

(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2018-186071

(P2018-186071A)

(43) 公開日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 B 5/08 (2006.01)	HO 1 B 5/08	5 E 085
HO 1 R 4/18 (2006.01)	HO 1 R 4/18	A 5 G 301
HO 1 B 5/00 (2006.01)	HO 1 B 5/00	5 G 307
HO 1 B 1/04 (2006.01)	HO 1 B 1/04	5 G 309
HO 1 B 1/02 (2006.01)	HO 1 B 1/02	A

審査請求 有 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-16221 (P2018-16221)  
 (22) 出願日 平成30年2月1日 (2018.2.1)  
 (31) 優先権主張番号 15/436,898  
 (32) 優先日 平成29年2月20日 (2017.2.20)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 599023978  
 デルファイ・テクノロジーズ・インコーポ  
 レーテッド  
 アメリカ合衆国ミシガン州48098, ト  
 ロイ, デルファイ・ドライブ 5725  
 (74) 代理人 100140109  
 弁理士 小野 新次郎  
 (74) 代理人 100118902  
 弁理士 山本 修  
 (74) 代理人 100106208  
 弁理士 宮前 敬  
 (74) 代理人 100120112  
 弁理士 中西 基晴  
 (74) 代理人 100167243  
 弁理士 上田 充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】金属／カーボンナノチューブ複合材料ワイヤ

## (57) 【要約】 (修正有)

【課題】導電性と終端処理性を備える、銅導線に代わるマルチより線複合材料導電体アセンブリの提供。

【解決手段】中央より線として配置されるカーボンナノチューブより線(12)と、カーボンナノチューブより線を取り囲んで配置され、カーボンナノチューブより線と実質的に同じ長さを有する細長い金属より線(14)と、を備えるマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であり、複数の金属より線(14)は、銅、銀、金またはアルミニウムなどの材料から形成されていてもよく、ニッケル、スズ、銅、銀および/または金などの材料によってメッキ、ないし被覆されていてもよい。

【選択図】図1

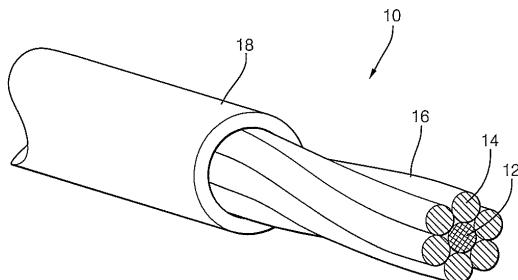


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

マルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、少なくとも50ミリメートルの長さを有するカーボンナノチューブから実質的になる細長いより線(12)と、前記カーボンナノチューブより線(12)と実質的に同じ長さを有する細長い金属より線(14)と  
を備えるマルチより線複合材料導電体アセンブリ。

**【請求項 2】**

請求項1に記載のマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、  
さらに、前記カーボンナノチューブより線(12)と実質的に同じ長さを有する複数の金属より線(14)を備える  
マルチより線複合材料導電体アセンブリ。

**【請求項 3】**

請求項2に記載のマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、  
前記カーボンナノチューブより線(12)は、中央より線(12)であり、  
前記複数の金属より線(14)は、前記カーボンナノチューブより線(12)を取り囲む  
マルチより線複合材料導電体アセンブリ。

**【請求項 4】**

請求項3に記載のマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、  
前記マルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)は、1つのカーボンナノチューブより線(12)と、6つの金属より線(14)と、からなる  
マルチより線複合材料導電体アセンブリ。

**【請求項 5】**

請求項1に記載のマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、  
前記金属より線(14)は、銅、銀、金およびアルミニウムからなる群から選択される  
材料から形成されている  
マルチより線複合材料導電体アセンブリ。

**【請求項 6】**

請求項5に記載のマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、  
前記金属より線(14)は、ニッケル、スズ、銅、銀および金からなる群から選択される  
材料によってメッキされている  
マルチより線複合材料導電体アセンブリ。

**【請求項 7】**

請求項5に記載のマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、  
前記金属より線(14)は、ニッケル、スズ、銅、銀および金からなる群から選択される  
材料によって被覆されている  
マルチより線複合材料導電体アセンブリ。

**【請求項 8】**

請求項1に記載のマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、  
さらに、前記マルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)の端部に圧着された電気  
端子(20)を備える  
マルチより線複合材料導電体アセンブリ。

**【請求項 9】**

請求項1に記載のマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、  
さらに、前記マルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)の端部にはんだ付けされ  
た電気端子(20)を備える  
マルチより線複合材料導電体アセンブリ。

**【請求項 10】**

10

20

30

40

50

請求項 1 に記載のマルチより線複合材料導電体アセンブリ(10)であって、  
さらに、誘電性ポリマー材料から形成され、前記金属より線(14)および前記カーボンナノチューブより線(12)を包む絶縁性スリーブを備える

マルチより線複合材料導電体アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2017年2月20日に出願された米国特許出願第15/436,898号の利益を要求する。

【0002】

[0001]本発明は、概して、電線に関し、より詳細には、カーボンナノチューブより線と金属より線とから形成される複合材料電線に関する。

【背景技術】

【0003】

[0002]従来の自動車用電気ケーブルは、典型的な乗用車において15~28キログラムの質量を有し得る銅線導体を使用して製造されていた。車両質量を低減して、車両の排出要件を満たすために、車両製造業者は、アルミニウム導体も使用し始めている。しかしながら、アルミニウムワイヤ導体は、同じサイズの銅線と比べて、破壊強度および伸張強度が低く、そのため、 $0.75\text{ mm}^2$ (約0.5mmの直径)未満の断面を有するワイヤに対する最適な代替品とはならない。近代的な車両における多くのワイヤは、車両を通じて電力を運んでいるのではなく、デジタル信号を伝送している。データ信号回路のために選択されるワイヤの直径は、ワイヤの電気特性ではなくワイヤの機械強度要件によって決定されることが多く、回路は、小径のワイヤを使用して効率的に製造され得る。

【0004】

[0003]強度部材を利用する細長い複合材料導体または複合材料ワイヤ(例えば、金属より線と組み合わせられたアラミドファイバーより線)は、完成品の導体の強度を高めるとともに重量を低減するために使用されてきた。重量にほとんど影響を与えるに強度を高めるために、他の複合材料(例えば、ステンレス鋼より線を含むもの)が使用されてきた。しかしながら、非導電性部材(例えば、アラミドファイバー)または高抵抗部材(例えば、ステンレス鋼)を含むことは、複合材料ワイヤの全体の電気抵抗を増大させる。さらに、複合材料ワイヤは、端子上で圧着されることによる終端処理にはあまり適していない。圧着プロセス中において、非導電性部材または高抵抗部材は、ワイヤの外側部分に移動することがあり、それによって、端子とワイヤとの間の抵抗が増加してしまう。この増加は、アラミドファイバーおよびステンレス鋼より線の高い電気抵抗に起因する。

【0005】

[0004]より線にされたカーボンナノチューブ(CNT)は、小径のワイヤについて適切な強度を提供できる軽量の導電体である。しかしながら、CNTより線は、現在のところ、ほとんどの自動車用途について十分な導電性を提供していない。さらに、CNTより線は、端子上に圧着されることによって容易に終端処理することができない。さらに、CNTより線は、端子上にはんだ付けされることによって困難なく終端処理されない。なぜなら、それらは、容易には、はんだと濡れないからである。

【0006】

[0005]したがって、小径ワイヤのための、銅線導体に代わる低質量の代替品が依然として望まれている。

【0007】

[0006]背景技術の欄に記載された主題は、背景技術の欄において記載されていることのみから先行技術であると推定されるべきではない。同様に、背景技術の欄で述べられる問題、または、背景技術の欄の主題に関連する問題は、先行技術において従前から認識されていたものとして推定されるべきではない。背景技術の欄の主題は、様々なアプローチを表しているに過ぎず、それら自体も発明になり得る。

10

20

30

40

50

**【発明の概要】****【課題を解決するための手段】****【0008】**

[0007]本発明の一実施形態によれば、マルチより線複合材料導電体アセンブリが提供される。マルチより線複合材料導電体アセンブリは、少なくとも50ミリメートルの長さを有するカーボンナノチューブから実質的になる細長いより線と、上記カーボンナノチューブより線と実質的に同じ長さを有する細長い金属より線と、を備えている。このアセンブリは、さらに、カーボンナノチューブより線と実質的に同じ長さを有する複数の金属より線を備えていてもよい。カーボンナノチューブより線は、中央より線として配置されてもよく、複数の金属より線は、カーボンナノチューブより線を取り囲む。このアセンブリは、1つのカーボンナノチューブより線と、6つの金属より線と、からなっていてもよい。金属より線は、銅、銀、金、アルミニウムなどの材料から形成されていてもよい。金属より線は、ニッケル、スズ、銅、銀および/または金などの材料でメッキされてもよい。これに代えて、または、加えて、金属より線は、ニッケル、スズ、銅、銀および/または金などの材料で被覆されてもよい。このアセンブリは、さらに、アセンブリの端部に圧着またははんだ付けされる電気端子を備えていてもよい。このアセンブリは、金属より線およびカーボンナノチューブより線の両方を包む誘電性ポリマー材料から形成された絶縁性スリーブも備えていてもよい。

10

**【0009】**

[0008]本発明が、例示目的で、添付の図面を参照して以下に説明される。

20

**【図面の簡単な説明】****【0010】**

**【図1】**[0009]一実施形態によるマルチより線複合材料導電体アセンブリの斜視図である。

**【図2】**[0010]一実施形態による図1のマルチより線複合材料導電体アセンブリに圧着された端子の断面図である。

**【図3】**[0011]他の実施形態によるマルチより線複合材料導電体アセンブリの斜視図である。

**【発明を実施するための形態】****【0011】**

30

[0012]より線にされたカーボンナノチューブ(CNT)導体は、より線にされた金属導体と比べて、向上された強度および低減された密度を提供する。より線にされたCNT導体は、同じ直径を有する銅より線と比べて160%高く、同じ直径を有するアルミニウムより線と比べて330%高い引張強度を有している。さらに、より線にされたCNT導体は、銅より線の16%、アルミニウムより線の52%の密度を有している。しかしながら、より線にされたCNT導体は、銅より線と比べて16.7倍高く、アルミニウムより線と比べて8.3倍高い抵抗を有しており、それによって、電気伝導性が低減される。より線にされたCNT導体の低減された電気伝導性を解決するために、複合材料導体、すなわち、1つ以上の金属より線、もしくは、金属メッキされたより線、もしくは、金属被覆されたより線を有する1つ以上のCNTより線からなる複合材料ワイヤが提供される。複合材料ワイヤのCNTより線は、複合材料ワイヤの金属より線が全体の電気伝導性を高めつつ、結果として得られる複合材料ワイヤの強度および密度を改善する。CNTより線の高い引張強度によって、特にデジタル信号伝送用途において、金属より線が適切な電気伝導性を提供しつつ、複合材料ワイヤにおけるさらに小径の金属導体が、全体で同等の引張強度を有することができる。また、CNTより線の密度が小さいことによって、金属より線と比べて重量が低減される。導電性CNTより線(単数または複数)を含むことによって、アラミドまたはステンレス鋼のより線を使用して製造された複合材料ワイヤと比べて、複合材料ワイヤの端部への電気端子の圧着取り付けの性能が改善されることが本発明者によって見出された。それは、CNTより線12が、アラミドより線とは異なり、結合的であり、ステンレス鋼より線とは異なり、銅より線と同様の圧縮性能を有しているからであ

40

50

る。

#### 【0012】

[0013]図1は、マルチより線複合材料導電体アセンブリ（以下、複合材料ワイヤ10と呼ぶ）の非限定的な例を示している。複合材料ワイヤは、1つの細長いより線12を備えている。より線12は、カーボンナノチューブから実質的になっており、少なくとも50ミリメートルの長さを有している。自動車用途では、複合材料ワイヤは、7メートルまでの長さを有していてもよい。カーボンナノチューブ（CNT）より線12は、約数ミクロンから数ミリメートルまでの長さを有するカーボンナノチューブ纖維を紡いで所望の長さおよび直径を有するより線またはヤーンにすることによって形成される。CNTより線を形成するためのプロセスは、当業者には周知の湿式紡績または乾式紡績を使用してもよい。図示される例では、CNTより線12は、6つの細長い金属より線14によって取り囲まれている。金属より線14は、カーボンナノチューブより線12と実質的に同じ長さを有する銅から形成され、CNTより線12のまわりに捻られている。本明細書で使用される場合、「実質的に同じ長さ」とは、銅より線14の長さとCNTより線12の長さとの違いが1%以下であることを意味している。さらに、本明細書で使用される場合、「銅」との用語は、元素の銅、または、銅が主成分の合金を意味している。

10

#### 【0013】

[0014]代替実施形態では、金属より線14は、アルミニウム、銀または金から形成されていてもよい。本明細書で使用される場合、「アルミニウム、銀および金」との用語は、当該名前の元素の元素形態、または、当該名前の元素が主成分の合金を意味している。これに加えて、または、代えて、金属より線14の外面は、他の金属材料（例えば、ニッケル、スズ、銅、銀、および／または金）でメッキまたは被覆されていてもよい。金属より線14の向上された電気伝導性を提供するため、または、耐食性を提供するために、メッキ16または被覆16が追加されてもよい。本明細書で使用される場合、「ニッケルおよびスズ」との用語は、当該名前の元素の元素形態、または、当該名前の元素が主成分の合金を意味している。金属より線14を他の金属でメッキまたは被覆するのに使用されるプロセスは、当業者に周知である。

20

#### 【0014】

[0015]銅より線14およびCNTより線12は、誘電性材料（例えば、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリアミド（NYLON）またはポリテトラフルオロエチレン（PFTFE））から形成された絶縁性ジャケット18内に包み込まれる。絶縁性ジャケットは、好ましくは、0.1~0.4ミリメートルの厚みを有していてもよい。絶縁性ジャケット18は、当業者に周知の押出成形プロセスを使用して銅より線12およびCNTより線12の上に適用されてもよい。

30

#### 【0015】

[0016]図2に示されるように、複合材料ワイヤ10の端部は、電気端子20によって終端処理される。電気端子20は、一対の圧着ウイング22を有している。圧着ウイング22は、複合材料ワイヤ10の上に折り畳まれ、圧縮されて、複合材料ワイヤ10と端子20との間の圧着接続部を形成する。本発明者は、従来の圧着端子および圧着形成技術を使用して、複合材料ワイヤ10と端子20との間の十分な接続を達成することができることを見出した。代替的に、電気端子は、複合材料ワイヤの端部にはんだ付けされてもよい。

40

#### 【0016】

[0017]図3は、代替実施形態の複合材料ワイヤ24を示している。図3に示されるように、単一の銅より線26が、6つのCNTより線28によって取り囲まれている。銅より線26およびCNTより線28は、誘電性材料（例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリアミドまたはポリテトラフルオロエチレン）から形成された絶縁性ジャケット30内に包み込まれている。

#### 【0017】

[0018]代替実施形態の複合材料ワイヤは、さらに多く、または、さらに少ないCNTより線と、さらに多く、または、さらに少ない金属より線と、を備えていてもよい。各タイ

50

プのより線の数および直径は、機械的強度、電気伝導性および電流容量の設計考慮事項によって決定される。複合材料ワイヤの長さは、複合材料ワイヤの具体的な用途によって決定されるであろう。

【0018】

[0019] こうして、マルチより線複合材料導電体アセンブリ 10 すなわち複合材料ワイヤが提供される。複合材料ワイヤ 10 は、多くの用途（特に、デジタル信号伝送）のための適切な電気伝導性を依然として提供しつつ、金属より線ワイヤと比べて、直径および重量が低減される利益を提供する。

【0019】

[0020] 本発明が、その好ましい実施形態について説明されたが、それは、そのように限定されることを目的としてあらず、次の特許請求の範囲で提示される範囲によってのみ限定されることを意図している。さらに、第 1、第 2 などの用語の使用は、重要性の順序を示すものではなく、1 つの要素を他の要素と区別するために使用される。さらに、a、a<sub>n</sub> などの用語の使用は、量の限定を示すものではなく、言及される物の少なくとも 1 つの存在を示している。さらに、方向用語、例えば、上部、下部などは、特定の向きを示すものではなく、1 つの要素を他の要素から区別し、さまざまな要素間の位置的な関係を規定するために使用される。

10

【図 1】

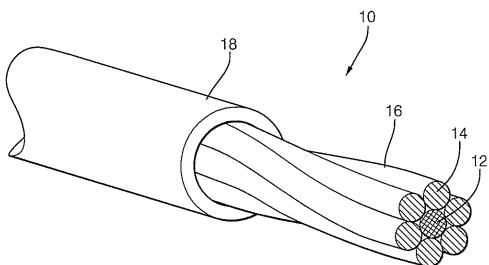


FIG. 1

【図 3】

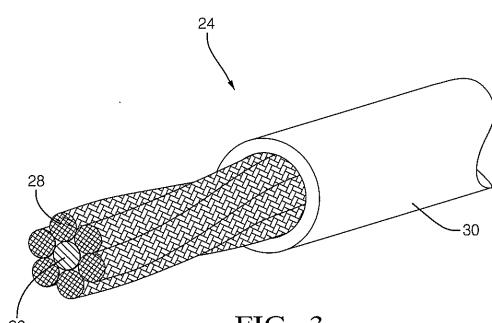


FIG. 3

【図 2】

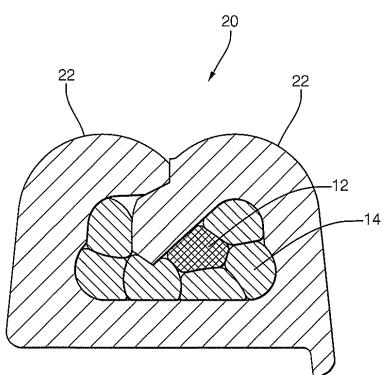


FIG. 2

---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
H 01 B 7/00 (2006.01)	H 01 B 7/00	3 0 6
H 01 B 7/02 (2006.01)	H 01 B 7/02	Z

(72)発明者 ザカリー・ジェイ・リッチモンド

アメリカ合衆国オハイオ州 44481, ウォーレン, オーク・ヒル・ドライブ・ノースウェスト  
5560

(72)発明者 エヴァンゲリア・ルビノ

アメリカ合衆国オハイオ州 44484, ウォーレン, ローリング・メドウズ 2155

F ターム(参考) 5E085 BB03 BB12 CC03 DD01 DD14 EE04 EE27 EE29 FF01 HH01

HH06 JJ06 JJ36

5G301 AA01 AA02 AA03 AA08 AA14 AA20 AB12 AB20 AD01 BA02

5G307 AA02 EA01 EE03 EF10

5G309 FA05 RA03 RA04 RA09 RA10

【外國語明細書】

2018186071000001.pdf