

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-147663

(P2018-147663A)

(43) 公開日 平成30年9月20日(2018.9.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 B 11/18 (2006.01)	H O 1 B 11/18	5 G 3 1 9
H O 1 B 7/02 (2006.01)	H O 1 B 7/02	G

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-40551 (P2017-40551)	(71) 出願人	000005083
(22) 出願日	平成29年3月3日(2017.3.3)		日立金属株式会社
			東京都港区港南一丁目2番70号
		(74) 代理人	100145872
			弁理士 福岡 昌浩
		(72) 発明者	黄 得天
			東京都港区港南一丁目2番70号 日立金
			属株式会社内
		(72) 発明者	小林 正則
			東京都港区港南一丁目2番70号 日立金
			属株式会社内
		(72) 発明者	相田 一宏
			東京都港区港南一丁目2番70号 日立金
			属株式会社内
		Fターム(参考)	5G319 FA08 FC01 FC15 FC19 FC26

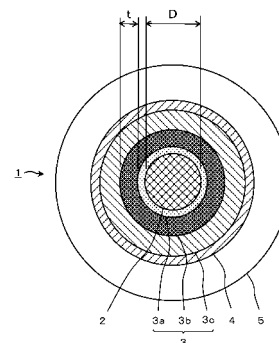
(54) 【発明の名称】 同軸ケーブル

(57) 【要約】

【課題】電気特性を維持しつつ、耐屈曲性および捻回性を向上させることができる同軸ケーブルを提供する。

【解決手段】導体と、導体の側周を囲うように設けられた絶縁層と、絶縁層の側周を囲うように設けられたシールド層と、シールド層の側周を囲うように設けられたシースと、を備え、絶縁層は、導体の側から、第1絶縁層と、第2絶縁層と、第3絶縁層と、の三層を有しており、第1絶縁層は、非充実押し層からなり、第2絶縁層は、第1絶縁層と非接着に形成された発泡層からなり、第3絶縁層は、第2絶縁層と接着するように形成された非発泡層からなり、シールド層が銅箔糸と金属素線とが交差するように編まれた編組シールドである、同軸ケーブルを構成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体と、
前記導体の側周を囲うように設けられた絶縁層と、
前記絶縁層の側周を囲うように設けられたシールド層と、
前記シールド層の側周を囲うように設けられたシースと、を備え、
前記絶縁層は、前記導体の側から、第 1 絶縁層と、第 2 絶縁層と、第 3 絶縁層と、の三層を有しており、
前記第 1 絶縁層は、非充実押出し層からなり、
前記第 2 絶縁層は、前記第 1 絶縁層と非接着に形成された発泡層からなり、
前記第 3 絶縁層は、前記第 2 絶縁層と接着するように形成された非発泡層からなり、
前記シールド層は、銅箔糸と金属素線とが交差するように編まれた編組シールドである同軸ケーブル。

10

【請求項 2】

前記第 1 絶縁層の厚さは、前記導体の導体径の 0.2 倍以上 0.3 倍以下である請求項 1 に記載の同軸ケーブル。

【請求項 3】

前記第 3 絶縁層の厚さは、前記第 2 絶縁層の厚さの 1 倍以上 1.5 倍以下である請求項 1 または 2 に記載の同軸ケーブル。

20

【請求項 4】

前記銅箔糸は、前記金属素線よりも太い
請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の同軸ケーブル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、同軸ケーブルに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車溶接や部品組み立て等を行う製造ラインで利用される産業用ロボット（工作機械）については、カメラセンサの信号伝送用として同軸ケーブルが用いられるとともに、その同軸ケーブルが可動部配線に適用されて繰り返し屈曲・捻回を受けるように構成されたものがある。このような可動部配線用の同軸ケーブルとしては、例えば、内部導体と、その内部導体を囲繞する絶縁層と、その絶縁層を囲繞する外部導体（シールド層）と、その外部導体を囲繞するシースとを備えており、これらのうちの絶縁層が低誘電率樹脂であるポリテトラフルオロエチレン（PTFE）による一体押し出し構造体からなるものがある（例えば特許文献 1）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005-25999 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、製造ラインで利用される、可動部配線用の同軸ケーブルには、長距離伝送が求められている。そこで、同軸ケーブルの伝送ロスを小さくするために、絶縁体層として発泡絶縁体を用いた発泡同軸ケーブルを利用することが考えられる。しかしながら、発泡同軸ケーブルは、発泡絶縁体層の機械的強度が弱いと、繰り返し屈曲・捻回を受けると発泡絶縁体層に割れが発生してしまうおそれがある。

【0005】

本発明は、電気特性を維持しつつ、耐屈曲性および捻回性を向上させることができる同

50

軸ケーブルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によれば、

導体と、

前記導体の側周を囲うように設けられた絶縁層と、

前記絶縁層の側周を囲うように設けられたシールド層と、

前記シールド層の側周を囲うように設けられたシースと、を備え、

前記絶縁層は、前記導体の側から、第1絶縁層と、第2絶縁層と、第3絶縁層と、の三層を有しており、

10

前記第1絶縁層は、非充実押出し層からなり、

前記第2絶縁層は、前記第1絶縁層と非接着に形成された発泡層からなり、

前記第3絶縁層は、前記第2絶縁層と接着するように形成された非発泡層からなり、

前記シールド層は、銅箔糸と金属素線とが交差するように編まれた編組シールドである同軸ケーブルが提供される。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、繰り返し屈曲・捻回を受ける条件下で同軸ケーブルが用いられる場合であっても、電気特性を維持しつつ、耐屈曲性および捻回性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る同軸ケーブルの構成例を模式的に示す断面図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る同軸ケーブルにおけるシールド層の構成例を模式的に示す概略図である。

【図3】屈曲試験の概念図である。

【図4】捻回試験の概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

<本発明の一実施形態>

以下、本発明の一実施形態に係る同軸ケーブルについて、図面を参照しながら説明する。

30

【0010】

(1) 同軸ケーブルの使用箇所

先ず、本実施形態に係る同軸ケーブルが使用される箇所について、具体例を挙げて簡単に説明する。

【0011】

本実施形態に係る同軸ケーブルは、例えば、自動車溶接や部品組み立て等を行う製造ラインで利用される産業用ロボット（工作機械）またはこれに準ずる自動化装置において、カメラセンサの信号伝送用として用いられる。このような箇所に用いられる同軸ケーブルは、産業用ロボット等の構造や製造ラインのライン長に応じて、5m～50mといった様々な長さのものが存在し得る。そのため、同軸ケーブルに対しては、信号伝送を確実に行うことができ、しかも長距離の信号伝送にも対応できるように、優れた電気特性を有していることが求められる。具体的には、同軸ケーブルは、静電容量が小さく、特性インピーダンスが高く、信号の減衰量が小さいことが求められる。

40

【0012】

その一方で、カメラセンサが産業用ロボット等の可動部に設置される場合もあることから、同軸ケーブルに対しては、可動部配線用に適したものであること、すなわち繰り返し屈曲や捻回を受ける条件下（例えば、同軸ケーブルのケーブル外径の3倍程度の曲げ半径での屈曲やケーブル外径の20倍程度の捻回長での捻回）であっても例えば30万回以上の高寿命化（耐屈曲・捻回）を満たすことが求められる。

50

【0013】

つまり、本実施形態に係る同軸ケーブルに対しては、長距離伝送に適した電気特性と、耐屈曲性・捻回性とを兼ね備えることが求められている。この要求に応えるために、本実施形態に係る同軸ケーブルは、以下に述べるように構成されている。

【0014】

(2) 同軸ケーブルの概略構成

図1は、本実施形態に係る同軸ケーブルの構成例を模式的に示す断面図である。図2は、本実施形態に係る同軸ケーブルにおけるシールド層の構成例を模式的に示す説明図である。

【0015】

(全体構成)

図1に示すように、本実施形態で例に挙げて説明する同軸ケーブル1は、大別すると、導体2と、導体2の側周を囲うように設けられた絶縁層3と、絶縁層3の側周を囲うように設けられたシールド層4と、シールド層4の側周を囲うように設けられたシース5と、を備えて構成されている。

【0016】

(導体)

導体2としては、例えば銅線または銅合金の素線を複数本撚り合せてなる集合撚り線を用いる。具体的には、長距離信号伝送、耐屈曲かつ耐捻回に対応できるように、直径が0.05mm~0.08mmであり、伸びが5%以上、引張強度330MPa以上である素線からなる集合撚り線を用いることが考えられる。このような素線の具体例として、Cu-0.3mass%SnやCu-0.2mass%In-0.2mass%Sn等が挙げられる。

また、導体2の撚りピッチは、導体2の外径の10倍以上14倍以下であることが好ましい。撚りピッチを外径の10倍未満とすることによって、耐屈曲性は向上するが、捻回性が悪くなる。撚りピッチを外径の14倍超とすることによって、捻回性は向上するが、耐屈曲性は悪くなる。導体2の外径の10倍以上14倍以下とすることによって、耐屈曲性と捻回性とを両立させることができる。

【0017】

(絶縁層)

絶縁層3は、導体2を囲繞するように、絶縁性を有した樹脂材料によって形成された層である。

【0018】

ところで、本実施形態において、絶縁層3は、導体2の側に位置する側から、第1絶縁層3aと、第2絶縁層3bと、第3絶縁層3cと、の三層を有して構成されている。

【0019】

なお、第1絶縁層3a、第2絶縁層3bおよび第3絶縁層3cについては、詳細を後述する。

【0020】

(シールド層)

シールド層4は、伝送信号の漏えいや外部からの飛来ノイズ対策として設けられた層であり、例えばシールド構造のものである。すなわち、シールド層4は、例えば、銅箔糸または銅や銅合金からなる金属線が編組されてなる編組シールドで構成されたものである。

特に、シールド層4は、図2に示すように、銅箔糸4aと銅合金からなる金属線4bとが交差するように編組した編組シールドで構成することが好ましい。

【0021】

(シース)

また図1において、シース5は、同軸ケーブル1の最外層を構成する外皮となる層である。シース5の形成材料としては、例えば、同軸ケーブル1を外力から保護できるように、ポリ塩化ビニル(PVC)樹脂、ポリウレタン(PU)樹脂等を用いることが考えられ

10

20

30

40

50

る。

【0022】

(3) 同軸ケーブルの要部構成

次に、本実施形態に係る同軸ケーブル1の要部構成として、絶縁層3を構成する第1絶縁層3a、第2絶縁層3bおよび第3絶縁層3cについて説明する。

【0023】

(第1絶縁層)

第1絶縁層3aは、集合撚り線からなる導体2の周囲に誘電率が低い非発泡樹脂材料を用いてチューブ押出しにより形成されている。このように、チューブ押出しにより第1絶縁層3aを形成することにより、第1絶縁層3aを構成する樹脂材料が導体2を構成する素線間の谷間部分を埋め込まない（非充実に形成される）ため、導体2と第1絶縁層3aとの間に部分的に隙間が生じる。

同軸ケーブル1を屈曲させた場合に、第1絶縁層3aには、導体2よりも大きな引っ張り力（伸び）が加わる。しかし、導体2は、第1絶縁層3aと非充実に形成されているので、第1絶縁層3aとは独立して動くことができ、第1絶縁層3aから引っ張り力を受け難くなり、耐屈曲性や捻回性が向上する。

【0024】

第1絶縁層3aの形成材料としては、例えば、テトラフルオロエチレンーヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）（ $\epsilon = 2.1$ ）、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）（ $\epsilon = 2.1$ ）等を用いることが考えられる。

【0025】

(第2絶縁層)

第2絶縁層3bは、同軸ケーブル1の良好な電気特性を担保するために、誘電率がより低くなる、発泡度30%以上50%以下となる発泡絶縁樹脂材料で形成されている。また、第2絶縁層3bは、第1絶縁層3aに用いる樹脂材料よりも低融点の樹脂材料で形成され、第1絶縁層3aとは非接着に形成されている。

同軸ケーブル1を屈曲させた場合に、第2絶縁層3bには、第1絶縁層3aよりも大きな引っ張り力が加わるが、第2絶縁層3bは、第1絶縁層3aと非接着に形成されているので、第1絶縁層3aは、第2絶縁層3bとは独立して動くことができ、第2絶縁層3bから引っ張り力を受け難くなり、同軸ケーブル1の耐屈曲性や捻回性が向上する。

【0026】

(第3絶縁層)

第3絶縁層3cは、同軸ケーブル1を曲げや捻じったときに生じるひずみによって、発泡絶縁樹脂からなる第2絶縁層3bが破断する等のダメージを防ぐ補強のために設けられる。この第3絶縁層3cは、第2絶縁層3bと同じ樹脂材料を用いて充実押出しにより形成され、第2絶縁層3bの表面に現れる発泡の孔を埋めると共に、第2絶縁層3bと一体化（接着）して補強する。例えば、第3絶縁層3cは、伸び300%以上、引張強さが25MPa以上、誘電率2.5以下となる非発泡絶縁樹脂層から形成されていることが好ましい。

このように第2絶縁層3bよりも外周側に位置する第3絶縁層3cの引張強さや伸びが大きければ、絶縁層3の機械的強度や伸びが外周側ほど大きくなるので、同軸ケーブル1が繰り返し屈曲・捻回を受けても絶縁層3に割れが生じ難くなる。つまり、外周側ほど機械的強度や伸びを大きくすることで、絶縁層3の伸び性や柔軟性等を十分に担保することができ、これにより同軸ケーブル1の耐屈曲性や捻回性を向上させることができる。

【0027】

上述した第2絶縁層3bおよび第3絶縁層3cの形成材料の組み合わせとしては、例えば、発泡ポリプロピレンと非発泡ポリプロピレン、または照射架橋発泡ポリエチレンと照射架橋ポリエチレンの組み合わせを用いることが考えられる。

【0028】

(三層構造の絶縁層)

以上のように、絶縁層 3 は、第 1 絶縁層 3 a、第 2 絶縁層 3 b および第 3 絶縁層 3 c の三層構造となっている。これにより、絶縁層 3 は、電気特性および耐屈曲性の相反する特性を両立させることができる。すなわち、良好な電気特性を維持しつつ、耐屈曲性や捻回性を向上させることができるのである。

【0029】

同軸ケーブル 1 を屈曲させた場合に、第 3 絶縁層 3 c には、第 1、第 2 絶縁層 3 a、3 b よりも大きな引っ張り力が加わる。ただし、その場合であっても、第 3 絶縁層 3 c が引張強さや伸びの大きい材料で形成されているので、その第 3 絶縁層 3 c、すなわち絶縁層 3 の外層側に割れが生じてしまうのを抑制することができる。

10

【0030】

また、第 3 絶縁層 3 c を引張強さや伸びが大きい材料で形成することで、その第 3 絶縁層 3 c には割れが生じ難くなるが、万が一第 3 絶縁層 3 c に割れが生じてしまった場合であっても、絶縁層 3 を第 1 絶縁層 3 a、第 2 絶縁層 3 b および第 3 絶縁層 3 c の三層構造とすることで、割れを第 3 絶縁層 3 c のみで止めることが可能となる。つまり、第 2 絶縁層 3 b が割れのストッパとして機能することになり、絶縁層 3 の全体に割れが入るのを抑制することができ、その結果として同軸ケーブル 1 の繰り返し屈曲・捻回に対する高寿命化を実現し得るようになる。

【0031】

(第 1 絶縁層のサイズ)

20

三層構造の絶縁層 3 において、第 1 絶縁層 3 a の厚さは、導体 2 の外径 D の 0.2 倍以上 0.3 倍以下が好ましい。

第 1 絶縁層 3 a の厚さが導体径 D の 0.2 倍未満であると、第 1 絶縁層 3 a の厚さが薄くなり過ぎるため、同軸ケーブル 1 を曲げたときに強度が弱く、第 1 絶縁層 3 a が割れてしまうおそれがある。第 1 絶縁層 3 a の厚さを導体径 D の 0.2 倍以上とすることで、十分な強度を確保することができる。

一方、第 1 絶縁層 3 a の厚さが導体径 D の 0.3 倍を超えると、第 1 絶縁層 3 a が厚くなり過ぎるため、硬すぎて柔軟性が悪くなり、同軸ケーブル 1 を曲げたときに第 1 絶縁層 3 a が割れてしまうおそれがある。第 1 絶縁層 3 a の厚さを導体径 D の 0.3 倍以下とすることで、柔軟性を確保することができる。

30

【0032】

(第 2 絶縁層のサイズ)

三層構造の絶縁層 3 において、第 2 絶縁層 3 b については、その厚さは、同軸ケーブル 1 が所定の特性インピーダンス (50 Ω または 75 Ω 等) になるように導体 2 の導体径によって一義的に定まる。

【0033】

(第 3 絶縁層のサイズ)

三層構造の絶縁層 3 において、第 3 絶縁層 3 c については、その厚さは、第 2 絶縁層 3 b の厚さの 1 倍以上 1.5 倍以下が好ましい。

第 3 絶縁層 3 c の厚さが第 2 絶縁層 3 b の厚さ t の 1 倍未満であると、第 3 絶縁層 3 c が薄くなり過ぎて第 2 絶縁層 3 b の補強効果が小さくなり、耐屈曲性の低下を招いてしまうおそれがあるが、第 3 絶縁層 3 c の厚さを第 2 絶縁層 3 b の厚さ t の 1 倍以上とすることで、耐屈曲性の低下を抑制することができる。

40

一方、第 3 絶縁層 3 c の厚さが第 2 絶縁層 3 b の厚さの 1.5 倍を超えると、第 3 絶縁層 3 c が厚くなり過ぎるため、電気特性の低下を招いてしまうおそれがあるが、第 3 絶縁層 3 c の厚さを第 2 絶縁層 3 b の厚さの 1.5 倍以下とすることで、良好な電気特性を維持することができる。

【0034】

(編組シールド)

シールド層 4 は、銅箔糸 4 a を一方向 (例えば、時計方向) に、金属素線 4 b を反対方

50

向（例えば、反時計方向）に螺旋状に巻いて、銅箔糸 4 a と金属素線 4 b とが交差するように編んだ編組シールドとすることが好ましい。

銅箔糸 4 a は、ポリエステル等の中心糸に銅箔に巻き付けたものであるから、金属素線 4 b と比較して、耐屈曲や捻回性に優れるものの、導体抵抗が高い。そこで、銅箔糸 4 a と金属素線 4 b とで編組シールドを構成することにより、同軸ケーブル 1 の耐屈曲や捻回性を向上させつつ、シールド層 4 の導体抵抗を下げるができる。したがって、同軸ケーブル 1 が長尺であっても、DC 往復抵抗の規格を満足しつつ、耐屈曲や捻回性を向上させることができる。

また、銅箔糸 4 a は、金属素線 4 b と比較して、軟らかい。銅箔糸 4 a と金属素線 4 b とを交差させたことにより、同軸ケーブル 1 を屈曲や捻回させたときに、交差箇所において、銅箔糸 4 a が金属素線 4 b のクッション材となり、金属素線 4 b のキックを防ぐことができる。したがって、同軸ケーブル 1 の耐屈曲や捻回性を向上させることができる。さらに、銅箔糸 4 a は、金属素線 4 b よりも太くすることが好ましい。これにより、同軸ケーブル 1 に印加された応力が、柔軟性や可撓性に優れた銅箔糸 4 a により作用するため、同軸ケーブル 1 の耐屈曲や捻回性を向上させることができる。

【0035】

(4) 本実施形態にかかる効果

本実施形態によれば、以下に示す 1 つまたは複数の効果を奏する。

【0036】

(a) 本実施形態では、絶縁層 3 が第 1 絶縁層 3 a、第 2 絶縁層 3 b および第 3 絶縁層 3 c の三層構造となっており、第 1 絶縁層 3 a がチューブ押出しで形成され、第 2 絶縁層 3 b が誘電率が低い樹脂材料を発泡させて形成され、第 3 絶縁層 3 c が第 2 絶縁層 3 b と同じ樹脂材料で非発泡にて形成されている。そのため、絶縁層 3 は、電気特性および耐屈曲性の相反する特性を両立させることができる。したがって、本実施形態によれば、繰り返し屈曲・捻回を受ける条件下で同軸ケーブル 1 が用いられる場合であっても、その同軸ケーブル 1 について、良好な電気特性を維持しつつ、耐屈曲性および捻回性を向上させることができる。

【0037】

(b) 本実施形態では、導体 2 と接する絶縁体である内側絶縁層 3 a が誘電率 $\epsilon = 2.3$ 以下の材料で形成されている。このような誘電率とすることで、同軸ケーブル 1 について、優れた電気特性を確実に担保することができる。

【0038】

(c) 本実施形態では、絶縁層 3 のうちで一番外周側に位置する第 3 絶縁層 3 c が伸び 300% 以上、引張強さ 25 MPa 以上の材料で形成されている。このような引張強さとするので、絶縁層 3 の外周側ほど機械的強度や伸びが大きくなり、絶縁層 3 の伸び性や柔軟性等を十分に担保することができるので、同軸ケーブル 1 の耐屈曲性および捻回性を向上させることができる。

【0039】

(d) 本実施形態では、第 1 絶縁層 3 a の厚さが導体の導体径 D の 0.2 倍以上 0.3 倍以下に形成されているので、電気特性の低下を招いてしまうおそれを排除しつつ、耐屈曲性や捻回性の低下を抑制することができる。つまり、同軸ケーブル 1 について、良好な電気特性を維持しつつ、耐屈曲性や捻回性を向上させる上で、非常に好適なものとなる。

【0040】

(e) 本実施形態では、第 3 絶縁層 3 c の厚さが第 2 絶縁層 3 b の厚さ t の 1 倍以上 1.5 倍以下に形成されているので、耐屈曲性や捻回性の低下を招いてしまうおそれを排除しつつ、良好な電気特性を維持することができる。つまり、同軸ケーブル 1 について、良好な電気特性を維持しつつ、耐屈曲性や捻回性を向上させる上で、非常に好適なものとなる。

【0041】

< 本発明の他の実施形態 >

10

20

30

40

50

以上に、本発明の一実施形態を具体的に説明したが、本発明の技術的範囲は上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更することが可能である。

【0042】

例えば、上述した実施形態では、同軸ケーブル1が、産業用ロボット（工作機械）またはこれに準ずる自動化装置におけるカメラセンサの信号伝送用として用いられる場合を例に挙げたが、本発明がこれに限定されることはない。すなわち、本発明は、小スペースに配線されて高稼働率で繰り返し屈曲や捻回を受ける条件下で用いられる同軸ケーブルに適用して非常に有効なものであり、カメラセンサの信号伝送用以外の用途にも適用可能である。

10

【実施例】

【0043】

次に、本発明の実施例を具体的に説明する。ただし、本発明は、以下の実施例の内容に限定されるものではない。

【0044】

本実施例では、24 AWG (American wire gauge) 相当の50/0.08 mmの集合撚り線（撚りピッチ約8 mm）からなる導体2を、チューブ押出しにより誘電率 $\epsilon = 2.1$ のFEPからなり厚さが0.15 mmの第1絶縁層3aで被覆して、発泡度が40%となるように発泡させた発泡PPからなり厚さが0.5 mmの第2絶縁層3bで被覆し、さらに、誘電率 $\epsilon = 2.26$ かつ（非発泡）PPからなり厚さが0.65 mmの第3絶縁層3cで被覆し、外径が3.3 mmの絶縁層3を構成した。そして、その絶縁層3を、外径0.11 mmの銅箔糸と、外径0.08 mmの金属素線とが交差するように編んだ編組シールド層4で被覆し、さらにその外周側に厚さ1.3 mmのシース5を配して、外径6.5 mmの同軸ケーブル1を構成した。導体2に用いた金属素線および編組シールド層4に用いた金属素線は、Cu-0.3 mass % Snの合金を用いた。

20

【0045】

（屈曲試験）

上記構成の同軸ケーブル1について、屈曲試験を行った。

【0046】

屈曲試験は、図3に示すように、試料となる同軸ケーブル1の下端に荷重 $W = 5 \text{ N}$ （500 gf）の錘を吊り下げ、同軸ケーブル1の左右に湾曲した形の曲げジグ43を取り付けた状態で、曲げジグ43に沿って左右方向に向けて屈曲角 $X = \pm 90^\circ$ の曲げを加えるように同軸ケーブル1を動かすことで行う。屈曲R（曲げ半径）は、同軸ケーブル1の外径の約3倍の19 mmとした。屈曲速度は30回/分とし、屈曲回数は左右方向への1往復を1回としてカウントした。そして、同軸ケーブル1の屈曲を繰り返し、適宜回ごとにケーブル両端間で内部導体の導通を調べ、導通が失われていればそのときの回数を屈曲寿命として記録する。

30

【0047】

屈曲試験の結果、本実施例に係る同軸ケーブル1については、同軸ケーブルへの要求規格である60万回にわたって屈曲させても、導体2と編組シールド層4の破断が無いことを確認した。

40

【0048】

（捻回試験）

上記構成の同軸ケーブル1について、捻回試験を行った。

【0049】

捻回試験は、図4に示すように、試料となる同軸ケーブル1の一箇所を回転しない固定チャック52に取り付け、それより上部側に同軸ケーブル1の外径の約20倍の距離（捻回長） $d = 130 \text{ mm}$ だけ隔てた別の箇所を回転チャック54に取り付ける。そして、同軸ケーブル1の下端に荷重 $W = 5 \text{ N}$ （500 gf）の錘を吊り下げておく。この状態で回転チャック54を回転させることにより、同軸ケーブル1の固定チャック52と回転チャ

50

ック54との間の部分に対して ± 180 度の捻りを加える。回転チャック54は、まず $+180$ 度回転して元に戻し、 -180 度回転して元に戻すというように、矢印5a, 5b, 5c, 5dの順に動かして1サイクル（数えるときは1回）とする。捻回速度は、30回/分とし、捻回回数は各方向への1往復を1回としてカウントした。そして、同軸ケーブル1の捻回を繰り返し、適宜回ごとにケーブル両端間で内部導体の導通を調べ、導通が失われていればそのときの回数を捻回寿命として記録する。

【0050】

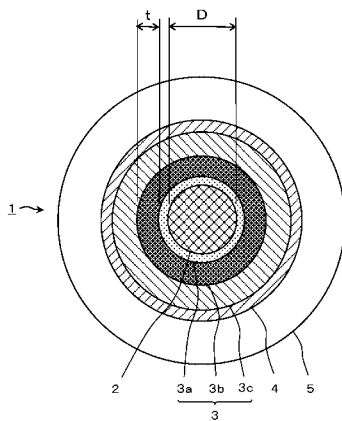
捻回試験の結果、本実施例に係る同軸ケーブル1については、同軸ケーブルへの要求規格である240万回にわたって捻回させても、導体2と編組シールド層4の破断が無いことを確認した。

【符号の説明】

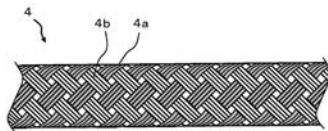
【0051】

1…同軸ケーブル、2…導体、3…絶縁層、3a…第1絶縁層、3b…第2絶縁層、3c…第3絶縁層、4…シールド層、4a…銅箔糸、4b…金属素線、5…シース

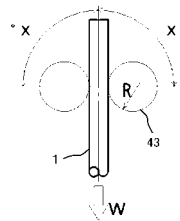
【図1】



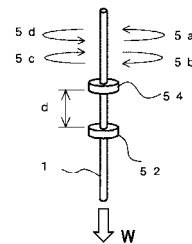
【図2】



【図3】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成30年1月19日(2018.1.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体と、

前記導体の側周を囲うように設けられた絶縁層と、

前記絶縁層の側周を囲うように設けられたシールド層と、

前記シールド層の側周を囲うように設けられたシースと、を備え、

前記絶縁層は、前記導体の側から、第 1 絶縁層と、第 2 絶縁層と、第 3 絶縁層と、の三層を有しており、

前記第 1 絶縁層は、非充実押出し層からなり、

前記第 2 絶縁層は、前記第 1 絶縁層と非接着に形成された発泡層からなり、

前記第 3 絶縁層は、前記第 2 絶縁層と接着するように形成された非発泡層からなる同軸ケーブル。

【請求項 2】

前記第 1 絶縁層の厚さは、前記導体の導体径の 0.2 倍以上 0.3 倍以下である

請求項 1 に記載の同軸ケーブル。

【請求項 3】

前記第 3 絶縁層の厚さは、前記第 2 絶縁層の厚さの 1 倍以上 1.5 倍以下である

請求項 1 または 2 に記載の同軸ケーブル。

【請求項 4】

前記シールド層は、銅箔糸と金属素線とが交差するように編まれた編組シールドである
請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の同軸ケーブル。

【請求項 5】

前記銅箔糸は、前記金属素線よりも太い

請求項 4 に記載の同軸ケーブル。

【手続補正書】

【提出日】平成30年3月2日(2018.3.2)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体と、

前記導体の側周を囲うように設けられた絶縁層と、

前記絶縁層の側周を囲うように設けられたシールド層と、

前記シールド層の側周を囲うように設けられたシースと、を備え、

前記絶縁層は、前記導体の側から、第 1 絶縁層と、第 2 絶縁層と、第 3 絶縁層と、の三層を有しており、

前記第 1 絶縁層は、非充実押出し層からなり、

前記第 2 絶縁層は、前記第 1 絶縁層と非接着に形成された発泡層からなり、

前記第 3 絶縁層は、前記第 2 絶縁層と接着するように形成された非発泡層からなる

同軸ケーブル。

【請求項 2】

前記第 1 絶縁層の厚さは、前記導体の導体径の 0.2 倍以上 0.3 倍以下である請求項 1 に記載の同軸ケーブル。

【請求項 3】

前記第 3 絶縁層の厚さは、前記第 2 絶縁層の厚さの 1 倍以上 1.5 倍以下である請求項 1 または 2 に記載の同軸ケーブル。

【請求項 4】

前記シールド層は、銅箔糸と金属素線とが交差するように編まれた編組シールドである請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の同軸ケーブル。

【手続補正書】

【提出日】平成30年5月18日(2018.5.18)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導体と、

前記導体の側周を囲うように設けられた絶縁層と、

前記絶縁層の側周を囲うように設けられたシールド層と、

前記シールド層の側周を囲うように設けられたシースと、を備え、

前記絶縁層は、前記導体の側から、第 1 絶縁層と、第 2 絶縁層と、第 3 絶縁層と、の三層を有しており、

前記第 1 絶縁層は、非充実押出し層からなり、

前記第 2 絶縁層は、前記第 1 絶縁層と非接着に形成された発泡層からなり、

前記第 3 絶縁層は、前記第 2 絶縁層と接着するように形成された非発泡層からなり、

前記導体は、前記第 1 絶縁層とは独立して動くことができる

同軸ケーブル。

【請求項 2】

前記第 1 絶縁層の厚さは、前記導体の導体径の 0.2 倍以上 0.3 倍以下である請求項 1 に記載の同軸ケーブル。

【請求項 3】

前記第 3 絶縁層の厚さは、前記第 2 絶縁層の厚さの 1 倍以上 1.5 倍以下である請求項 1 または 2 に記載の同軸ケーブル。

【請求項 4】

前記シールド層は、銅箔糸と金属素線とが交差するように編まれた編組シールドである請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の同軸ケーブル。