auch hier die Querschnitte so gewählt werden, daß die Hinleitung des Kühlmediums durch ein oder mehrere Hohlkanäle über eine Querschnittssumme erfolgt, die etwa der Querschnittssumme der Hohlkanäle für die Rückleitung des Kühlmediums entspricht.

Die Hohlkanäle 116 in Einleiterkabeln 100 können, wie in den zuvor beschriebenen Ausführungsformen bei Mehrleiterkabeln, auch mit Parallelkanälen umgeben sein.

Patentansprüche

1. Elektrisches Ein- oder Mehrleiterverbundkabel mit integrierter Kühlung durch mindestens ein mitverseiltes kühlmittelführendes Kabelelement, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein kühlmittelführender Hohlkanal (66,76,116) in einem Verbundprofil (62, 108) untergebracht ist und daß das Verbundprofil (62,108) mit thermischem Kontakt auf der Aderoberfläche (22,106) aufliegt.
2. Elektrisches Einleiterverbundkabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbundprofile (108) den Raum über der Ader (130) maximal füllen.
3. Elektrisches Mehrleiterverbundkabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Zwickelraum (30) mit einem Verbundprofil (62) maximal gefüllt ist.
4. Elektrisches Verbundkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbundprofile (62,108) im Kabel (20,100) verseilt sind.
5. Elektrisches Verbundkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aderzugewandte Konturlinie (32,110) des Verbundprofils der verbundprofilzugewandten Konturlinie (31) der Ader (22,106) entspricht.
6. Elektrisches Verbundkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Kabel (20,100) Verbundprofile (62,72,108) mit ungleichen Querschnittsflächen liegen.
7. Elektrisches Verbundkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbundprofil (62,108) aus hochwärmeleitendem Material ist.
8. Elektrisches Verbundkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der kühlmittelführende Hohlkanal (66,76,116) mit einem Mantel (64,122) aus korrosionsfestem Material umgeben ist.
9. Elektrisches Verbundkabel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbundprofil mit Hohlkanalmantel (64,122) ein extrudiertes Element ist.
10. Elektrisches Verbundkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Hohlkanal (66,76,116) mit einem wärmeisolierenden Material (68) umgeben ist.
11. Elektrisches Verbundkabel nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbundprofil mit wärmeisoliertem Hohlkanal (66,76,116) als extrudiertes Element ausgeführt ist.
12. Elektrisches Verbundkabel nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das wärmeisolierende Material (68) zwischen zwei coaxialen Rohren (64,70) eingebettet ist.
13. Elektrisches Verbundkabel nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet,

daß die Summe der Querschnitte der isolierten Hohlkanäle (66,76) etwa der Summe der Querschnitte der nicht isolierten Hohlkanäle (66',66'',76',76'') entspricht.

5

14. Elektrisches Verbundkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkanal (66') mit einem Kranz von Parallelkanälen (80) umgeben ist.

10

15. Elektrisches Verbundkabel nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Parallelkanäle (80) gerade im Verbundprofil (62') liegen.

16. Elektrisches Verbundkabel nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Parallelkanäle (80) geschraubt im Verbundprofil (62') liegen.

15

17. Elektrisches Verbundkabel nach Anspruch 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Parallelkanäle (80) vom Hohlkanal (66') durch ein Längsrohr (64') getrennt sind.

20

18. Elektrisches Verbundkabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Parallelkanal (80) mit einem Nachrichtenleiter oder einem Sensor (82) gefüllt ist.

25

19. Elektrisches Verbundkabel nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (82) auf Änderung der Betriebsgrößen des Kabels (20,100) oder des Leitungssystems anspricht.

30

35

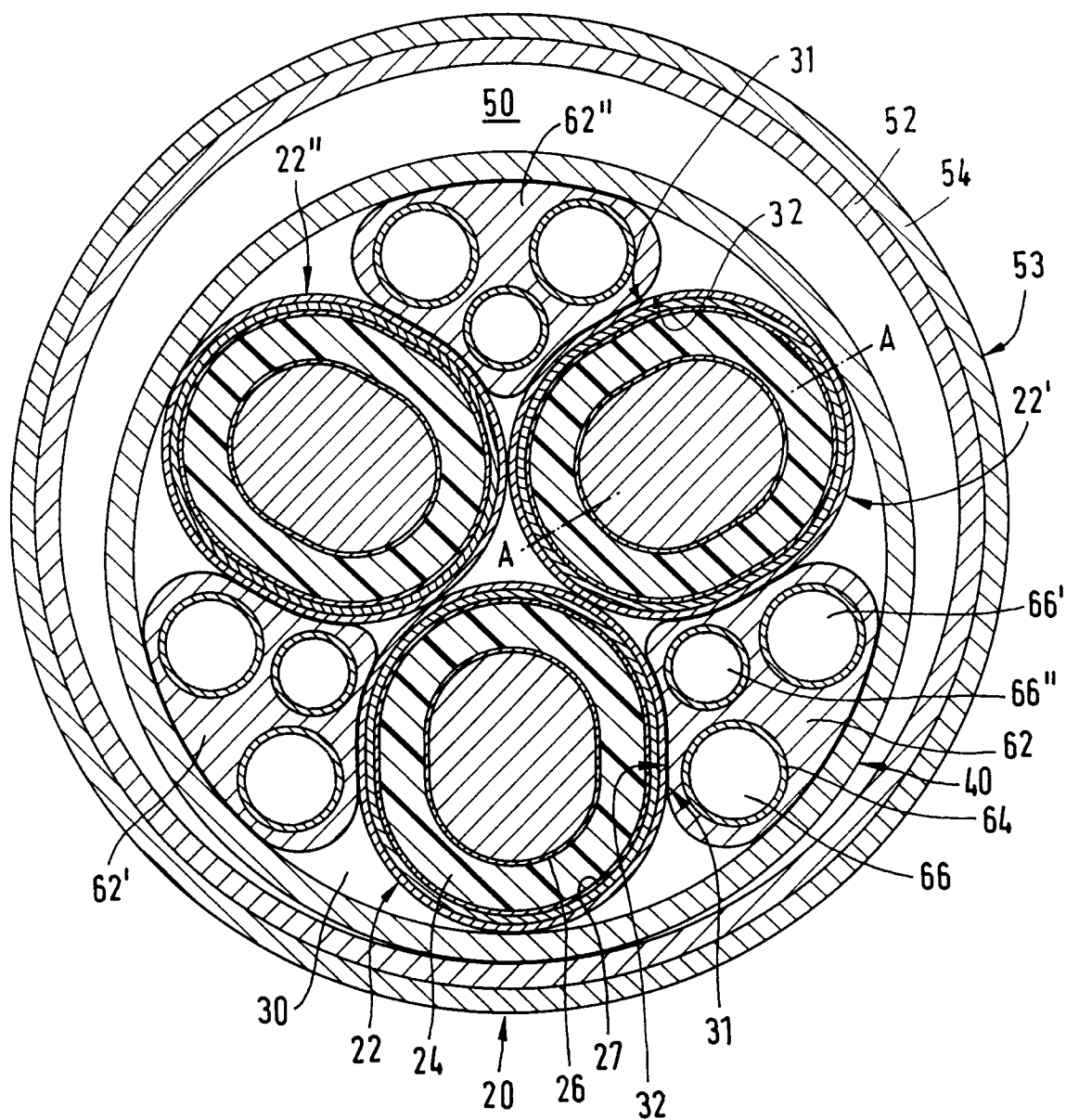
40

45

50

55

FIG.1



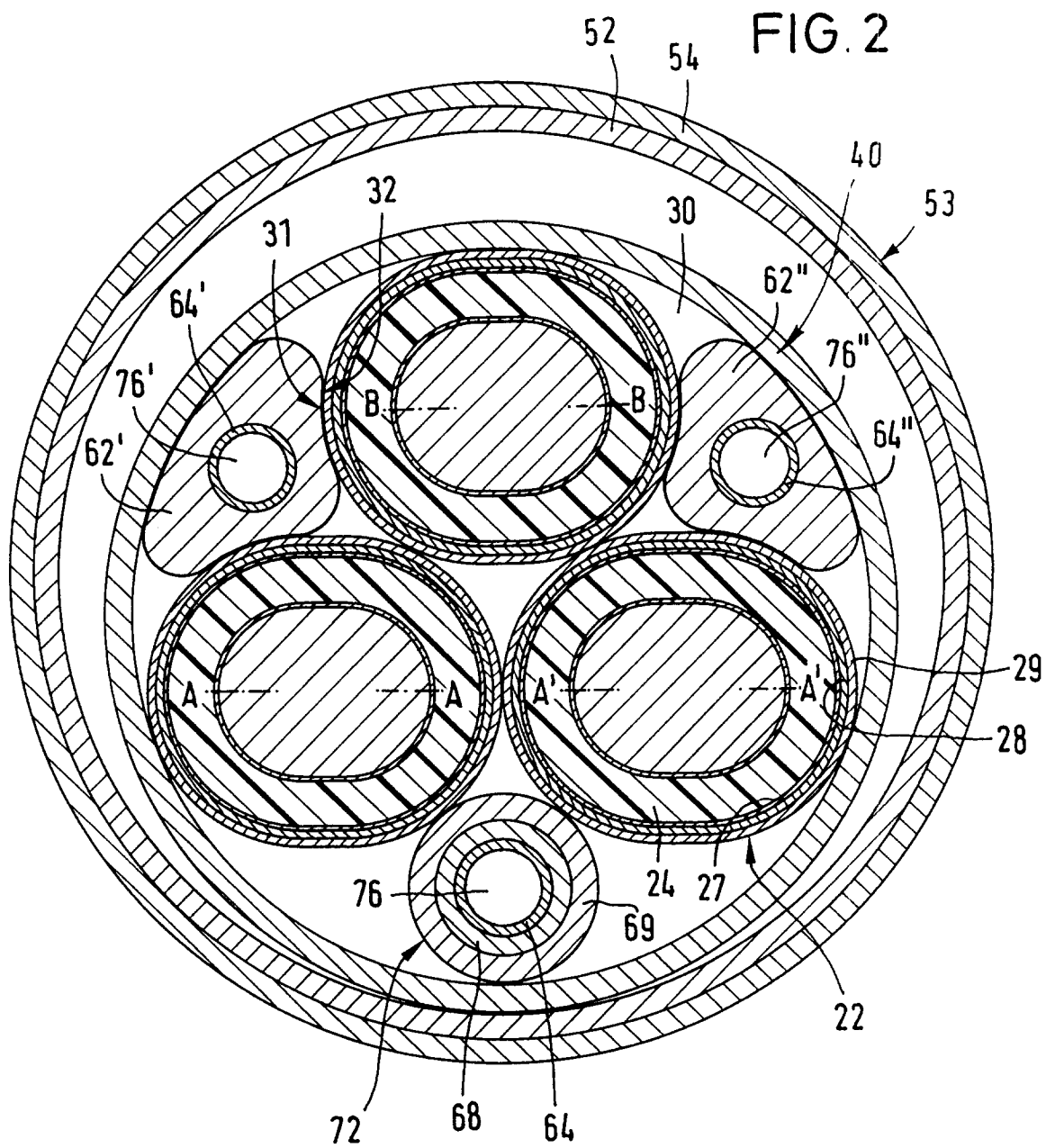


FIG.3

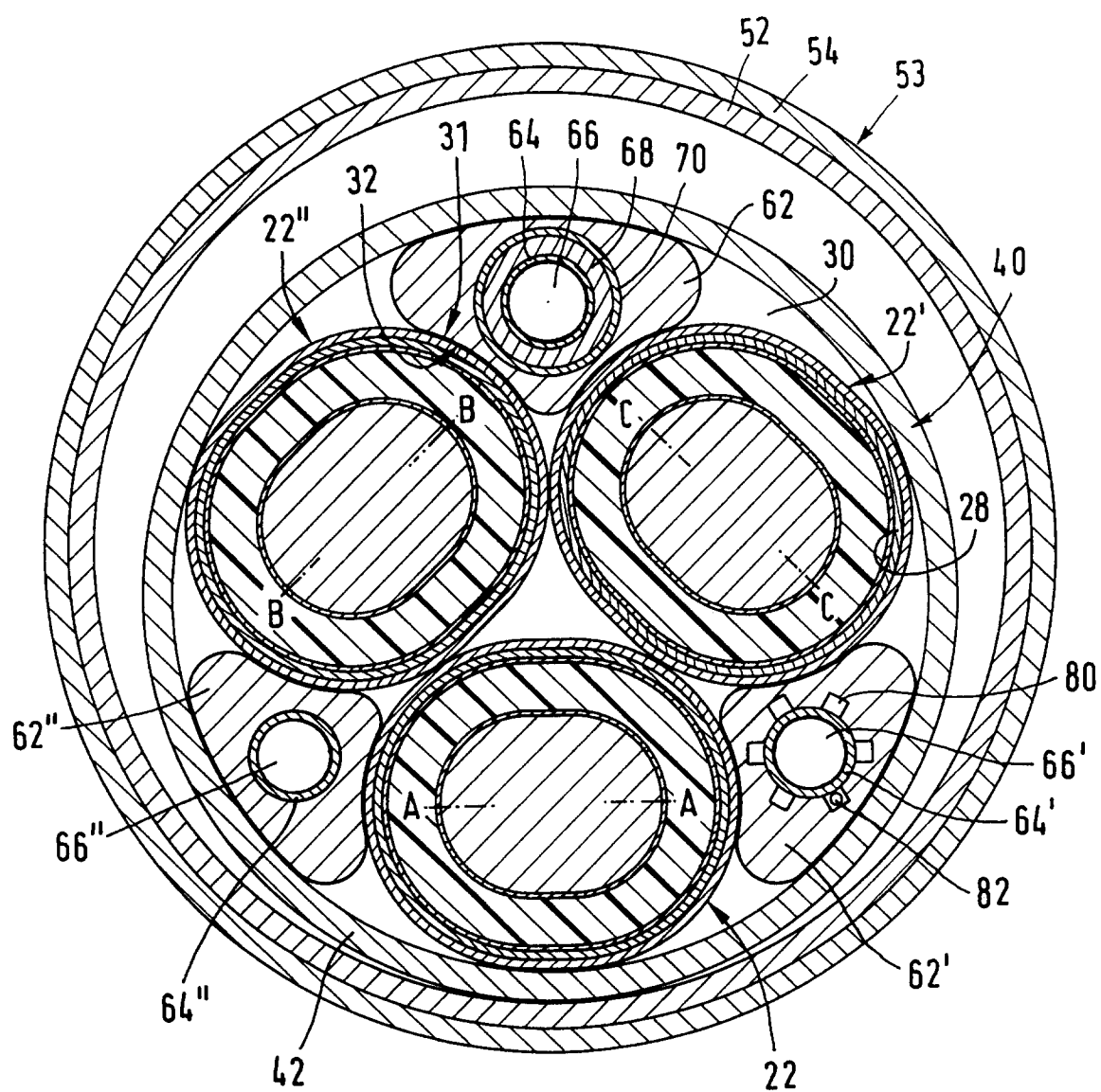


FIG. 4

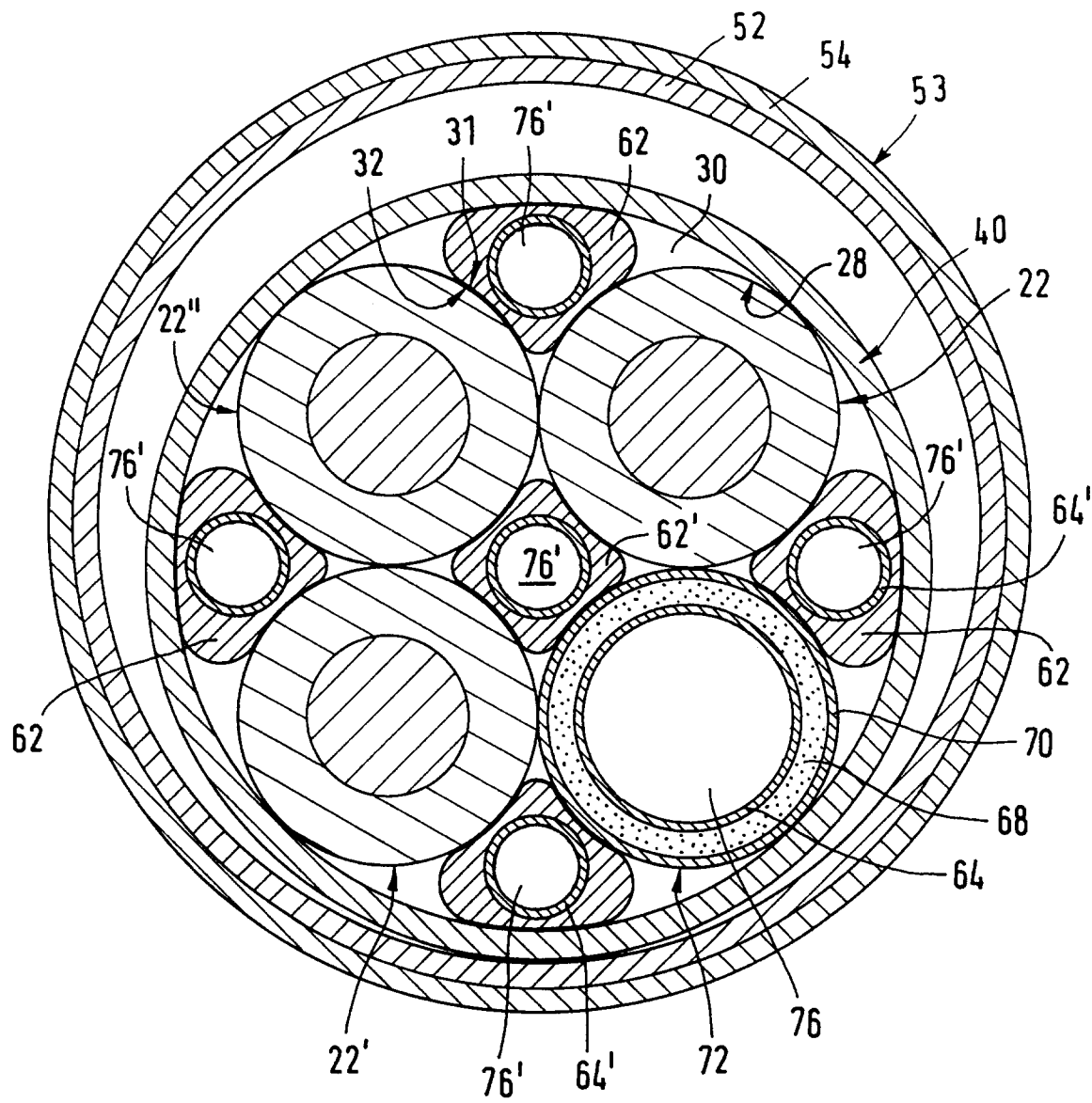


FIG.5

