



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/239853**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 002 578.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/020146**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.05.2022**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **17.11.2022**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **29.02.2024**

(51) Int Cl.: **H01B 5/08 (2006.01)**

**H01B 7/00 (2006.01)**

**H01B 1/02 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2021-082668 14.05.2021 JP**

(71) Anmelder:  
**Sumitomo Wiring Systems, Ltd., Yokkaichi-shi,  
Mie, JP**

(74) Vertreter:  
**Horn Kleimann Waitzhofer Schmid-Dreyer Patent-  
und Rechtsanwälte PartG mbB, 80339 München,  
DE**

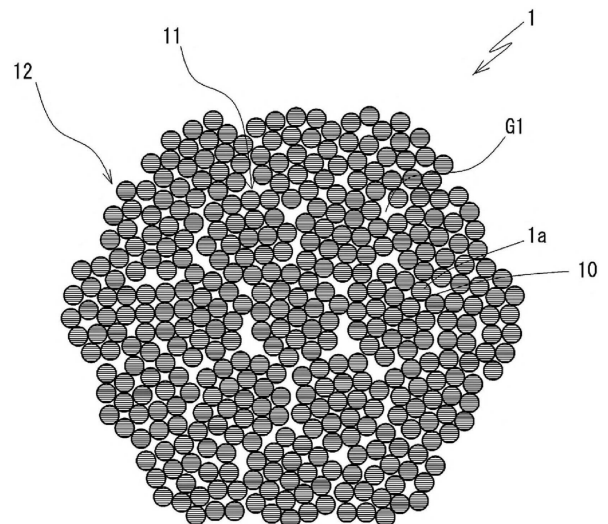
(72) Erfinder:  
**Yasuno, Shingo, Yokkaichi-shi, Mie, JP; Ooi,  
Hayato, Yokkaichi-shi, Mie, JP; Kitabata, Akira,  
Yokkaichi-shi, Mie, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **DRAHTLEITER, ISOLIERTES KABEL UND KABELSTRANG**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Drahtleiter bereitgestellt, der aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht und nicht dazu tendiert, wenn er mit einem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt wird, einen Schweißdefekt in einem geschweißten Abschnitt zu verursachen. Es werden auch ein isoliertes Kabel und ein Kabelstrang bereitgestellt, die mit einem solchen Drahtleiter versehen sind. Ein Drahtleiter 1 umfasst: eine untere Litzenschicht 11, in der mehrere Litzen 10, die durch gemeinsames Verdrillen mehrerer blanker Drähte 1a aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgebildet sind, gebündelt und miteinander verdrillt sind; und eine obere Litzenschicht 12, die durch Verdrillen mehrerer Litzen 10 um einen Außenumfang der unteren Litzenschicht 11 ausgebildet ist, wobei in einem Querschnitt des Drahtleiters 1, der orthogonal zu seiner Axialrichtung ist, ein Anteil einer Fläche, die von Lücken G1 zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 eingenommen wird, an einer Fläche von Lücken, die nicht von den blanken Drähten 1a eingenommen werden, 63 % oder weniger beträgt.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft einen Drahtleiter, ein isoliertes Kabel und einen Kabelstrang.

## TECHNISCHER HINTERGRUND

**[0002]** Wie in den Patentdokumenten 1 und 2 offenbart, werden Kabel, die einen Leiter (Aluminiumleiter) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung umfassen, zunehmend als in einem Fahrzeug ausgelegte Kabel verwendet. Leichte und Hochstromkabel werden als Kabel zur Verwendung in Fahrzeugen entwickelt, und Aluminiumleiter können verwendet werden, um das Gewicht der Kabel im Vergleich zu dem Fall zu verringern, in dem Leiter aus Kupfer oder einer Kupferlegierung verwendet werden. Wenn Leiter mit großem Durchmesser verwendet werden, um hohe Ströme zu bewältigen, kann die Verwendung von Aluminiumleitern außerdem eine Erhöhung des Gewichts der Kabel unterdrücken.

**[0003]** In Patentdokument 2 wird ein beschichteter Draht, der einen aluminiumhaltigen Leiter aufweist, gecrimpt und mit einem Verbindungsanschluss verbunden, aber es ist auch oft der Fall, dass ein Aluminiumleiter mit einem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt wird. Zum Beispiel offenbart Patentdokument 3 eine Anordnung, bei der ein Steckeranschluss und ein verdrahter Drahtleiter durch Ultraschallschweißen miteinander verbunden sind. Gemäß der Offenbarung von Patentdokument 3 wird die Verbindung während des Ultraschallschweißens mit blanken Drähten (Litzen) des verdrahten Drahtleiters hergestellt, die als Ganzes verdraht sind, so dass sie sich nicht voneinander dissoziieren.

## ZITIERLISTE

## Patentdokumente

Patentdokument 1: WO 2018/079048

Patentdokument 2: JP 2020-87523A

Patentdokument 3: JP 2019-200997A

## ABRISS DER ERFINDUNG

## Von der Erfindung zu Lösende Probleme

**[0004]** Wenn ein Aluminiumleiter mit einem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt wird, kann es Fälle geben, in denen blanke Drähte, die den Leiter bilden, in dem geschweißten Abschnitt durchgebogen werden, wie durch den Pfeil A2 in **Fig. 5** angezeigt. Eine solche Durchbiegung verursacht ein schlechtes äußeres Erscheinungsbild und zeigt eine geringe Befestigungsfestigkeit des Leiters an dem Verbindungsanschluss an und wird daher als ein Schweißdefekt angesehen. Es ist bevorzugt, dass ein Auftreten einer solchen Struktur, die als ein Schweißdefekt angesehen wird, so weit wie möglich unterdrückt wird.

**[0005]** Dementsprechend ist es eine Aufgabe, einen Drahtleiter bereitzustellen, der aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht und nicht dazu tendiert, wenn er mit einem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt wird, einen Schweißdefekt in dem geschweißten Abschnitt zu verursachen, und einen isolierten Draht und einen Kabelstrang bereitzustellen, die mit einem solchen Drahtleiter versehen sind.

## Lösung des Problems

**[0006]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung weist ein Drahtleiter Folgendes auf: eine untere Litzenschicht, in der mehrere Litzen, die durch gemeinsames Verdrillen mehrerer blanker Drähte aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgebildet sind, gebündelt und miteinander verdrillt sind; und eine obere Litzenschicht, die durch Verdrillen mehrerer Litzen um einen Außenumfang der unteren Litzenschicht ausgebildet ist, wobei in einem Querschnitt des Drahtleiters, der orthogonal zu seiner Axialrichtung ist, ein Anteil einer Fläche, die von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht eingenommen wird, an einer Fläche von Lücken, die nicht von den blanken Drähten eingenommen werden, 63 % oder weniger beträgt.

**[0007]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung weist ein isoliertes Kabel Folgendes auf: den oben beschriebenen Drahtleiter; und eine Isolierbeschichtung, die einen Außenumfang des Drahtleiters bedeckt.

**[0008]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung weist ein Kabelstrang Folgendes auf: das oben beschriebene isolierte Kabel; und einen Verbindungsanschluss, wobei an einem Anschluss des isolierten Kabels der von der Isolierbeschichtung freigelegte Drahtleiter mit dem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt ist.

#### EFFEKTE DER ERFINDUNG

**[0009]** Der Drahtleiter gemäß der vorliegenden Offenbarung ist ein Drahtleiter, der aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung besteht und nicht dazu tendiert, wenn er mit einem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt wird, einen Schweißdefekt in dem geschweißten Abschnitt zu verursachen. Außerdem sind der isolierte Draht und der Kabelstrang gemäß der vorliegenden Offenbarung mit dem oben beschriebenen Drahtleiter versehen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

**Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht, die schematisch einen Drahtleiter mit einem kleinen Zwischenschichtlückenanteil gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

**Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht, die schematisch einen Drahtleiter mit einem großen Zwischenschichtlückenanteil veranschaulicht.

**Fig. 3** ist ein Diagramm, das einen Querschnitt eines Drahtleiters in einer vereinfachten Weise veranschaulicht, wobei die Veranschaulichung von blanken Drähten, die Litzen bilden, mit Ausnahme einer Litze weggelassen wurde.

**Fig. 4** ist eine Seitenansicht, die schematisch einen Zustand veranschaulicht, in dem ein isolierter Draht, der den in **Fig. 1** gezeigten Drahtleiter umfasst, mit einem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt ist.

**Fig. 5** ist eine Seitenansicht, die schematisch einen Zustand veranschaulicht, in dem ein isolierter Draht, der den in **Fig. 2** gezeigten Drahtleiter umfasst, mit dem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt ist.

**Fig. 6A bis Fig. 6C** sind Fotos von Querschnitten von hergestellten Drahtleitern und entsprechen jeweils den Proben 1 bis 3.

#### BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

##### Beschreibung von Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung

**[0010]** Zunächst werden Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung aufgelistet und beschrieben.

**[0011]** (1) Gemäß der vorliegenden Offenbarung weist ein Drahtleiter Folgendes auf: eine untere Litzenschicht, in der mehrere Litzen, die durch gemeinsames Verdrillen mehrerer blanker Drähte aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgebildet sind, gebündelt und miteinander verdrillt sind; und eine obere Litzenschicht, die durch Verdrillen mehrerer Litzen um einen Außenumfang der unteren Litzenschicht ausgebildet ist, wobei in einem Querschnitt des Drahtleiters, der orthogonal zu seiner Axialrichtung ist, ein Anteil einer Fläche, die von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht eingenommen wird, an einer Fläche von Lücken, die nicht von den blanken Drähten eingenommen werden, 63 % oder weniger beträgt.

**[0012]** Der oben beschriebene Drahtleiter weist eine Struktur auf, bei der der Anteil von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht an den Lücken, die nicht von den blanken Drähten eingenommen werden, auf 63 % oder weniger unterdrückt ist und die Lücken nicht zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht konzentriert sind. Dementsprechend lösen bzw. dissoziieren sich, wenn Ultraschallschweißen durchgeführt wird, die blanken Drähte, die die Litzen bilden, eher voneinander. Wenn Ultraschallschweißen in einem Zustand durchgeführt wird, in dem die dissoziierten blanken Drähte eng zusammengebracht werden, neigt der geschweißte Abschnitt weniger zu einer Durchbiegung. Es kann auch eine große Befestigungskraft an dem geschweißten Abschnitt erhalten werden. Dadurch treten Schweißdefekte zwischen dem Drahtleiter und einem Verbindungsanschluss weniger leicht auf.

**[0013]** (2) Hier weist in Ausführungsform (1) die obere Litzenschicht vorzugsweise eine Verdrillungssteigung auf, die größer als eine Verdrillungssteigung der unteren Litzenschicht ist. Dies macht es leicht, die Größen von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht so zu unterdrücken, dass sie klein sind. Infolgedessen kann ein Auftreten von Schweiß defekten zum Zeitpunkt des Ultraschallschweißens leicht unterdrückt werden.

**[0014]** (3) In Ausführungsform (1) oder (2) beträgt im Querschnitt vorzugsweise der Anteil einer Fläche, die von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht eingenommen wird, mindestens 15 % und höchstens 25 %. Dadurch weist der Drahtleiter insgesamt einen geeigneten Bereich von Lücken auf, und somit lösen sich die blanken Drähte eher voneinander und Schweißdefekte treten zum Zeitpunkt des Ultraschallschweißens weniger leicht auf.

**[0015]** (4) In den Ausführungsformen (1) bis (3) ist eine Verdrillungssteigung der blanken Drähte der Litzen vorzugsweise mindestens 90-mal so groß wie ein Außendurchmesser der blanken Drähte. Wenn die Verdrillungssteigung der blanken Drähte, die die Litzen bilden, groß ist, lösen sich die blanken Drähte eher voneinander und Schweiß defekte treten zum Zeitpunkt des Ultraschallschweißens weniger leicht auf.

**[0016]** (5) In den Ausführungsformen (1) bis (4) ist eine Verdrillungssteigung der Litzen der unteren Litzenschicht vorzugsweise mindestens 200-mal so groß wie ein Außendurchmesser der blanken Drähte und eine Verdrillungssteigung der Litzen der oberen Litzenschicht mindestens 250-mal so groß wie der Außendurchmesser der blanken Drähte. Wenn die Verdrillungssteigungen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht groß sind, können die Größen von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht so leicht unterdrückt werden, dass sie klein sind. Außerdem lösen sich die blanken Drähte, die die Litzen bilden, eher voneinander. Mit diesen Effekten kann ein Auftreten von Schweißdefekten zum Zeitpunkt des Ultraschallschweißens leicht unterdrückt werden.

**[0017]** (6) In den Ausführungsformen (1) bis (5) beträgt eine Querschnittsfläche des gesamten Drahtleiters vorzugsweise mindestens 16 mm<sup>2</sup> und höchstens 50 mm<sup>2</sup>. Wenn der Drahtleiter eine Leiterquerschnittsfläche in diesem Bereich aufweist, wird das Unterdrücken des Anteils von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht zu der gesamten Lückenfläche so, dass sie gering ist, einen großen Effekt des Unterdrückens eines Schweißdefekts zum Zeitpunkt des Ultraschallschweißens realisieren.

**[0018]** (7) Gemäß der vorliegenden Offenbarung weist ein isoliertes Kabel Folgendes auf: den Drahtleiter gemäß einer der Ausführungsformen (1) bis (5); und eine Isolierbeschichtung, die einen Außenumfang des Drahtleiters bedeckt. Da das isolierte Kabel den Drahtleiter umfasst, in dem der Anteil von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht zu der gesamten Lückenfläche auf einen vorbestimmten Bereich unterdrückt ist, ist es möglich, einen Schweißdefekt aufgrund eines Auftretens einer Durchbiegung von blanken Drähten oder einer Reduzierung der Befestigungskraft zu unterdrücken, wenn der Drahtleiter an einem Anschluss davon freigelegt ist und mit einem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt ist.

**[0019]** (8) Gemäß der vorliegenden Offenbarung weist ein Kabelstrang Folgendes auf: das isolierte Kabel gemäß Ausführungsform (7); und einen Verbindungsanschluss, wobei an einem Anschluss des isolierten Kabels der von der Isolierbeschichtung freigelegte Drahtleiter mit dem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt ist. Der Kabelstrang weist den Drahtleiter auf, in dem der Anteil von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht zu der gesamten Lückenfläche auf den vorbestimmten Bereich unterdrückt ist, und der Drahtleiter ist am Anschluss des isolierten Kabels freigelegt und mit dem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt. Daher neigt der geschweißte Abschnitt nicht zu einem Schweiß defekt aufgrund eines Auftretens einer Durchbiegung von blanken Drähten oder einer Reduzierung der Befestigungskraft zwischen dem Drahtleiter und dem Verbindungsanschluss. Dementsprechend weist der Kabelstrang eine günstige Schweißstruktur zwischen dem isolierten Kabel und dem Verbindungsanschluss auf.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0020]** Im Folgenden werden ein Drahtleiter, ein isoliertes Kabel und ein Kabelstrang gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Figuren ausführlich beschrieben.

## Struktur eines Drahtleiters

**[0021]** Fig. 1 veranschaulicht die Struktur eines Drahtleiters 1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung in einer schematischen Querschnittsansicht. Der Drahtleiter 1 umfasst mehrere blanken Drähte 1a aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Die mehreren blanken Drähte 1a sind zu Litzen 10 miteinander verdreht. Es gibt keine besondere Einschränkung hinsichtlich des Durchmessers der blanken Drähte 1a, er kann aber beispielsweise in einem Bereich von 0,1 mm bis 0,7 mm liegen. Es gibt auch keine besondere Einschränkung hinsichtlich der Anzahl blanker Drähte 1a, die eine einzelne Litze 10 bilden, sie kann aber beispielsweise in einem Bereich von 7 bis 80 liegen.

**[0022]** Eine untere Litzenschicht 11 ist als eine Struktur ausgebildet, die durch Verdrehen mehrerer Litzen 10 zu einem Bündel erhalten wird. Es gibt keine besondere Einschränkung hinsichtlich der Anzahl der Litzen 10, die die untere Litzenschicht bilden, sie beträgt jedoch vorzugsweise 7. Ferner ist eine obere Litzenschicht 12 um den Außenumfang der unteren Litzenschicht 11 herum ausgebildet. Die obere Litzenschicht 12 ist als eine Schicht ausgebildet, die durch Verdrehen mehrerer Litzen 10 um den Außenumfang der unteren Litzenschicht 11 herum koaxial mit der unteren Litzenschicht 11 erhalten wird. Es gibt auch keine besondere Einschränkung hinsichtlich der Anzahl der Litzen 10, die die obere Litzenschicht 12 bilden, sie beträgt jedoch vorzugsweise 12.

**[0023]** In einem Querschnitt des Drahtleiters 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform, der orthogonal zu seiner Axialrichtung ist (im Folgenden auch einfach als „Querschnitt“ bezeichnet), ist der Anteil der Fläche, die von Zwischenschichtlücken G1 bzw. Lücken zwischen den beiden Schichten eingenommen wird (Zwischenschichtlückenanteil), d. h. Lücken G1, die zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 ausgebildet sind, zu der Fläche von Lücken, die nicht von einem blanken Draht 1a eingenommen werden, niedrig gehalten. Wie in Fig. 2 gezeigt, können in einem Drahtleiter 1', in dem die obere Litzenschicht 12 um den Außenumfang der unteren Litzenschicht 11 herum ausgebildet ist, größere Zwischenschichtlücken G1 zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 ausgebildet sein. In diesem Fall ist der Zwischenschichtlückenanteil (Anteil von Lücken zwischen den Schichten) hoch. Jedoch ist in dem Drahtleiter 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform, wie in Fig. 1 gezeigt, die Fläche der Zwischenschichtlücken G1 zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 nicht wesentlich größer als die Fläche von Lücken zwischen den Litzen 10 innerhalb der unteren Litzenschicht 11 und die Fläche von Lücken zwischen den Litzen 10 innerhalb der oberen Litzenschicht 12, und somit ist der Zwischenschichtlückenanteil niedrig.

**[0024]** In dem Drahtleiter 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann ein spezifischer vorteilhafter Bereich des Zwischenschichtlückenanteils beispielsweise ein Bereich von nicht größer als 63 % sein. Noch mehr bevorzugt kann der Zwischenschichtlückenanteil auch nicht größer als 62 % sein. Als ein Beispiel für ein Verfahren zum quantitativen Bewerten des Zwischenschichtlückenanteils kann vorgesehen sein, dass unter Verwendung eines Fotos eines Querschnitts, wie in Fig. 3 gezeigt, die Fläche von Lücken, die innerhalb eines Kreises (mit einem Kerndurchmesser entsprechend der unteren Litzenschicht R1) vorhanden sind, der durch die Mittelpunkte der Litzen 10 verläuft, die nach außen (d. h. auf der Außenseite) in der unteren Litzenschicht 11 weisen, von der Fläche von Lücken innerhalb eines Kreises (mit einem Kerndurchmesser der oberen Litzenschicht R2) subtrahiert wird, der durch die Mittelpunkte der Litzen 10 verläuft, die die obere Litzenschicht 12 bilden, und die erhaltene Differenz als eine Fläche (a) der Zwischenschichtlücken G1 betrachtet wird. Die Fläche von Lücken in dem gesamten Drahtleiter 1 (die Fläche von Lücken, die innerhalb der äußeren Begrenzung des gesamten Drahtleiters 1 vorhanden sind) wird dabei als gesamte Lückenfläche (A) angenommen. Dann kann der Anteil der Fläche der Zwischenschichtlücken G1 an der gesamten Lückenfläche als Zwischenschichtlückenanteil ( $a/A \times 100 \%$ ) erhalten werden.

**[0025]** Wenn der Drahtleiter 1 einen geringen Zwischenschichtlückenanteil aufweist, dann neigen die blanken Drähte 1a dazu, dissoziiert (dispertiert) zu werden wenn der Drahtleiter 1 wie später ausführlich beschrieben mit Ultraschall an eine Oberfläche eines Verbindungsanschlusses 30 oder dergleichen geschweißt wird, so dass verhindert werden kann, dass Schweißfehler auftreten. Es gibt keine besondere Untergrenze für den Zwischenschichtlückenanteil, jedoch beträgt der Zwischenschichtlückenanteil des tatsächlichen Drahtleiters 1 einer zweischichtigen Struktur, die eine untere Litzenschicht und eine obere Litzenschicht umfasst, mindestens etwa 50 %.

**[0026]** Die Zwischenschichtlücke G1 kann eine Zwischenschichtlücke G1 sein, die ringförmig ist und über den gesamten Außenumfang der unteren Litzenschicht 11 durchgehend ist, oder auch eine Zwischenschichtlücke G1, die mehrere Lücken umfasst, die an Positionen unterteilt sind, an denen eine Litze 10 der unteren

Litzenschicht 11 und eine Litze 10 der oberen Litzenschicht 12 miteinander in Kontakt sind. Solche Zwischenschichtlücken G1, die mehrere unterteilte Lücken umfassen, sind dabei bevorzugt, um das Auftreten eines Schweißdefekts zu unterdrücken. In diesem Fall ist es noch mehr bevorzugt, dass die Fläche einer einzelnen durchgehenden Zwischenschichtlücke G1 in einem Querschnitt beispielsweise nicht größer als dreimal so groß wie die Querschnittsfläche eines blanken Drahts 1a ist. Ferner ist es bevorzugt, dass keine durchgehende Lücke zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 vorhanden ist. Der Ausdruck „es gibt keine durchgehende Lücke“ bedeutet, dass in einem Querschnitt des Drahtleiters 1 keine Lücke mit einem solchen Ausmaß vorhanden ist, dass beispielsweise drei Bündel blanker Drähte (1a), die in der oberen Litzenschicht 12 enthalten sind, direkt, d. h. ohne Verformung, in der Lücke aufgenommen sind. Dies kann bedeuten, dass keine Lücke mit einem solchen Ausmaß vorhanden ist, dass noch mehr bevorzugt zwei blanken Drähte oder am meisten bevorzugt auch nur ein blanker Draht (1a) direkt, d. h. ohne Verformung, in der Lücke aufgenommen werden kann.

**[0027]** Es gibt keine besondere Einschränkung hinsichtlich der Fläche (dem Ausmaß) selbst der Zwischenschichtlücken G1, solange der Zwischenschichtlückenanteil in einem Querschnitt des Drahtleiters 1 ausreichend gering ist. Wenn jedoch die Fläche der Zwischenschichtlücken G1 klein gehalten wird, lösen sich die blanken Drähte 1a leichter, was zu dem sehr vorteilhaften Effekt der Unterdrückung von Schweißdefekten führt. Daher wird beispielsweise das Lückenverhältnis des gesamten Drahtleiters 1 auf bevorzugt 25 % oder weniger und noch mehr bevorzugt 20 % oder weniger unterdrückt. Da das Lückenverhältnis des gesamten Drahtleiters 1 so unterdrückt wird, dass es nicht zu hoch ist, wird die Fläche der Zwischenschichtlücken G1, die basierend auf dem Produkt des Zwischenschichtlückenanteils und des Lückenverhältnisses erhalten wird, in Bezug auf die Fläche des gesamten Drahtleiters 1 so unterdrückt, dass sie gering ist. Wenn andererseits die Lücken zwischen den blanken Drähten 1a innerhalb der Litzen 10 zu klein sind, wird es schwierig sein, die blanken Drähte 1a effizient zu lösen, und somit beträgt das Lückenverhältnis des gesamten Drahtleiters 1 bevorzugt mindestens 15 %. Das Lückenverhältnis des gesamten Drahtleiters 1 kann als Anteil der gesamten Lückenfläche (A) an der Fläche des gesamten Drahtleiters 1 (Gesamtfläche A0 des Bereichs innerhalb der äußeren Begrenzung des gesamten Drahtleiters 1) ( $A/A0 \times 100 \%$ ) angenommen werden.

**[0028]** Es gibt keine besondere Einschränkung hinsichtlich der Verdrillungssteigung (Litzenverdrillungssteigung) der blanken Drähte 1a jeder Litze 10, der Verdrillungssteigung (untere Verdrillungssteigung) der Litzen 10 der unteren Litzenschicht 11 und der Verdrillungssteigung (obere Verdrillungssteigung) der Litzen 10 der oberen Litzenschicht 12. Es ist jedoch bevorzugt, dass die obere Verdrillungssteigung größer als die untere Verdrillungssteigung ist, um den Zwischenschichtlückenanteil zu reduzieren. Beispielsweise ist die obere Verdrillungssteigung bevorzugt mindestens 1,1-mal so groß wie die untere Verdrillungssteigung und ist bevorzugter mindestens 1,2-mal so groß wie die untere Verdrillungssteigung. Es besteht keine besondere Einschränkung hinsichtlich dieses Verhältnisses, jedoch wird die obere Verdrillungssteigung bevorzugt auf höchstens 2-mal so groß wie die untere Verdrillungssteigung gehalten, um das Auftreten einer ungeordneten Verdrillung oder eine Reduzierung der Biegebarkeit zu unterdrücken.

**[0029]** Darüber hinaus können die blanken Drähte 1a während des Ultraschallschweißens leichter gelöst werden, je größer die Litzenverdrillungssteigung, die untere Verdrillungssteigung und die obere Verdrillungssteigung sind, zumindest bis zu einem gewissen Grad, und somit wird der Effekt der Unterdrückung von Schweißdefekten verstärkt. Insbesondere kann durch Erhöhen der Litzenverdrillungssteigung ein größerer Effekt erzielt werden. Als bevorzugtes Beispiel für eine spezifische Verdrillungssteigung ist die Litzenverdrillungssteigung bevorzugt mindestens 90-mal, bevorzugter mindestens 150-mal und am bevorzugtesten mindestens 200-mal so groß wie der Außendurchmesser der blanken Drähte 1a. Alternativ ist die Litzenverdrillungssteigung bevorzugt mindestens 30 mm, bevorzugter mindestens 50 mm und am bevorzugtesten mindestens 65 mm. Obwohl es keine Obergrenze für die Litzenverdrillungssteigung gibt, ist die Litzenverdrillungssteigung bevorzugt höchstens 250-mal so groß wie der Außendurchmesser der blanken Drähte 1a oder beträgt beispielsweise höchstens 75 mm.

**[0030]** Die untere Verdrillungssteigung ist bevorzugt mindestens 200-mal und bevorzugter mindestens 250-mal so groß wie der Außendurchmesser der blanken Drähte 1a. Alternativ ist die untere Verdrillungssteigung bevorzugt mindestens 68 mm und bevorzugter mindestens 80 mm. Obwohl es keine Obergrenze für die untere Verdrillungssteigung gibt, ist die untere Verdrillungssteigung bevorzugt höchstens 300-mal so groß wie der Außendurchmesser der blanken Drähte 1a oder beträgt beispielsweise höchstens 93 mm. Die obere Verdrillungssteigung ist bevorzugt mindestens 250-mal und bevorzugter mindestens 300-mal so groß wie der Außendurchmesser der blanken Drähte 1a. Alternativ ist die obere Verdrillungssteigung bevorzugt mindestens 85 mm und bevorzugter mindestens 100 mm. Obwohl es keine Obergrenze für die obere Verdrillungssteigung gibt, ist die obere Verdrillungssteigung bevorzugt höchstens 400-mal so groß wie der Außendurch-

messer der blanken Drähte 1a oder beträgt beispielsweise höchstens 130 mm. Die Ausmaße der Verdrillungssteigungen sind Parameter, die den Zwischenschichtlückenanteil beeinflussen, aber andere Parameter, die den Zwischenschichtlückenanteil beeinflussen, können beispielsweise die Stärke der Zugkraft oder dergleichen umfassen, die auf die blanken Drähte 1a oder die Litzen 10 aufgebracht werden soll, wenn mehrere blanken Drähte 1a zu einer Litze 10 verdrillt werden oder wenn mehrere Litzen 11 zu der unteren Litzenschicht 10 oder der oberen Litzenschicht 12 verdrillt werden.

**[0031]** Bei dem Drahtleiter 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform besteht keine besondere Einschränkung hinsichtlich der gesamten Leiterquerschnittsfläche. Wenn jedoch die Leiterquerschnittsfläche zu klein ist, ist es unabhängig von der spezifischen Konfiguration des Drahtleiters 1 weniger wahrscheinlich, dass Schweißdefekte auftreten, und somit hat die Leiterquerschnittsfläche bevorzugt ein gewisses Maß, um den Effekt der Unterdrückung eines Schweißdefekts aufgrund einer Reduzierung des Zwischenschichtlückenanteils zu verstärken. Beispielsweise beträgt die Leiterquerschnittsfläche bevorzugt mindestens 16 mm<sup>2</sup>. Wenn andererseits die Leiterquerschnittsfläche zu groß ist, kann es Fälle geben, in denen es schwierig ist, einen Schweißdefekt zu unterdrücken, und somit beträgt die Leiterquerschnittsfläche beispielsweise bevorzugt höchstens 50 mm<sup>2</sup>.

**[0032]** Zur Herstellung des Drahtleiters 1, werden mehrere blanken Drähte 1a zu der Litze 10 verdrillt, und dann werden mehrere derartige Litzen 10 zu der unteren Litzenschicht 11 verdrillt. Ferner sind mehrere Litzen 10 desselben Typs um den Außenumfang der unteren Litzenschicht 11 herum angeordnet und koaxial dazu verdrillt, wodurch die obere Litzenschicht 12 ausgebildet wird. Während oder nach der Ausbildung des Drahtleiters 1 kann gegebenenfalls ein Erweichungsprozess unter Verwendung von Erwärmung durchgeführt werden. Beispiele für einen Zeitpunkt, zu dem die Erwärmung durchgeführt wird, können einen Zeitpunkt nach der Ausbildung der unteren Litzenschicht 11 und einen Zeitpunkt nach der Ausbildung der oberen Litzenschicht 12 umfassen.

#### Strukturen aus isoliertem Draht und Kabelstrang

**[0033]** Fig. 4 zeigt einen Kabelstrang 3 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung, der ein isoliertes Kabel 2 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung umfasst.

**[0034]** Das isolierte Kabel 2 umfasst den oben beschriebenen Drahtleiter 1 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung und eine Isolierbeschichtung 20, die den Außenumfang des Drahtleiters 1 bedeckt. Außerdem umfasst der Kabelstrang 3 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung das isolierte Kabel 2 und den Verbindungsanschluss 30. An einem Anschluss des isolierten Kabels 2 wird die Isolierbeschichtung 20 entfernt und der von der Isolierbeschichtung 20 freigelegte Drahtleiter 1 wird mit dem Verbindungsanschluss 30 ultraschallverschweißt. Der Verbindungsanschluss 30 besteht beispielsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, die als Basismaterial dient, und der Drahtleiter 1 wird durch Ultraschallschweißen an einem Drahtbefestigungsabschnitt 31 in einer flachen Plattenform befestigt.

#### Struktur eines Drahtleiters und Ultraschallschweißen

**[0035]** In dem oben beschriebenen Drahtleiter 1 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung wird der Zwischenschichtlückenanteil niedrig gehalten. Dadurch ist es möglich, das Auftreten von Schweißdefekten zu unterdrücken, wenn der Drahtleiter 1 des isolierten Kabels 2 mit dem Drahtbefestigungsabschnitt 31 des Verbindungsanschlusses 30 ultraschallverschweißt wird, um den Kabelstrang 3 herzustellen.

**[0036]** Wenn der Drahtleiter 1 mit dem Drahtbefestigungsabschnitt 31 des Verbindungsanschlusses 30 ultraschallverschweißt wird, wird der von der Isolierbeschichtung 20 freigelegte Drahtleiter 1 zusammen mit dem Drahtbefestigungsabschnitt 31 des Verbindungsanschlusses 30 zwischen ein Horn und einen Amboss einer Ultraschallschweißmaschine eingeführt. Wenn, wie der in Fig. 2 gezeigte Drahtleiter 1', eine große Fläche von Zwischenschichtlücken G1 zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 ausgebildet wird und der Zwischenschichtlückenanteil groß ist, lösen sich die blanken Drähte 1a eher nicht voneinander, wenn der Drahtleiter 1' zwischen einen oberen Teil und einen unteren Teil der Ultraschallschweißmaschine eingeführt wird und Ultraschallschweißen durchgeführt wird. Der Grund dafür scheint sein, dass, wenn der Drahtleiter 1' eingeführt wird, die Litzen 10 leichter in Bezug aufeinander in dem Bereich zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 gleiten, und eine Kraft, die durch das Einführen aufgebracht wird, zu dem Gleiten der Litzen führt und nicht effektiv auf die sich lösenden blanken Drähte 1a wirkt. Wenn während des Schweißens eine Litze 10 verschoben wird, bevor sich die blanken Drähte 1a, die die Litze 10 bilden, dissoziieren (bzw. voneinander lösen), kann die Litze 10 nicht in einem Zustand

geschweißt werden, in dem die blanken Drähte 1a ausreichend voneinander dissoziiert sind. Da sich die blanken Drähte 1a eher nicht voneinander lösen, werden die blanken Drähte 1a, die durch das Horn vor dem Schweißen gedrückt werden, an einem geschweißten Abschnitt 40 durchgebogen, wie in einem Kabelstrang 3' in **Fig. 5** gezeigt und durch den Pfeil A2 angezeigt. Die Durchbiegung der blanken Drähte 1a an dem geschweißten Abschnitt 40 verschlechtert das äußere Erscheinungsbild des Kabelstrangs 3'. Da sich die blanken Drähte 1a nicht so leicht voneinander dissoziieren, wird auch Ultraschallenergie nicht effizient auf den geschweißten Abschnitt 40 übertragen, und die Befestigungskraft zwischen dem Drahtleiter 1' und dem Verbindungsanschluss 30 wird ebenfalls verringert.

**[0037]** Im Gegensatz dazu sind in dem Drahtleiter 1 mit kleinen Zwischenschichtlücken G1, wie in **Fig. 1** gezeigt, die Lücken nicht zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 konzentriert, und somit gleiten die Litzen 10, wenn sie zwischen das Horn und den Amboss der Ultraschallschweißmaschine eingeführt werden, nicht so leicht in Bezug aufeinander zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12. Dementsprechend wird als Reaktion auf eine Kraft, die durch das Einführen aufgebracht wird, die Verdrillung von zumindest einigen der Litzen 10 gelöst, und die blanken Drähte 1a, die die Litzen 10 bilden, dissoziieren (dispergieren). Da der Drahtleiter 1 derart geschweißt wird, dass die blanken Drähte 1a voneinander dissoziiert werden, wird ein geschweißter Abschnitt 40 gebildet, in dem die blanken Drähte 1a eng und gleichmäßig zusammengefügt werden. Infolge dessen, dass die dissoziierten blanken Drähte 1a eng zusammengebracht werden, wird die Ultraschallenergie effizient auf den geschweißten Abschnitt 40 übertragen, und die blanken Drähte 1a werden fest an dem Drahtbefestigungsabschnitt 31 des Verbindungsanschlusses 30 in einem Zustand befestigt, in dem die blanken Drähte 1a zusammengebracht und gestreckt sind, ohne durchgebogen zu sein.

**[0038]** Infolgedessen kann, wie durch den Pfeil A1 in **Fig. 4** angezeigt, ein ästhetisch ansprechender geschweißter Abschnitt 40 leicht gebildet werden, der im äußeren Erscheinungsbild ohne jegliche Durchbiegung der blanken Drähte 1a oder mit einer nur sehr kleinen Durchbiegung der blanken Drähte 1a überlegen ist. Es ist auch wahrscheinlich, dass eine große Befestigungskraft an dem geschweißten Abschnitt 40 erhalten wird. Das heißt, dies verringert das Auftreten eines Schweißdefekts, der eine Durchbiegung der blanken Drähte 1a oder eine Reduzierung der Befestigungskraft beinhaltet. Die Länge (Abstand d in **Fig. 5**) der Durchbiegung der blanken Drähte 1a, gemessen von der unteren Endfläche des Drahtbefestigungsabschnitts 31 des Verbindungsanschlusses 30, ist vorzugsweise nicht größer als die Dicke der Platte des Drahtbefestigungsabschnitts 31, und ist noch mehr bevorzugt nicht größer als 60 % der Dicke der Platte des Drahtbefestigungsabschnitts 31. Alternativ ist es bevorzugt, dass es keine Durchbiegung derjenigen blanken Drähte 1a gibt, die eine Position unterhalb des unteren Endabschnitts der Isolierbeschichtung 20 des ultraschallver-schweißten isolierten Kabels 2 erreichen.

**[0039]** Angesichts nicht nur der Fläche der Lücken zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12, sondern auch dem Aspekt, ob sie durchgehend sind oder nicht, können die Lücken auch an der Unterdrückung von Schweiß defekten beteiligt sein. Wie oben beschrieben, und wie in **Fig. 1** gezeigt, ist es bevorzugt, dass keine durchgehende Lücke zwischen der unteren verdrillten Schicht 11 und der oberen verdrillten Schicht 12 vorhanden ist. Wenn sich die obere Litzenschicht 12 als Reaktion auf das Schweißen verformt (wenn sich die relativen Positionen der blanken Drähte 1a ändern), kommen die blanken Drähte 1a der oberen Litzenschicht 12 und die blanken Drähte 1a der unteren Litzenschicht 11 leicht miteinander in Kontakt. Damit wird eine Kraft, die während des Schweißens aufgebracht werden soll, effizient auf die untere Litzenschicht 11 übertragen. Daher neigen nicht nur die obere Litzenschicht 12, sondern auch die untere Litzenschicht 11 dazu, sich zu verformen, und Schweiß defekte treten weniger leicht auf. Das heißt, der Grund dafür, dass Schweiß defekte nicht so leicht auftreten, scheint zu sein, dass keine durchgehende Lücke zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 vorhanden ist. Wenn, wie in **Fig. 2** gezeigt, eine durchgehende Lücke zwischen der unteren Litzenschicht 11 und der oberen Litzenschicht 12 vorhanden ist, wird die Verformung der oberen Litzenschicht 12 während des Schweißens durch diese durchgehende Lücke absorbiert, und daher wird die Kraft nicht so leicht auf die untere Litzenschicht 11 übertragen. Daher verformt sich die untere Litzenschicht 11 nicht ausreichend und Schweißdefekte treten leichter auf.

**[0040]** Wie ebenfalls oben beschrieben, wird, wenn die obere Verdrillungssteigung größer als die untere Verdrillungssteigung ist, der Zwischenschichtlückenanteil verringert, und die blanken Drähte 1a werden während des Ultraschallschweißens leichter dissoziiert, was zu besonders vorteilhaften Effekten der Unterdrückung des Auftretens jeglicher Schweiß defekte führt. Außerdem wird durch Erhöhen der Litzenverdrillungssteigung, der unteren Verdrillungssteigung und der oberen Verdrillungssteigung der Effekt der Unterdrückung von Schweißdefekten verstärkt, da die blanken Drähte 1a leichter dissoziiert werden.

## Ausführungsbeispiele

**[0041]** Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele beschrieben. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Hier wurde die Korrelation zwischen dem Zwischenschichtlückenanteil des Drahtleiters und dem Auftreten von Schweißdefekten untersucht.

## Herstellung von Proben

## Herstellung von Drahtleiter und isoliertem Draht

**[0042]** Dreizehn blanke Drähte mit einem Außendurchmesser von 0,32 mm, die aus einer Aluminiumlegierung hergestellt sind, wurden zu einer Litze miteinander verdreht. Eine untere Litzenschicht wurde durch Anordnen solcher sechs Litzen um den Außenumfang einer Litze und Bündeln und gemeinsames Verdrehen der sieben Litzen ausgebildet. Ferner wurde eine obere Litzenschicht durch Anordnen von zwölf Litzen um den Außenumfang der unteren Litzenschicht und koaxiales Verdrehen derselben mit der unteren Litzenschicht ausgebildet.

**[0043]** Hier wurden drei Proben 1 bis 3 von Drahtleitern ausgebildet. Die Verdrehungssteigungen der Proben wurden wie in der nachstehenden Tabelle 1 angegeben eingestellt.

[Tabelle 1]

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
Litzenverdrehungssteigung (mm)	36,5	32,7	36,9
untere Verdrehungssteigung (mm)	75,1	70,3	70,4
obere Verdrehungssteigung (mm)	89,8	86,3	85,9

**[0044]** Ferner wurden isolierte Drähte durch Ausbilden von Isolierbeschichtungen um den Außenumfang der Drahtleiter hergestellt. Hier wurde als Isolierbeschichtung vernetztes Polyethylen mit einer Dicke von 1,1 mm extrudiert.

## Herstellung von Kabelstrang

**[0045]** Die Isolierbeschichtungen wurden über einen Bereich einer Länge von 15,5 mm an Anschlussabschnitten der jeweiligen isolierten Drähte, die auf die oben beschriebene Weise hergestellt wurden, entfernt und die Drahtleiter wurden freigelegt. Dabei wurden die Isolierbeschichtungen in einem halbabsolierten Zustand gehalten. Die freigelegten Leiterabschnitte der isolierten Drähte wurden durch Ultraschallschweißen jeweils an Drahtbefestigungsabschnitten von Verbindungsanschlüssen befestigt. Die Verbindungsanschlüsse bestanden aus einer Kupferlegierung und ihre Drahtbefestigungsabschnitte wiesen eine Breite von 10 mm, eine Länge von 10,5 mm und eine Dicke von 2,6 mm auf.

## Testverfahren

## Bewertung des Zwischenschichtlückenanteils

**[0046]** Die isolierten Drähte, die auf die oben beschriebene Weise hergestellt wurden, wurden in ein Acrylat-harz eingebettet und orthogonal zu der Axialrichtung geschnitten, so dass Querschnitte der Proben erhalten wurden. Die Querschnitte der Proben wurden unter Verwendung einer Digitalkamera aufgenommen und somit Fotos derselben erhalten.

**[0047]** Die Zwischenschichtlückenanteile in den Fotos, die auf die oben beschriebene Weise erhalten wurden, wurden bewertet. Zunächst wurde, wie durch die Führungslinien in **Fig. 3** angezeigt, eine Differenz zwischen der Gesamtfläche von Lücken, die innerhalb des Kreises des Kerndurchmessers der oberen Litzenschicht (R2) vorhanden sind, und der Gesamtfläche von Lücken, die innerhalb des Kreises des Kerndurchmessers der unteren Litzenschicht (R1) vorhanden sind, als die Fläche (a) der Zwischenschichtlücken angenommen. Ferner wurde die Fläche von Lücken, die innerhalb der äußeren Begrenzung des gesam-

ten Leiters vorhanden sind, als die gesamte Lückenfläche (A) angenommen. Dann wurde der Anteil der Zwischenschichtlückenfläche (a) an der gesamten Lückenfläche (A) als Zwischenschichtlückenanteil ( $a/A \times 100$  %) betrachtet. Zusätzlich dazu wurde der Anteil der gesamten Lückenfläche (A) an einer Fläche (A0) der äußeren Begrenzung des gesamten Leiters als das Lückenverhältnis ( $A/A0 \times 100$  %) bewertet. Für jede der Proben 1 bis 3 wurden drei Exemplare bewertet, und Mittelwerte der drei einzelnen Exemplare wurden aufgezeichnet.

#### Bestimmung von Schweiß defekten

**[0048]** Für die Kabelbäume, die auf die oben beschriebene Weise hergestellt wurden, wurden die Zustände der geschweißten Abschnitte zwischen dem Drahtleiter und dem Drahtbefestigungsabschnitt des Verbindungsanschlusses untersucht. Der geschweißte Abschnitt wurde als „keinen Schweißdefekt aufweisend“ bestimmt, wenn die entsprechenden blanken Drähte nicht durchgebogen waren oder das Ausmaß (Abstand d in Fig. 5) einer Drahtdurchbiegung von der unteren Endfläche des Drahtbefestigungsabschnitts innerhalb von 1,5 mm lag. Andererseits wurde der geschweißte Abschnitt als „einen Schweißdefekt aufweisend“ bestimmt, wenn das Ausmaß der Drahtdurchbiegung 1,5 mm überschritt.

#### Testergebnisse

**[0049]** Fig. 6A bis Fig. 6C zeigen Fotos der Querschnitte der isolierten Drähte der Proben 1 bis 3. Außerdem zeigt die nachstehende Tabelle 2 Werte der Zwischenschichtlückenanteile und Lückenverhältnisse der gesamten Drahtleiter, die in den oben beschriebenen Tests erhalten wurden, und Bewertungsergebnisse, ob ein Schweißdefekt vorliegt oder nicht, in Bezug auf die Proben 1 bis 3. In Bezug darauf, ob ein Schweißdefekt vorliegt oder nicht, wurden die gleichen Bewertungsergebnisse für alle drei einzelnen Exemplare erhalten, die für jede der Proben 1 bis 3 bewertet wurden.

[Tabelle 2]

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
Zwischenschichtlückenanteil (%)	61,4	71,5	63,9
Gesamtlückenverhältnis (%)	18,0	19,0	18,3
Gibt es einen Schweiß defekt?	Nein	Ja	Ja

**[0050]** Unter Bezugnahme auf die Fotos in Fig. 6A bis Fig. 6C ist klar, dass in den Proben 2 und 3 Lücken, die zwischen der oberen Litzenschicht, die sich an dem Außenumfang des gesamten Drahtleiters befindet, und der unteren Litzenschicht auf der Innenseite derselben ausgebildet sind, klarer erkennbar sind als an anderen Positionen. Dies sind die Zwischenschichtlücken. Insbesondere sind in Probe 2 die obere Litzenschicht und die untere Litzenschicht klar voneinander getrennt, und klare Zwischenschichtlücken sind im Wesentlichen in einer Ringform zwischen den Schichten ausgebildet. Im Gegensatz dazu ist es in der Probe 1 schwierig, die Begrenzung zwischen der oberen Litzenschicht und der unteren Litzenschicht klar zu erkennen. Dies bedeutet, dass zwischen der oberen Litzenschicht und der unteren Litzenschicht keine Lücken, die signifikant größer sind als an anderen Positionen, als Zwischenschichtlücken ausgebildet sind. Außerdem weist in den Fotos, die sich auf die Kontinuität von Lücken zwischen der oberen Litzenschicht und der unteren Litzenschicht konzentrieren, Probe 1 eine geringere Kontinuität von Lücken auf als die Proben 2 und 3, insbesondere Probe 2. Das heißt, die Ausmaße von durchgehenden Lücken sind klein. In Probe 1 befindet sich zwischen der oberen Litzenschicht und der unteren Litzenschicht keine Lücke, in der ein blanker Draht direkt aufgenommen werden kann.

**[0051]** Der Unterschied im Ausmaß der Zwischenschichtlücken, der aus den Fotos der Querschnitte erkennbar ist, wird auch aus den Bewertungsergebnissen der Zwischenschichtlückenanteile, die in Tabelle 2 gezeigt sind, deutlich. Die Zwischenschichtlückenanteile der Proben 2 und 3 weisen große Werte auf, die 63 % überschreiten. Insbesondere überschreitet der Zwischenschichtlückenanteil von Probe 2 sogar 70 %. Im Gegensatz dazu weist der Zwischenschichtlückenanteil von Probe 1 einen kleineren Wert von 63 % oder weniger auf. Probe 1 weist ein kleineres Lückenverhältnis des gesamten Drahtleiters auf als die Proben 2 und 3.

**[0052]** Unter Bezugnahme auf die Bewertungsergebnisse, ob in Tabelle 2 Schweißdefekte vorliegen oder nicht, gab es dann nur in Probe 1 keinen Schweißdefekt, aber es gab Schweiß defekte in den Proben 2 und 3. Diese Ergebnisse können auf die Zwischenschichtlückenanteile zurückgeführt werden. Das heißt, in Probe 1, die einen kleinen Zwischenschichtlückenanteil von 63 % oder weniger aufwies, traten keine Schweißdefekte auf, während in den Proben 2 und 3, die einen Zwischenschichtlückenanteil von 63 % aufwies, Schweißdefekte auftraten. Es kann gesagt werden, dass je geringer der Zwischenschichtlückenanteil ist, desto weniger Schweiß defekte auftreten.

**[0053]** Die Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung wurden ausführlich beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, und verschiedene Modifikationen sind möglich, ohne vom Geist der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

1, 1'	Drahtleiter
1a	Blanker Draht
10	Litze
11	Untere Litzenschicht
12	Obere Litzenschicht
2	Isoliertes Kabel
20	Isolierbeschichtung
3, 3'	Kabelstrang
30	Verbindungsanschluss
31	Drahtbefestigungsabschnitt
40	Geschweißter Abschnitt
A1	Struktur ohne Drahtdurchbiegung im geschweißten Abschnitt
A2	Struktur mit Drahtdurchbiegung im geschweißten Abschnitt
d	Ausmaß der Drahtdurchbiegung
G1	Zwischenschichtlücke
R1	Kreis mit Kerndurchmesser der unteren Litzenschicht
R2	Kreis mit Kerndurchmesser der oberen Litzenschicht

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 2018079048 [0003]
- JP 202087523 A [0003]
- JP 2019200997 A [0003]

## Patentansprüche

1. Drahtleiter, aufweisend:

eine untere Litzenschicht, in der mehrere Litzen, die durch gemeinsames Verdrillen mehrerer blanker Drähte aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ausgebildet sind, gebündelt und miteinander verdrillt sind; und

eine obere Litzenschicht, die durch Verdrillen mehrerer Litzen um einen Außenumfang der unteren Litzenschicht herum ausgebildet ist,

wobei in einem Querschnitt des Drahtleiters, der orthogonal zu seiner Axialrichtung ist, ein Anteil einer Fläche, die von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht eingenommen wird, an einer Fläche von Lücken, die nicht von den blanken Drähten eingenommen werden, 63 % oder weniger beträgt.

2. Drahtleiter nach Anspruch 1, wobei die obere Litzenschicht eine Verdrillungssteigung aufweist, die größer als eine Verdrillungssteigung der unteren Litzenschicht ist.

3. Drahtleiter nach Anspruch 1, wobei im Querschnitt der Anteil einer Fläche, die von Lücken zwischen der unteren Litzenschicht und der oberen Litzenschicht eingenommen wird, mindestens 15 % und höchstens 25 % beträgt.

4. Drahtleiter nach Anspruch 1, wobei eine Verdrillungssteigung der blanken Drähte der Litzen mindestens 90-mal so groß wie ein Außendurchmesser der blanken Drähte ist.

5. Drahtleiter nach Anspruch 1, wobei eine Verdrillungssteigung der Litzen der unteren Litzenschicht mindestens 200-mal so groß wie ein Außendurchmesser der blanken Drähte ist, und eine Verdrillungssteigung der Litzen der oberen Litzenschicht mindestens 250-mal so groß wie der Außendurchmesser der blanken Drähte ist.

6. Drahtleiter nach Anspruch 1, wobei eine Querschnittsfläche des gesamten Drahtleiters mindestens 16 mm<sup>2</sup> und höchstens 50 mm<sup>2</sup> beträgt.

7. Isoliertes Kabel, aufweisend:

den Drahtleiter nach einem der Ansprüche 1 bis 6; und eine Isolierbeschichtung, die einen Außenumfang des Drahtleiters bedeckt.

8. Kabelstrang, aufweisend:

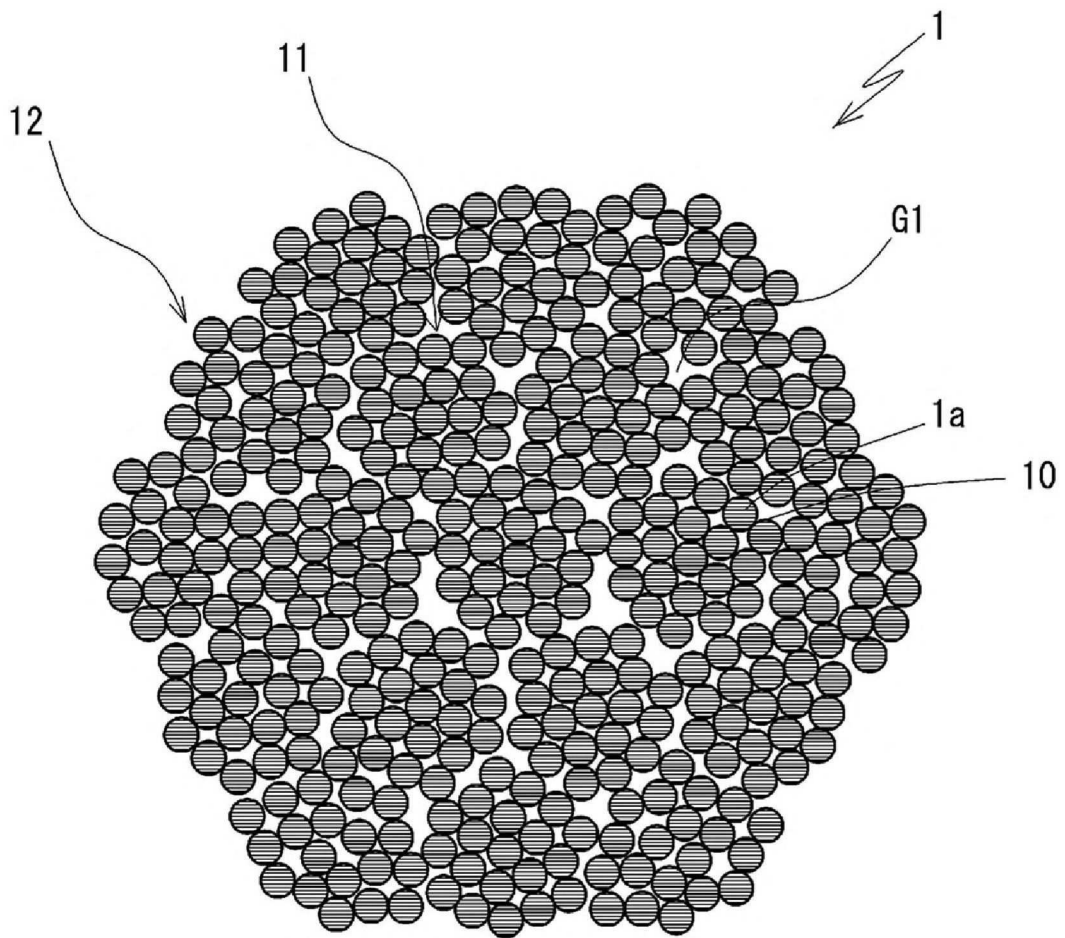
das isolierten Kabel nach Anspruch 7; und

einen Verbindungsanschluss,

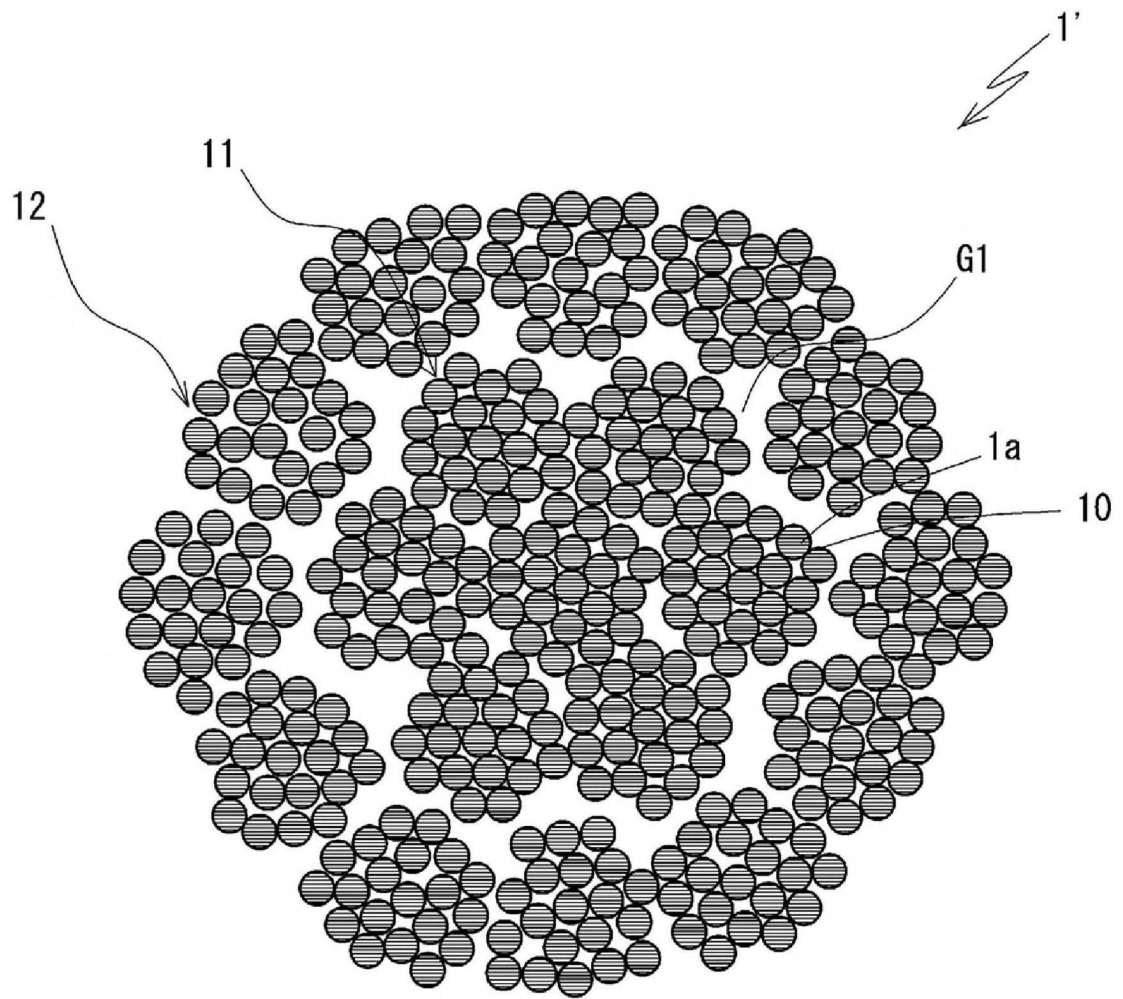
wobei an einem Anschluss des isolierten Kabels der von der Isolierbeschichtung freigelegte Drahtleiter mit dem Verbindungsanschluss ultraschallverschweißt wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

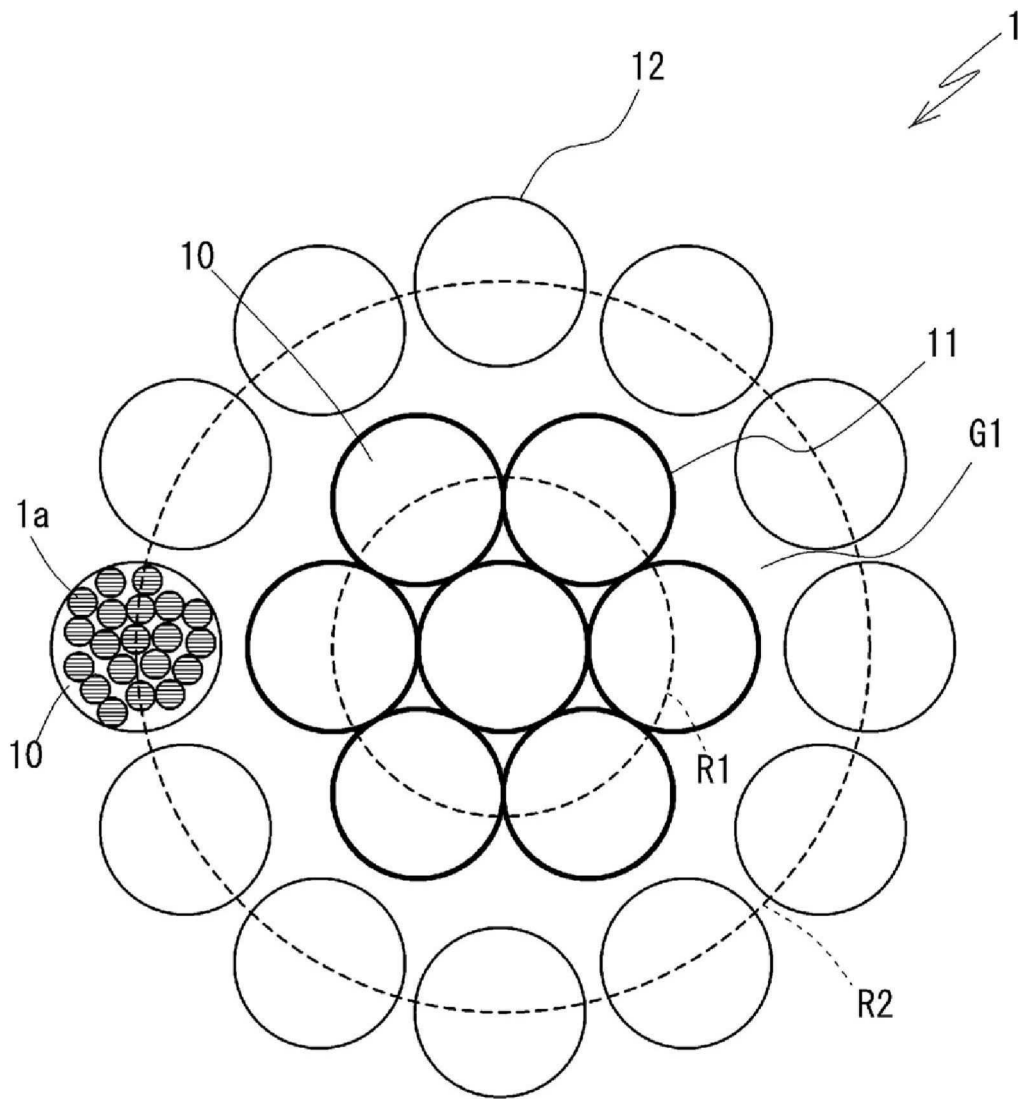
Anhängende Zeichnungen



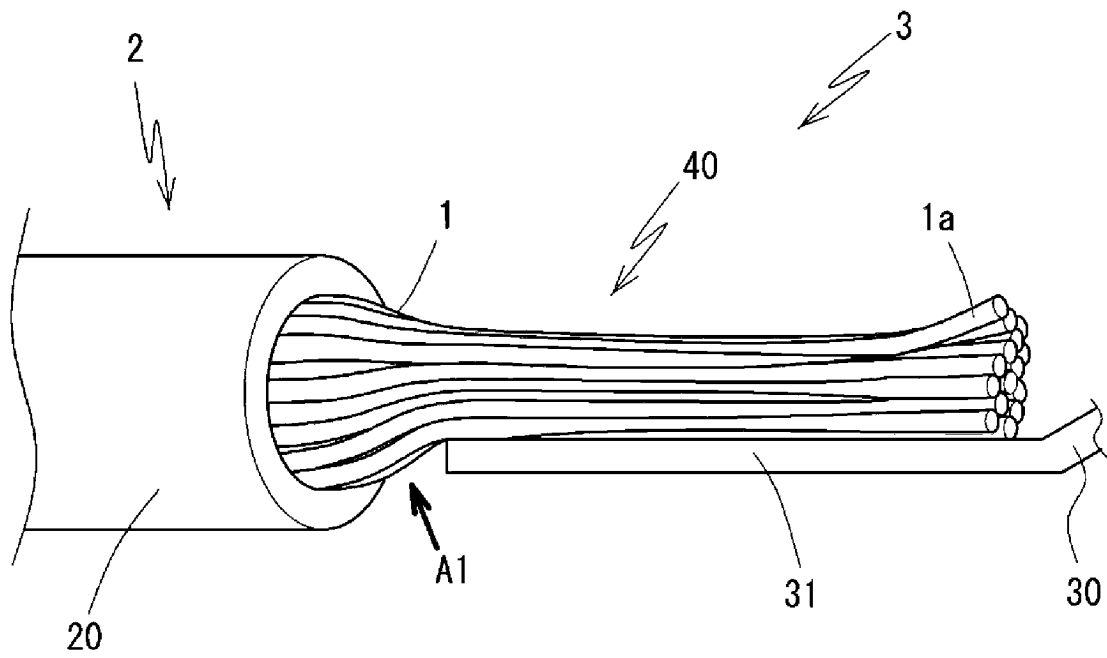
**FIG. 1**



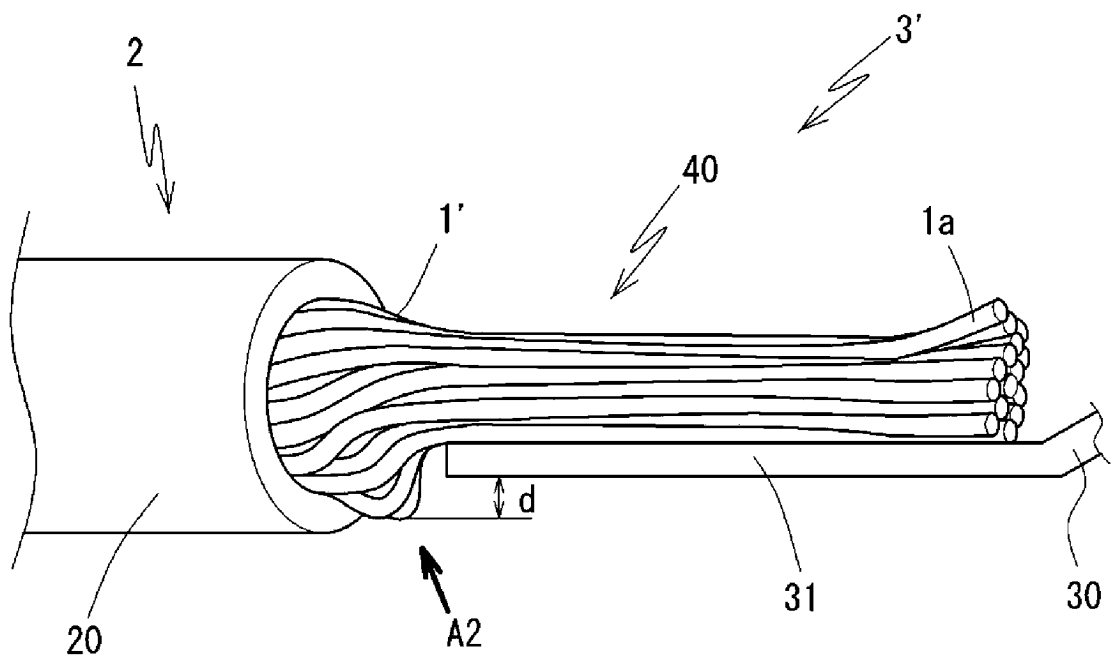
**FIG. 2**



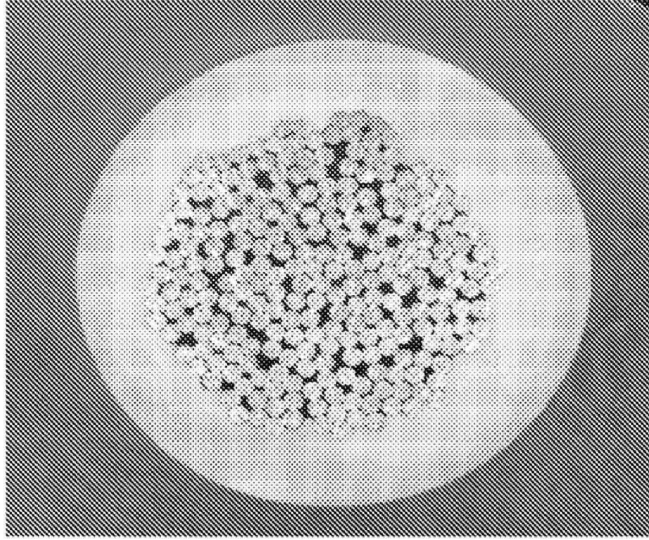
**FIG. 3**



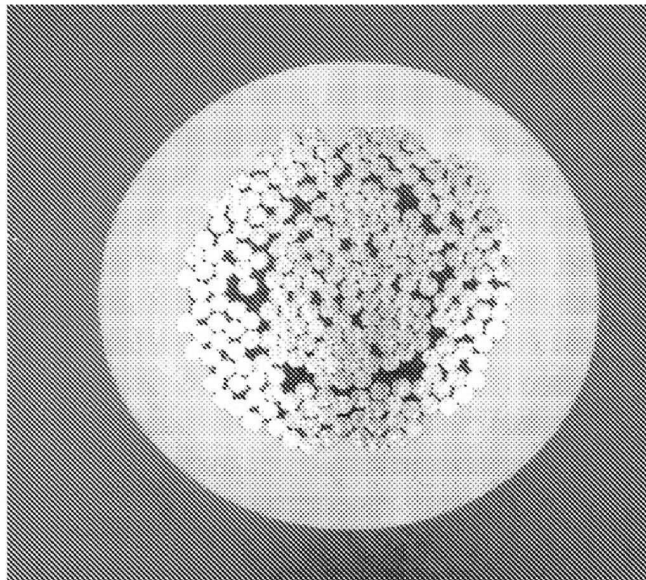
**FIG. 4**



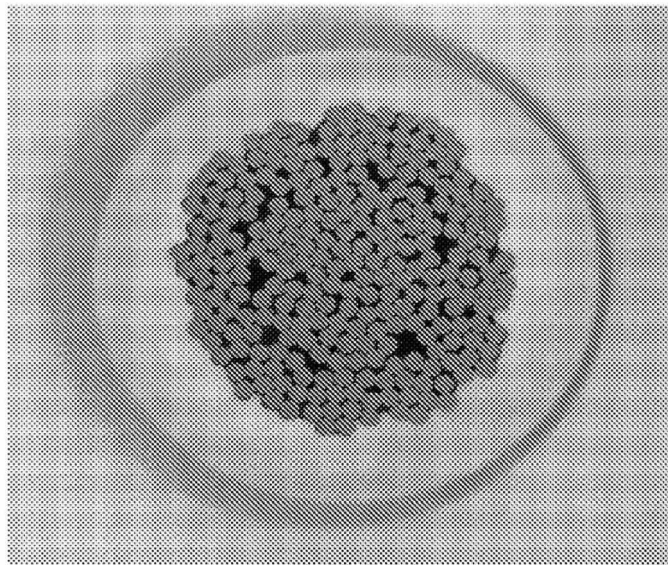
**FIG. 5**



**FIG. 6A**



**FIG. 6B**



**FIG. 6C**