

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7541531号
(P7541531)

(45)発行日 令和6年8月28日(2024.8.28)

(24)登録日 令和6年8月20日(2024.8.20)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 1 B 7/00 (2006.01)	H 0 1 B 7/00	3 0 3
H 0 1 B 3/30 (2006.01)	H 0 1 B 3/30	N
H 0 1 B 7/02 (2006.01)	H 0 1 B 7/02	A
H 0 1 B 13/00 (2006.01)	H 0 1 B 13/00	5 1 7
H 0 1 B 3/42 (2006.01)	H 0 1 B 3/30	Z
請求項の数 23 (全26頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2021-560307(P2021-560307)	(73)特許権者	598077037
(86)(22)出願日	令和2年3月26日(2020.3.26)		エセックス フルカワ マグネット ワイヤ
(65)公表番号	特表2022-527636(P2022-527636 A)		ユーエスエイ エルエルシー
(43)公表日	令和4年6月2日(2022.6.2)		アメリカ合衆国 ジョージア州 3 0 3 2
(86)国際出願番号	PCT/US2020/024952		7 アトランタ パワーズ フェリー ロード
(87)国際公開番号	WO2020/205428		ノースウエスト 5 7 7 0 スイート
(87)国際公開日	令和2年10月8日(2020.10.8)	(74)代理人	3 0 0
審査請求日	令和5年2月6日(2023.2.6)		100147485
(31)優先権主張番号	62/826,605		弁理士 杉村 憲司
(32)優先日	平成31年3月29日(2019.3.29)	(74)代理人	230118913
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁護士 杉村 光嗣
		(74)代理人	100221899
			弁理士 高倉 みゆき
		(72)発明者	モハマド マツァール サイード
			アメリカ合衆国 イリノイ州 6 0 0 0 4
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱可塑性絶縁体を有するマグネットワイヤ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

導体(105, 205, 225, 255, 275)と、
 前記導体(105, 205, 225, 255, 275)の周りに形成される絶縁体と、
 を含むマグネットワイヤ(100, 200, 220, 250, 270)であって、
 前記絶縁体は、第1のポリマー材料と、前記第1のポリマー材料とは異なる第2のポリ
 マー材料と、のブレンドを含む押出絶縁体(115, 210, 235, 260, 285)
 の少なくとも1つの層を含み、
 前記第1のポリマー材料が、前記ブレンドの少なくとも10重量パーセント、且つ30
 重量パーセント以下の量で提供され、
 前記第2のポリマー材料が、前記ブレンドの少なくとも50重量パーセントの量で提供
 され、
 前記ブレンドが、
 前記第1のポリマー材料としてポリエーテルエーテルケトンと、前記第2のポリマー材
 料としてポリフェニルスルホンを、
 含み、
 前記ブレンドが、
 第3のポリマー材料としてポリエーテルスルホンを、
 更に含む、
 マグネットワイヤ(100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 2】

前記第 2 のポリマー材料が、前記ブレンドの少なくとも 60 重量パーセントを含む、請求項 1 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 3】

前記第 1 のポリマー材料又は第 2 のポリマー材料の一方が半結晶性材料を含み、前記第 1 のポリマー材料又は第 2 のポリマー材料の他方が非晶質材料を含む、請求項 1 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 4】

前記ブレンドがいかなる相溶化剤も含まない、請求項 1 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 5】

前記ブレンドが相溶化剤をさらに含む、請求項 1 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 6】

前記ブレンドが充填材料をさらに含む、請求項 1 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 7】

前記充填材料が、二酸化チタン、窒化ホウ素又は二酸化ケイ素のうち少なくとも 1 つを含む、請求項 6 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 8】

前記絶縁体が、前記導体 (105, 205, 225, 255, 275) の周りに形成されるベース絶縁体をさらに含み、

前記押出絶縁体 (115, 210, 235, 260, 285) が、前記ベース絶縁体の周りに形成されている、請求項 1 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 9】

前記ベース絶縁体が、ポリマーエナメル of 少なくとも 1 つの層を含む、請求項 8 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 10】

前記ポリマーエナメル of 少なくとも 1 つの層が、ポリイミド又はポリアミドイミドのうち 1 つを含む、請求項 9 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 11】

前記絶縁体が、25 で少なくとも 1700 ボルトの部分放電開始電圧を含む、請求項 1 に記載のマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270)。

【請求項 12】

導体 (105, 205, 225, 255, 275) を提供するステップと、
第 1 のポリマー材料と、前記第 1 のポリマー材料とは異なる第 2 のポリマー材料と、のブレンドを提供するステップと、

前記導体 (105, 205, 225, 255, 275) の周りに絶縁体を形成するステップと、を含むマグネットワイヤ (100, 200, 220, 250, 270) を形成する方法であって、

前記第 1 のポリマー材料が、前記ブレンドの少なくとも 10 重量パーセント、且つ 30 重量パーセント以下の量で提供され、

前記第 2 のポリマー材料が、前記ブレンドの少なくとも 50 重量パーセントの量で提供され、

前記ブレンドが、
前記第 1 のポリマー材料としてポリエーテルエーテルケトン、前記第 2 のポリマー材料としてポリフェニルスルホンを含み、

10

20

30

40

50

前記ブレンドが、

第3のポリマー材料としてポリエーテルスルホンを、

更に含み、

絶縁体を形成するステップは、前記ブレンドを含む少なくとも1つの層を押し出すステップを含む、方法。

【請求項13】

ブレンドを提供するステップは、前記第2のポリマー材料が前記ブレンドの少なくとも60重量パーセントを含むブレンドを提供するステップを含む、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

ブレンドを提供するステップが、前記第1のポリマー材料又は前記第2のポリマー材料の一方として半結晶性材料を提供するステップと、前記第1のポリマー材料又は前記第2のポリマー材料の他方として非晶質材料を提供するステップと、を含む、請求項12に記載の方法。

10

【請求項15】

ブレンドを提供するステップが、いかなる相溶化剤も含まないブレンドを提供するステップを含む、請求項12に記載の方法。

【請求項16】

ブレンドを提供するステップが、前記第1のポリマー材料及び前記第2のポリマー材料と組み合わせて相溶化剤を提供するステップをさらに含む、請求項12に記載の方法。

【請求項17】

ブレンドを提供するステップが、前記第1のポリマー材料及び前記第2のポリマー材料と組み合わせて充填材料を提供するステップをさらに含む、請求項12に記載の方法。

20

【請求項18】

充填材料を提供するステップが、二酸化チタン、窒化ホウ素又は二酸化ケイ素のうち少なくとも1つを提供するステップを含む、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

絶縁体を形成するステップが、前記導体(105, 205, 225, 255, 275)の周りにベース絶縁体を形成するステップをさらに含み、

前記ブレンドを含む少なくとも1つの層を押し出すステップが、前記ベース絶縁体の周りに前記少なくとも1つの層を押し出すステップを含む、請求項12に記載の方法。

30

【請求項20】

ベース絶縁体を形成するステップが、ポリマーエナメルを形成するステップを含む、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

前記ポリマーエナメルを形成するステップが、ポリイミド又はポリアミドイミドの少なくとも1つの層を形成するステップを含む、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

絶縁体を形成するステップが、25で少なくとも1700ボルトの部分放電開始電圧を有する絶縁体を形成するステップを含む、請求項12に記載の方法。

【請求項23】

導体(105, 205, 225, 255, 275)と、

前記導体(105, 205, 225, 255, 275)の周りに形成される絶縁体と、
を含むマグネットワイヤ(100, 200, 220, 250, 270)であって、

前記絶縁体は、第1のポリマー材料と、前記第1のポリマー材料とは異なる第2のポリマー材料と、のブレンドを含む押し出絶縁体(115, 210, 235, 260, 285)の少なくとも1つの層を含み、

前記第1のポリマー材料が、前記ブレンドの少なくとも10重量パーセント、且つ30重量パーセント以下の量で提供され、

前記第2のポリマー材料が、前記ブレンドの少なくとも50重量パーセントの量で提供され、

40

50

前記ブレンドが、

前記第 1 のポリマー材料としてポリフェニルスルホンを、前記第 2 のポリマー材料としてポリエーテルスルホンを、又は

前記第 1 のポリマー材料としてポリエーテルイミドを、前記第 2 のポリマー材料としてポリフェニルスルホンを、

含む、

マグネットワイヤ(100, 200, 220, 250, 270)。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本出願は、米国仮特許出願(出願番号第62/826,605号、出願日2019年3月29日、発明の名称「熱可塑性絶縁体を有するマグネットワイヤ(Magnet Wire with Thermoplastic Insulation)」)の優先権を主張し、その内容は参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【技術分野】

【0002】

本開示の実施形態は、一般に、マグネットワイヤに関し、より詳細には、熱可塑性材料のブレンドから形成される押出絶縁体を含むマグネットワイヤに関する。

【背景技術】

【0003】

巻線又は磁気巻線とも呼ばれるマグネットワイヤは、インバータ駆動モータ、モータスタータ発電機、変圧器等のような多種多様な電気機械及び装置で利用されている。典型的には、マグネットワイヤは、銅、アルミニウム又は合金導体等の金属導体に電氣的な絶縁を施すことによって構成される。絶縁体は電磁的な一体性があり、マグネットワイヤの短絡を防止する。従来の絶縁体は、ポリマーエナメルフィルムを何層にも重ねて炉で焼き付けたものが多かった。誘電強度及び部分放電性能を向上させて電気性能基準を満足させるためには、典型的には、層数を増やしてエナメルを厚くする必要がある。しかし、焼成炉を連続して通過するたびにエナメルと導体との間の接着力が低下し、エナメルの厚さを一定以上に構築することは困難である。さらに、エナメル層が増えると、溶媒プリスタ若しくはピーディングが発生し、及び/又は柔軟性が低下する場合がある。

【0004】

近年、押出熱可塑性材料からマグネットワイヤ絶縁体を形成する試みがなされている。熱可塑性絶縁体は、裸の導体又はエナメル絶縁体を有する導体上に押し出される。例えば特許文献1には、ポリフェニレンスルフィド(「PPS」)樹脂をエナメル層の上に押し出したマグネットワイヤが記載されている。別の例として、特許文献2には、ポリエーテルエーテルケトン(「PEEK」)をエナメル層の上に押し出したマグネットワイヤが記載されている。同様に、特許文献3には、PEEK又はポリアリールエーテルケトンのいずれかをエナメル層の上に押し出したマグネットワイヤが記載されている。熱可塑性絶縁体を使用することで、部分放電開始電圧(「PDIV」)、絶縁破壊強度、及びマグネットワイヤ絶縁システムの他の電気特性を増大させることができる。

【0005】

しかし、比較的高性能の熱可塑性樹脂を利用するときには、層間接着を適切に行うために、熱可塑性絶縁体と下部エナメル層との間に接着層が必要となることが多い。さらに、これらの高性能樹脂は高価であり、エナメルのみを利用する従来の絶縁体と比較してマグネットワイヤのコストが上昇する。また、従来の熱可塑性樹脂よりも絶縁性能を高めることができる。それゆえ、改良された絶縁マグネットワイヤ、より詳細には、2つ以上の樹脂又は材料の様々なブレンドから形成される熱可塑性絶縁体を含む改良されたマグネットワイヤの機会が存在する。また、従来のマグネットワイヤと比較して、改良された絶縁破壊、PDIV、カットスルー、熱劣化、同心性及び/又は物理的特性を提供する、ブレンドした熱可塑性絶縁体を有するマグネットワイヤの機会が存在する。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】米国特許第8,586,869号明細書

【文献】米国特許第9,224,523号明細書

【文献】米国特許第9,324,476号明細書

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、本開示の例示的な一実施形態による、少なくとも1つの押出絶縁層を含む例示的なマグネットワイヤの斜視図である。

【図2】図2A-2Dは、本開示の例示的な実施形態による、少なくとも1つの押出絶縁層を含む例示的なマグネットワイヤ構造の断面図である。

【図3】図3は、本開示の例示的な実施形態による、マグネットワイヤ上に押出絶縁体を形成するために利用することができる例示的なシステムの概略図である。

【図4】図4は、本開示の例示的な実施形態による、少なくとも1つの押出絶縁層を含むマグネットワイヤを形成する例示的な方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

添付の図を参照して詳細な説明を記載する。図において、符号の左端の桁は、符号が最初に現れる図を同定する。異なる図で同じ符号を使用している場合は、類似又は同一の事項を示す。しかし、様々な実施形態において、図に例示するもの以外の要素及び/又は構成要素を利用することができる。さらに、図面は、本明細書に記載する例示的な実施形態を例示するために提供されており、本開示の範囲を限定することを意図するものではない。

【0009】

本開示の様々な実施形態は、2つ以上の材料のブレンド又は混合物から形成される熱可塑性絶縁体を含むマグネットワイヤを対象とする。言い換えれば、熱可塑性絶縁層は、少なくとも第1のポリマー材料と、第1のポリマー材料とは異なる第2のポリマー材料と、を含むことができる。特定の実施形態では、導体の周りに熱可塑性絶縁体を直接形成することができる。他の実施形態では、導体の周りに1つ以上のベース絶縁層を形成することができ、ベース絶縁層の周りに熱可塑性絶縁体を形成することができる。例えば、導体の周りにポリマーエナメル絶縁体の1つ以上の層を形成することができ、エナメルの周りに熱可塑性絶縁体を形成することができる。

【0010】

本開示の他の実施形態は、2つ以上の材料のブレンドから形成される熱可塑性絶縁体を含むマグネットワイヤを形成する方法を対象とする。導体と、2つ以上の異なるポリマー材料のブレンドと、を提供することができる。導体の周りにブレンドを押し出すことによって、マグネットワイヤ絶縁システムの少なくとも1つの層を形成することができる。特定の実施形態では、導体の周りにブレンドを直接押し出すことができる。他の実施形態では、ポリマーエナメルの1つ以上の層等、1つ以上のベース絶縁層の周りにブレンドを押し出すことができる。

【0011】

様々な実施形態において所望されるように、多種多様な適切な材料及び/又は材料の組み合わせをポリマーブレンドに組み込むことができる。ブレンドに含めることができる適切な材料の例としては、ポリエーテルエーテルケトン(「PEEK」)、ポリエーテルケトンケトン(「PEKK」)、ポリアリールエーテルケトン(「PAEK」)、ポリエーテルイミド(「PEI」)、ポリフェニルスルホン(「PPSU」)、ポリエーテルスルフィド(「PESU」)、ポリフェニレンスルフィド(「PPS」)、ポリベンゾイミダゾール(「PBI」)、ポリカーボネート、1つ以上のポリエステル(例えばポリエチレンテレフタレート(「PET」)等)、1つ以上のコポリエステル、ポリアミド及び/又は熱可塑性ポリイミド(「TPI」)が挙げられるが、これらに限定されない。さらに、

2つ以上のポリマー材料を任意の適切なブレンド速度又は比率で一緒にブレンド又は混合することができる。例えば、各ポリマー材料は、ポリマーブレンドの約1.0重量%～約99.0重量%を構成することができる。特定の実施形態では、各ポリマー材料は、ブレンドの5.0重量%～95.0重量%を構成することができる。他の実施形態では、各ポリマー材料は、ブレンドの10.0重量%～90.0重量%を構成することができる。ポリマー材料及びブレンドに組み込まれる材料の相対量は、材料のコスト、加工特性、所望の絶縁破壊、所望の部分放電開始電圧（「PDIV」）、所望のカットスルー、所望の熱劣化特性、所望の温度定格等を含むがこれらに限定されない多種多様な適切な要因に基づいて選択することができる。利用可能なくつかの例示的なブレンドを本明細書においてより詳細に説明する。

10

【0012】

様々な実施形態において所望されるように、1つ以上の添加剤をポリマーブレンドに組み込むことができる。例えば、特定の実施形態では、ポリマーブレンドの安定性を高めるために、1つ以上の相溶化剤をポリマーブレンドに添加することができる。他の実施形態では、いかなる相溶化剤も使用せずに安定したポリマーブレンドを形成することができる。別の例として、1つ以上の適切な充填材料をブレンドに添加することができる。適切な充填材料の例としては、金属、遷移金属、ランタノイド、アクチノイド、金属酸化物、及び/若しくはアルミニウム、スズ、ホウ素、ゲルマニウム、ガリウム、鉛、ケイ素、チタン、クロム、亜鉛、イットリウム、バナジウム、ジルコニウム、ニッケル等の適切な材料の水和酸化物等の無機材料、ポリアニリン、ポリアセチレン、ポリフェニレン、ポリピロール、その他の導電性粒子等の適切な有機材料、並びに/又は材料の任意の適切な組み合わせが挙げられるが、これらに限定されない。特定の実施形態では、充填材料は、耐コロナ性及び/又は1つ以上の熱特性（例えば、耐温度性、耐カットスルー性、熱衝撃性等）を向上させることができる。充填材料の粒子は、任意の適切な寸法を有することができる。充填材料とポリマー材料の任意の適切なブレンド比を利用することができる。

20

【0013】

ポリマーブレンドから押出絶縁体を形成することにより、PEEK等の特定の高性能熱可塑性ポリマーを利用する従来のマグネットワイヤと比較して、マグネットワイヤのコストを低減することができる。例えば、ポリマーブレンドは、PEEKと同様の性能（例えば、PDIV、絶縁破壊、温度定格等）を提供する一方で、全体的な材料コストはより低い。特定のポリマーブレンドは、PEEK等の従来の熱可塑性ポリマーと比較して、電気的性能（例えば、絶縁破壊、PDIV等）、温度性能及び/又は機械的性能を改善することができる。さらに、ポリマーブレンドを使用することで、押出熱可塑性絶縁体と下部層との間の接着剤又は促進剤の必要性を低減又は排除することができる。特定の場合には、ポリマーブレンドの加工時間をより速くすることができる。

30

【0014】

ここで本開示の実施形態を、本開示の特定の実施形態を示す添付の図面を参照して以下により十分に説明する。しかし、本発明は多くの異なる形態で具現化することができ、本明細書に記載する実施形態に限定されるものと解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示が徹底的かつ完全であり、本発明の範囲を当業者に十分に伝えるように提供される。同じ符号は全体を通して同じ要素を指す。

40

【0015】

図1を参照すると、本開示の一実施形態による、押出絶縁体を含む例示的なマグネットワイヤ100の斜視図が示されている。マグネットワイヤ100は、中心導体105と、中心導体105の周りに形成される任意のベース絶縁体110と、導体105及び任意のベース絶縁体110の周りに形成される押出絶縁体115と、を含むことができる。所望に応じ、ベース絶縁体110は、図1に示す3つの副層120A-Cのような任意の数の副層を含むことができる。

【0016】

図2A～図2Dは、本開示の例示的な実施形態による、少なくとも1つの押出絶縁層を

50

含む例示的なマグネットワイヤ構造 200、220、250、270 の断面図である。図 2A は、導体 205 の周りに押出絶縁体 210 が形成されている丸形又は円形の断面形状を有する例示的なマグネットワイヤ 200 を示す。図 2B は、丸形の断面形状を有する別の例示的なマグネットワイヤ 220 を示す。ただし、図 2B のマグネットワイヤ 220 は、導体 225 と、導体 225 の周りに形成されるベース絶縁体 230 と、ベース絶縁体 230 の周りに形成される押出絶縁体 235 と、を含む。図 2C は、導体 255 の周りに押出絶縁体 260 が形成されている長方形の断面形状を有する例示的なマグネットワイヤ 250 を示す。図 2D は、長方形の断面形状を有する別の例示的なマグネットワイヤ 270 を示す。ただし、図 2D のマグネットワイヤ 270 は、図 1 のマグネットワイヤ 100 と同様に、導体 275 と、導体 275 の周りに形成されるベース絶縁体 280 と、ベース絶縁体 280 の周りに形成される押出絶縁体 285 と、を含む。

10

【0017】

図 1 のマグネットワイヤ 100 の層又は構成要素の各々について、ここでより詳細に説明する。図 2A ~ 図 2D の例示的なマグネットワイヤ 200、220、250、270 は、図 1 を参照して説明したものと同様の層又は構成要素を含むことができる。実際、様々な実施形態において所望されるように、マグネットワイヤは、絶縁体がポリマー材料のブレンドから形成される押出絶縁層を含むことを条件として、多種多様な適切な断面形状及び絶縁構成で形成することができる。図 1 ~ 図 2D に示す例示的な構造は、非限定的な例としてのみ提供される。

【0018】

最初に導体 105 に目を向けると、導体 105 は、多種多様な適切な材料及び / 又は材料の組合せから形成することができる。例えば、導体 105 は、銅、アルミニウム、軟銅、無酸素銅、銀メッキ銅、ニッケルメッキ銅、銅クラッドアルミニウム（「CCA」）、銀、金、導電合金、パイメタル、カーボンナノチューブ、又は任意の他の適切な導電性材料から形成することができる。さらに、導体 105 は、任意の適切な寸法及び / 又は断面形状で形成することができる。図示のように、導体 105 は、長方形の断面形状を有することができる。図 2A 及び図 2B に示すような他の実施形態では、導体 105 は、円形又は丸形の断面形状を有することができる。さらに他の実施形態では、導体は、正方形の形状、楕円形若しくは卵形の形状、又は任意の他の適切な断面形状で形成することができる。さらに、図示の長方形形状のような特定の断面形状に対して所望されるように、導体は、丸みを帯びた、鋭い、滑らかな、湾曲した、角度のついた、切り落とされた、又は他の形に形成された角部を有することができる。

20

30

【0019】

また、導体 105 は、任意の適切なゲージ、直径、高さ、幅、断面積等のような任意の適切な寸法で形成することができる。1つの非限定的な実施例として、長方形導体 105 の長辺を約 0.020 インチ (508 μm) から約 0.750 インチ (19050 μm) の間とすることができ、短辺を約 0.020 インチ (508 μm) から約 0.400 インチ (10160 μm) の間とすることができる。例示的な正方形導体の辺を、約 0.020 インチ (508 μm) から約 0.500 インチ (12700 μm) の間とすることができる。例示的な丸形導体の直径を、約 0.010 インチ (254 μm) から約 0.500 インチ (12700 μm) の間とすることができる。所望に応じて、他の適切な寸法を利用することができる。

40

【0020】

多種多様な適切な方法及び / 又は技術を利用して、導体 105 を形成、製造又は他の方法で提供することができる。特定の実施形態では、投入材料の大きさを所望の寸法に縮小するために、1つ以上の金型 (die) で投入材料 (例えばより大きな導体等) を引き出すことによって導体 105 を形成することができる。所望に応じて、1つ以上の平坦化装置及び / 又はローラーを使用して、任意の金型を通して投入材料を引き出す前及び / 又は後に投入材料の断面形状を修正することができる。特定の実施形態では、絶縁システムの一部又は全部の適用と並行して導体 105 を形成することができる。言い換えれば、導

50

体形成と絶縁材料の塗布とを並行して行うことができる。他の実施形態では、所望の寸法を有する導体 105 を予め形成するか、又は外部ソースから得ることができる。次いで、導体 105 上に絶縁材料を塗布するか、又は他の方法で形成することができる。

【0021】

特定の実施形態では、押出絶縁体 115 を塗布する前に、導体 105 上にベース絶縁体 110 を形成することができる。言い換えれば、ベース絶縁体 110 を第 1 の絶縁体として形成することができ、押出絶縁体 115 をベース絶縁体 110 の上の第 2 の絶縁体として形成することができる。多種多様な適切な材料を利用して、所望に応じてベース絶縁体 110 を形成することができる。例えばベース絶縁体 110 は、ポリマーエナメル、1 つ以上の層、1 つ以上の半導電層、及び/又は 1 つ以上のテープ若しくはラップ層を含むことができる。特定の実施形態では、ベース絶縁体 110 を導体 105 上に、例えば導体 105 の外周の周りに直接形成することができる。さらに、所望に応じて、ベース絶縁体 110 は、絶縁材料の単層又は副層 120 A - C のような絶縁材料の複数の層を含むことができる。

10

【0022】

ベース絶縁体 110 が複数の副層で形成される場合、任意の数の副層を利用することができる。特定の実施形態では、副層を同じ物質又は材料から形成することができる。例えば、副層を複数のエナメル層として形成することができ、各エナメル層を同じポリマー材料から形成することができる。他の実施形態では、副層のうち少なくとも 2 つを異なる材料から形成することができる。例えば、異なるエナメル層を異なるポリマー材料から形成することができる。別の例として、1 つ以上の副層をエナメルから形成することができ、一方で別の副層を適切なテープ又はラップから形成することができる。

20

【0023】

特定の実施形態では、ベース絶縁体 110 は、エナメルの 1 つ以上の層を含むことができる。エナメル層は、典型的にはポリマーワニス、導体 105 に塗布し、次いで導体 105 を適切なエナメルオープン又は炉内で焼成することによって形成される。ポリマーワニスは、典型的には 1 つ以上の溶媒に懸濁した熱硬化性ポリマー固体材料を含む。ワニスの塗布後、焼成又は硬化により溶媒が除去され、それによって固体ポリマーエナメル層が残る。所望に応じて、エナメルの多層を導体 105 に塗布することができる。例えばエナメルの第 1 の層を塗布し、導体 105 をエナメルオープン又は他の適切な硬化装置に通過させることができる。次いでエナメルの第 2 の層を塗布し、導体 105 を硬化装置（又は別の硬化装置）に別の経路で通過させることができる。この工程は、所望の数のエナメルコートが塗布されるまで、及び/又は所望のエナメル厚さ若しくは構築物を達成するまで繰り返すことができる。所望に応じて、エナメルオープンは、ワイヤ 100 がオープンを複数回通過するのを容易にするように構成することができる。エナメルオープンに加えて又はエナメルオープンの代わりに利用できる他の硬化装置としては、赤外線システム、紫外線システム及び/又は電子ビームシステムが挙げられるが、これらに限定されない。

30

【0024】

様々な実施形態において、任意の数のエナメル層を形成することができる。さらに、エナメルの各層及び/又は全エナメル構築物は、約 0.0002、0.0005、0.007、0.001、0.002、0.003、0.004、0.005、0.006、0.007、0.008、0.009、0.010、0.012、0.015、0.017 若しくは 0.020 インチの厚さ、上記値のうち任意の 2 つの値の間の範囲に含まれる厚さ、又は上記値のうち 1 つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲に含まれる厚さ等、任意の所望の厚さとすることができる。

40

【0025】

多種多様な異なるタイプのポリマー材料を利用して、所望に応じてエナメル層を形成することができる。適切な材料の例としては、ポリイミド、ポリアミドイミド、アミドイミド、ポリエステル、ポリエステルイミド、ポリスルホン、ポリフェニレンスルホン、ポリスルフィド、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルイミド、ポリアミド、ポリケトン

50

等が挙げられるが、これらに限定されない。特定の実施形態では、ベース絶縁体 110 は、ポリイミド（「PI」）及び／又はポリアミドイミド（「PAI」）エナメルを含むことができる。例えば、PI の 1 つ以上の層をベース絶縁体 110 として形成することができ、PAI の 1 つ以上の層をベース絶縁体 110 として形成することができ、又は PI 及び PAI 層の組み合わせをベース絶縁体 110 として形成することができる。

【0026】

所望に応じて、1 つ以上の適切な充填材料をエナメル層に組み込むことができる。適切な充填材料の例としては、金属、遷移金属、ランタノイド、アクチノイド、金属酸化物、及び／若しくはアルミニウム、スズ、ホウ素、ゲルマニウム、ガリウム、鉛、ケイ素、チタン、クロム、亜鉛、イットリウム、バナジウム、ジルコニウム、ニッケル等の適切な材料の水和酸化物等の無機材料、ポリアニリン、ポリアセチレン、ポリフェニレン、ポリピロール、その他の導電性粒子等の適切な有機材料、並びに／又は材料の任意の適切な組み合わせが挙げられるが、これらに限定されない。特定の実施形態では、充填材料は、エナメル層の耐コロナ性及び／又は 1 つ以上の熱特性（例えば、耐温度性、耐カットスルー性、熱衝撃性等）を向上させることができる。充填材料の粒子は、任意の適切な直径等の任意の適切な寸法を有することができる。さらに、エナメル層の充填材料とポリマー材料の任意の適切なブレンド又は混合比率を利用することができる。

10

【0027】

所望に応じて、エナメルに加えて又はエナメルの代わりに他のタイプのベース絶縁体 110 を利用することができる。特定の実施形態では、ベース絶縁体 110 は、導体 105 及び／又は任意の下部層の周りに巻き付けられるポリマーテープ等の、1 つ以上の適切なラップ又はテープを含むことができる。他の実施形態では、ベース絶縁体 110 は、押出材料の 1 つ以上の層を含むことができる。例えば、ベース絶縁体 110 は、2 つ以上のポリマー材料のブレンドから形成されていない押出材料の 1 つ以上の層を含むことができる。次いで、下部押出層の上にポリマーブレンドから押出絶縁体 115 を形成することができる。別の例として、ベース絶縁体 110 は、2 つ以上の材料を含有する第 1 のポリマーブレンドから形成される 1 つ以上の層を含むことができる。次いで、第 1 のブレンドの材料とは異なる 2 つ以上の材料を含有する第 2 のポリマーブレンドから押出絶縁体 115 を形成することができる。ベース押出絶縁体を形成するために利用される材料は、押出絶縁体 115 について後述するものと同様であり得る。さらに、ブレンドを使用してベース絶縁体を形成する場合、ブレンドは押出絶縁体 115 について論じたのと同様の方法で形成することができる。

20

30

【0028】

さらに他の実施形態では、ベース絶縁体 110 は、材料の 1 つ以上の半導電層を含むことができる。半導電層の導電率は、導体 105 と絶縁体との間とすることができる。多種多様な適切な材料及び／又は材料の組み合わせから半導電層を形成することができる。例えば 1 つ以上の適切な半導電性エナメル、押出半導電性材料、半導電性テープ及び／又は半導電性ラップを利用することができる。特定の実施形態では、1 つ以上の適切な充填材料と 1 つ以上の基材とを組み合わせる材料から半導電層を形成することができる。例えば、半導電性及び／又は導電性充填材料（例えば上記で論じた充填材料のいずれか等）と 1 つ以上の適切な基材とを組み合わせることができる。充填材料と基材の任意の適切なブレンド又は混合比率を利用することができる。例えば、半導電層は約 3 重量パーセント～約 20 重量パーセントの充填材料を含むことができるが、他の濃度（例えば、約 5 パーセント～約 50 パーセント、約 7 パーセント～約 40 パーセント等）を使用することもできる。さらに、半導電層は、任意の適切な厚さを有することができる。

40

【0029】

1 つ以上の半導電層をマグネットワイヤ 100 に組み込むことにより、不均一な電界、磁界及び／又は電磁界（以下、総称して電界と呼ぶ）を均等化又は「平滑化」することができる。例えば、バー（すなわち山）、くぼみ（すなわち谷）、導電性材料の薄片、異物等のような、マグネットワイヤ導体 105 の表面における欠陥又は不連続性が局所的な不

50

均一電界の原因となる場合がある。これらの不均一電界は、マグネットワイヤ100を通電するとき絶縁体に電氣的ストレスを与える場合がある。続いて、電界の局所的な勾配は、絶縁体の完全性を早期に劣化させる場合があり、さらに、部分的に放電が開始されてその後発展する場合があり、最終的には絶縁体を完全に破壊する場合がある。1つ以上の半導電層を追加することは不均一電界を均等化又は「平滑化」するのに役立ち、それによって絶縁体における局所応力を低減することができる。言い換えれば、1つ以上の半導電層は、絶縁体における電圧ストレスの均等化、並びにノ又は導体105若しくはその近傍及びノ若しくはマグネットワイヤ100の表面若しくはその近傍でのコロナ放電の消散を助けることができる。緩衝及びノ又は平滑化効果は、半導電層に最も近接して配置される絶縁材料及びノ又は絶縁層（例えば、半導電層が導体105上に向けて形成されている場合、最も内側の絶縁層）で相対的に高くなる可能性がある。緩衝又は平滑化により、マグネットワイヤ100の電氣的性能を改善することができる。例えば、マグネットワイヤ100の絶縁破壊電圧及びノ又は部分放電開始電圧（「PDIV」）を改善することができる。別の例として、1つ以上の半導電層が高勾配の局所電界の発生源を「中和」し、続いて絶縁体の劣化工程を遅らせ、マグネットワイヤ100の寿命を延ばすことができるため、絶縁体の長期性能を向上させることができる。

10

【0030】

引き続き図1を参照すると、導体105の周りに押出絶縁体115を形成することができる。図2A及び図2Dに示す実施形態のような特定の実施形態では、押出絶縁体115は、絶縁層を介在させずに導体105の周りに直接形成することができる。図1、図2B及び図2Dに示す実施形態等の他の実施形態では、押出絶縁体115をベース絶縁体110（例えばポリマーエナメル等）の上に形成することができる。本開示の一態様によれば、押出絶縁体115は、2つ以上の材料のブレンド又は混合物を含む熱可塑性絶縁体の1つ以上の層で形成することができる。言い換えれば、押出熱可塑性絶縁体115は、少なくとも第1のポリマー材料と、第1のポリマー材料とは異なる第2のポリマー材料と、を含むことができる。

20

【0031】

押出絶縁体115を形成するために利用されるポリマーブレンドには、多種多様な適切な材料及びノ又は材料の組み合わせを組み込むことができる。ポリマーブレンドに含めることができる適切な材料の例としては、ポリエーテルエーテルケトン（「PEEK」）、ポリエーテルケトンケトン（「PEKK」）、ポリエーテルエーテルケトンケトン（「PEEKK」）、ポリエーテルケトン（「PEK」）、ポリアリアルエーテルケトン（「PAEK」）、少なくとも1つのケトン基を含む他の適切なポリマー、Sabic Global Technologies社が販売するUltem（登録商標）等のポリエーテルイミド（「PEI」）、Solvay Specialty Polymers USA社が販売するRadel（登録商標）等のポリフェニルスルホン（「PPSU」）、ポリエーテルスルホン（「PESU」）、ポリフェニレンスルフィド（「PPSU」）、ポリベンゾイミダゾール（「PBI」）、ポリカーボネート、1つ以上のポリエステル（例えばポリエチレンテレフタレート（「PET」）等）、1つ以上のコポリエステル、ポリアミド及びノ又は熱可塑性ポリイミド（「TPI」）が挙げられるが、これらに限定されない。

30

40

【0032】

特定の実施形態では、ブレンドに含まれる第1のポリマー材料は、ポリエーテルエーテルケトン、ポリアリアルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、ポリフェニルスルホン、ポリフェニレンスルフィド若しくはポリベンゾイミダゾールの1つとすることができ、又はそれらを含むことができる。ブレンドに含まれる第2のポリマー材料は、ポリフェニルスルホン、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、ポリフェニレンスルフィド、ポリカーボネート若しくはポリエステルのうちの1つとすることができ、又はそれらを含むことができる。他の実施形態では、ポリマーブレンドは、ポリエーテルエーテルケトン、ポリアリアルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、ポリフェニルスルホン

50

、ポリフェニレンスルフィド、ポリベンゾイミダゾール、ポリエーテルスルホン、ポリカーボネート及びポリエステルからなる群から選択される少なくとも2つの材料を含むことができる。

【0033】

さらに、2つ以上のポリマー材料を、ポリマーブレンド内の任意の適切なブレンド速度又は比率と一緒にブレンド又は混合することができる。例えば、各ポリマー材料は、ポリマーブレンドの約1.0重量%～約99重量%を構成することができる。特定の実施形態では、ブレンドに組み込まれる各ポリマー材料（例えば、第1のポリマー材料、第2のポリマー材料等）は、ブレンドの約5、10、15、20、25、30、40、45、50、60、70、75、80、90若しくは95重量%、上記値のうち任意の2つの間の範囲に含まれる重量パーセント（例えば、約5～95%、約10～90%等）、又は上記値のうち1つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲に含まれる重量パーセント（例えば、少なくとも5%、少なくとも10%、95%以下、90%以下等）を構成することができる。

10

【0034】

ブレンドに組み込まれるポリマー材料及び材料の相対量は、材料のコスト、加工特性、所望の絶縁破壊、所望の部分放電開始電圧（「PDIV」）、所望のカットスルー、所望の熱劣化特性、所望の温度定格、所望の結晶化度等を含むがこれらに限定されない多種多様な適切な要因に基づいて選択することができる。利用可能ないくつかの例示的なブレンドを以下でより詳細に説明する。さらに特定の実施形態では、ブレンドは、半結晶性材料（例えば、PEEK、PPS等）である第1のポリマー材料と、非晶質材料（例えばPPSU等）である第2のポリマー材料と、を含むことができる。半結晶性材料と非晶質材料とを組み合わせることは、ブレンドの所望の結晶化度を達成することができる1つの方法である。特定の実施形態では、ブレンドを少なくとも約25%の結晶化度、少なくとも約30%の結晶化度等の任意の適切な結晶化度で形成することができる。さらに特定の実施形態では、ポリマーブレンドを使用することで、特定の高価な単一ポリマー材料と比較して、ブレンドのガラス転移温度を上昇させることができる。

20

【0035】

特定の実施形態では、ポリマーブレンドは、PESU及びPPSUの組み合わせを含むことができる。例えばポリマーブレンドは、約90重量%のPESU及び約10重量%のPPSUを含むことができる。別の例として、ポリマーブレンドは、約70重量%のPESU及び約30重量%のPPSUを含むことができる。さらに別の例として、ポリマーブレンドは、約50重量%のPESU及び約50重量%のPPSUを含むことができる。他の実施形態では、ポリマーブレンドは、約5、10、20、25、30、40、50、60、70、80、90若しくは95重量%のPESU、上記値のうち任意の2つの間の範囲（例えば、5～95%、10～90%等）に含まれるPESUの量、又は上記値のうち1つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲（例えば、少なくとも5%、少なくとも10%等）に含まれるPESUの量を含むことができる。さらに、ポリマーブレンドは、約5、10、20、25、30、40、50、60、70、80、90若しくは95重量%のPPSU、上記値のうち任意の2つの間の範囲（例えば、5～95%、10～90%等）に含まれるPPSUの量、又は上記値のうち1つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲（例えば、少なくとも5%、少なくとも10%等）に含まれるPPSUの量を含むことができる。実際、PESUとPPSUの多種多様な適切なブレンド比を所望に応じて利用することができる。

30

40

【0036】

他の実施形態では、ポリマーブレンドは、PEI及びPEEKの組み合わせを含むことができる。例えばポリマーブレンドは、約90重量%のPEI及び約10重量%のPEEKを含むことができる。別の例として、ポリマーブレンドは、約70重量%のPEI及び約30重量%のPEEKを含むことができる。さらに別の例として、ポリマーブレンドは、約50重量%のPEI及び約50重量%のPEEKを含むことができる。他の実施形態

50

では、ポリマーブレンドは、約 5、10、20、25、30、40、50、60、70、80、90 若しくは 95 重量%の PEI、上記値のうち任意の 2 つの間の範囲（5～95%、10～90%等）に含まれる PEI の量、又は上記値のうち 1 つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲（少なくとも 5%、少なくとも 10%等）に含まれる PEI の量を含むことができる。さらに、ポリマーブレンドは、約 5、10、20、25、30、40、50、60、70、80、90 若しくは 95 重量%の PEEK、上記値のうち任意の 2 つの間の範囲（例えば、5～95%、10～90%等）に含まれる PEEK の量、又は上記値のうち 1 つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲（例えば、少なくとも 5%、少なくとも 10%等）に含まれる PEEK の量を含むことができる。実際、PEI と PEEK の多種多様な適切なブレンド比を所望に応じて利用することができる。

10

【0037】

他の実施形態では、ポリマーブレンドは、PPSU 及び PEI の組み合わせを含むことができる。例えばポリマーブレンドは、約 90 重量%の PPSU 及び約 10 重量%の PEI を含むことができる。別の例として、ポリマーブレンドは、約 70 重量%の PPSU 及び約 30 重量%の PEI を含むことができる。さらに別の例として、ポリマーブレンドは、約 50 重量%の PPSU 及び約 50 重量%の PEI を含むことができる。他の実施形態では、ポリマーブレンドは、約 5、10、20、25、30、40、50、60、70、80、90 若しくは 95 重量%の PPSU、上記値のうち任意の 2 つの間の範囲（例えば、5～95%、10～90%等）に含まれる PPSU の量、又は上記値のうち 1 つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲（少なくとも 5%、少なくとも 10%等）に含まれる PPSU の量を含むことができる。さらに、ポリマーブレンドは、約 5、10、20、25、30、40、50、60、70、80、90 若しくは 95 重量%の PEI、上記値のうち任意の 2 つの間の範囲（例えば、5～95%、10～90%等）に含まれる PEI の量、又は上記値のうち 1 つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲（例えば、少なくとも 5%、少なくとも 10%等）に含まれる PEI の量を含むことができる。実際、PPSU と PEI の多種多様な適切なブレンド比を所望に応じて利用することができる。

20

【0038】

他の実施形態では、ポリマーブレンドは、PPSU 及び PEEK の組み合わせを含むことができる。例えばポリマーブレンドは、約 90 重量%の PPSU 及び約 10 重量%の PEEK を含むことができる。別の例として、ポリマーブレンドは、約 70 重量%の PPSU 及び約 30 重量%の PEEK を含むことができる。さらに別の例として、ポリマーブレンドは、約 50 重量%の PPSU 及び約 50 重量%の PEEK を含むことができる。他の実施形態では、ポリマーブレンドは、約 5、10、20、25、30、40、50、60、70、80、90 若しくは 95 重量%の PPSU、上記値のうち任意の 2 つの間の範囲（例えば、5～95%、10～90%等）に含まれる PPSU の量、又は上記値のうち 1 つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲（例えば、少なくとも 5%、少なくとも 10%等）に含まれる PPSU の量を含むことができる。さらに、ポリマーブレンドは、約 5、10、20、25、30、40、50、60、70、80、90 若しくは 95 重量%の PEEK、上記値のうち任意の 2 つの間の範囲（例えば、5～95%、10～90%等）に含まれる PEEK の量、又は上記値のうち 1 つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲（例えば、少なくとも 5%、少なくとも 10%等）に含まれる PEEK の量を含むことができる。実際、PPSU と PEEK の多種多様な適切なブレンド比を所望に応じて利用することができる。

30

40

【0039】

熱可塑性材料及び/又は他のポリマー材料の多種多様な他の適切な組み合わせを利用して、ポリマーブレンドを形成することができる。上記で論じたポリマーブレンドは、非限定的な例としてのみ提供されている。他のブレンドは、ポリマー材料の他の組み合わせ及びブレンド比を含むことができる。例えばブレンドは、本明細書に記載されたポリマー材

50

料の任意の組み合わせを、記載された比率及び/又は重量パーセントのいずれかで含むことができる。例えばポリカーボネートとポリエステルとを組み合わせることによって、比較的 low コストのポリマーブレンドを形成することができる。

【0040】

さらに、上記で論じたブレンドは2つのポリマー材料の混合物を記載しているが、他のポリマーブレンドは任意の適切なブレンド比で組み合わせられる3つ以上のポリマー材料を含むことができる。本明細書中で議論される材料のいずれも、トリプルポリマーブレンド又は4つ以上のポリマー成分とのブレンドに利用することができる。様々な実施形態で利用することができるいくつかの例示的なトリプルブレンドとしては、PEEK、PPSU及びPESUのブレンド、PEEK、PPSU及びPPSのブレンド、PAEK、PESU及びPPSUのブレンド、PAEK、PESU及びPPSのブレンド、PEEK、PEI及びPPSのブレンド、PEEK、PEI及びPESUのブレンド、並びにPEEK、PEI及びPPSのブレンドが挙げられるが、これらに限定されない。これらのブレンドには任意の適切なブレンド比を利用することができる。例えば各材料がブレンドの5~90重量%を構成するように、又は各材料がブレンドの10~80重量%を構成するようにポリマー材料を組み合わせることができる。例えば各ポリマー材料は、ブレンドの約5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85若しくは90重量%、上記値のうち任意の2つの間の範囲に含まれる重量パーセント、又は上記値のうち1つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲に含まれる重量パーセントを構成することができる。

【0041】

特定の実施形態では、相溶化剤を添加又は使用しないでポリマーブレンドを形成することができる。特定のポリマーブレンドは、相溶化剤がなくても安定したままであり、部分的に混和性があり、ポリマー材料の物理的特性に影響を与えない。対照的に、従来の教示では相溶化剤が望ましいとされてきた。他の実施形態では、ポリマーブレンドの安定性を高めるために、1つ以上の相溶化剤を添加物としてポリマーブレンドに添加することができる。適切な相溶化剤の例としては、シラン、チタン酸塩、ジルコン酸塩、ポリエーテルイミド、エポキシレゾールノボラック樹脂、金属炭酸塩（例えば、炭酸カリウム、炭酸セシウム、炭酸リチウム等）、過酸化マグネシウム、硫黄及び/又は無水マレイン酸が挙げられるが、これらに限定されない。1つ以上の相溶化剤を任意の適切な比率又は重量パーセントで添加することができる。例えば、1つ以上の相溶化剤は、ポリマーブレンドの約0.1重量%~約30重量%を構成することができる。様々な実施形態において、1つ以上の相溶化剤は、ポリマーブレンドの約0.1、0.2、0.25、0.3、0.4、0.5、0.75、1.0、2.0、2.5、5.0、7.5、10.0、12.5、15.0、17.5、20.0、22.5、25.0、27.5若しくは30.0重量%、上記値のうち任意の2つの値の間の範囲に含まれる重量パーセント、又は上記値のうち1つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲に含まれる重量パーセントを構成することができる。

【0042】

本開示の様々な実施形態において所望されるように、多種多様な他の適切な充填材料をポリマーブレンドに添加することができる。適切な充填材料の例としては、金属、遷移金属、ランタノイド、アクチノイド、金属酸化物、及び/若しくはアルミニウム、スズ、ホウ素、ゲルマニウム、ガリウム、鉛、ケイ素、チタン、クロム、亜鉛、イットリウム、バナジウム、ジルコニウム、ニッケル等の適切な材料の水和酸化物（例えば、二酸化チタン、窒化ホウ素、二酸化ケイ素等）等の無機材料、ポリアニリン、ポリアセチレン、ポリフェニレン、ポリピロール、その他の導電性粒子等の適切な有機材料、並びに/又は材料の任意の適切な組み合わせが挙げられるが、これらに限定されない。特定の実施形態では、充填材料は、耐コロナ性及び/又は1つ以上の熱特性（例えば、耐温度性、耐カットスルー性、熱衝撃性等）を向上させることができる。充填材料の粒子は、任意の適切な直径等の任意の適切な寸法を有することができる。特定の実施形態では、充填材料はナノ粒子を

10

20

30

40

50

含むことができる。さらに、充填材料とポリマー材料の任意の適切なブレンド又は混合比を利用することができる。

【0043】

押出工程によって、約100%の固体材料から絶縁層を形成することができる。言い換えれば、押出絶縁体115は、いずれの溶媒も含まないか、又は実質的に含まなくてよい。その結果、溶媒を蒸発させる必要がないため、押出絶縁体115の塗布はエナメル塗布よりもエネルギー消費量が少ない可能性がある。特定の実施形態では、押出絶縁体115を単層として形成することができる。言い換えれば、押出絶縁体115の形成中に、単一のポリマー押出ステップを実行することができる。他の実施形態では、押出絶縁体115を複数の押出ステップを介して形成することができる。言い換えれば、押出絶縁体115を複数の副層から形成することができる。押出絶縁体115が副層を含む場合、副層を同じ材料から形成することができ、又は代替的に、少なくとも2つの層を異なる材料から形成することができる。例えば、第1の押出層は第1のポリマー材料又はポリマーブレンドを含むことができ、一方で第2の押出層は第2のポリマー材料又はポリマーブレンドを含む。実際、多種多様な異なる材料及び/又は材料の組み合わせを利用して押出絶縁層を形成することができる。

10

【0044】

所望に応じて、任意の適切な厚さで押出絶縁体115を形成することができる。例えば、押出絶縁体は、約0.001インチ(25µm)から約0.024インチ(610µm)の間の厚さで形成することができる。様々な実施態様において、押出絶縁体は、約0.001インチ(25µm)、0.002インチ(51µm)、0.003インチ(76µm)、0.004インチ(102µm)、0.005インチ(127µm)、0.006インチ(152µm)、0.007インチ(178µm)、0.008インチ(203µm)、0.009インチ(229µm)、0.010インチ(254µm)、0.012インチ(305µm)、0.015インチ(381µm)、0.017インチ(432µm)、0.020インチ(508µm)、0.022インチ(559µm)若しくは0.024インチ(610µm)の厚さ、上記値のうち任意の2つの間に含まれる厚さ(例えば、0.003インチから0.010インチの間の厚さ)、又は上記値のうち1つによる最小端若しくは最大端のいずれかで囲まれる範囲に含まれる厚さ(例えば、約0.02インチ以下の厚さ等)を有することができる。これらの例示的な厚さにより、押出絶縁体115を十分に薄くして、得られるマグネットワイヤ100を比較的緊密にパッキングすることができる。さらに特定の実施形態では、押出絶縁体115は、下部導体105及び/又はベース絶縁体110の断面形状に類似した断面形状を有するように形成することができる。例えば導体105が長方形の断面形状を有する場合、押出絶縁体115は、長方形の断面形状を有するように形成することができる。他の実施形態では、押出絶縁体115は、下部導体105(及び/又は下部ベース絶縁体110)の断面形状とは異なる断面形状で形成することができる。非限定的な一例として、導体105を長方形の断面形状で形成する一方で、押出層115を楕円の断面形状で形成することができる。多種多様な他の適切な構成が理解されるだろう。

20

30

【0045】

特定の実施形態では、押出絶縁体115がマグネットワイヤ100の長手方向の長さに沿って比較的均一な厚さを有するように、押出工程を制御することができる。言い換えれば、押出絶縁体115は、ほぼ1.0に近い同心度で形成することができる。押出絶縁体115の同心度は、押出絶縁体115の厚さと、マグネットワイヤ100の長手方向長さに沿った任意の所与の断面点における押出絶縁体115の薄さとの比である。特定の実施形態では、押出絶縁体115は、約1.0と1.8との間の同心度で形成することができる。例えば、押出絶縁体115は、約1.05、1.1、1.15、1.2、1.25、1.3、1.35、1.4、1.45、1.5、1.6、1.7、1.75、1.8の同心度、上記値のうち任意の2つの間の同心度、又は上記値のうち1つによる最大端で囲まれる同心度(例えば、約1.1以下の同心度、約1.3以下の同心度等)で形成するこ

40

50

とができる。

【0046】

また、押出絶縁体115と同様に、1つ以上の他の絶縁層（例えばベース絶縁体110の層等）の塗布を制御して、所望の同心度に行うことができる。例えば、任意の絶縁層は、約1.0と1.8との間の同心度を有することができる。特定の形態では、絶縁層は、押出絶縁体115について上記で論じた例示的な同心度のいずれかと類似する同心度を有することができる。さらに、マグネットワイヤの周りに形成される結合絶縁層は、押出絶縁体115を参照して上記で論じた例示的な同心度のいずれかのような、任意の所望の全体的な同心度を有することができる。

【0047】

特定の形態では、押出絶縁体115を導体105又は下部ベース絶縁体110上に直接形成することができる。言い換えれば、押出絶縁体115は、結合剤、接着促進剤又は接着層を使用せずに下部層上に形成することができる。例えば、押出絶縁体115は、従来のブレンドされていない単一材料と比較して接着性が改善されているポリマー材料のブレンドから形成することができる。別の例として、押出絶縁体115を塗布する前にマグネットワイヤ100の温度を制御して、接着層の必要性を排除することができる。その結果、別個の接着剤を使用することなく、押出絶縁体115を下部層に結合することができる。他の形態では、1つ以上の適切な結合剤、接着促進剤又は接着層を押出絶縁体115と下部層との間に組み込むことができる。多種多様な適切な接着促進剤を所望に応じて利用することができる。

【0048】

他の形態では、導体105及び/又は任意の数のベース絶縁体110の層上に1つ以上の適切な表面改質処理を施して、その後形成される層との接着を促進することができる。その後形成される絶縁層（例えば、後に形成されるエナメル層、押出層等）との接着を促進するために、例えば導体、エナメル又は他の層の表面を適切な処理によって改質することができる。適切な表面改質処理の例としては、プラズマ処理、紫外線（「UV」）処理、コロナ放電処理及び/又はガス火炎処理が挙げられるが、これらに限定されない。表面処理により、導体若しくは絶縁層のトポグラフィを変え、及び/又は、導体若しくは絶縁層の表面上に、その後形成される絶縁層の結合を強化若しくは促進する官能基を形成することができる。その結果、表面処理は層間剥離を低減することができる。

【0049】

ポリマーブレンドから押出絶縁体115を形成することにより、PEEK等の特定の高性能熱可塑性ポリマーを排他的に利用する従来のマグネットワイヤと比較して、マグネットワイヤ105のコストを低減することができる。例えば、ポリマーブレンドはPEEK又はPPSUと同様の性能（例えば、PDIV、絶縁破壊、温度定格等）を提供しながら、全体的な材料コストをより低くすることができる。1つの非限定的な例として、より低コストのポリマー材料（例えば、PPSU、PEI等）とPEEKをブレンドしたポリマーブレンドは、PEEKと同様の又はより優れた性能を提供しながら、全体的なコストをより低くすることができる。

【0050】

さらに、特定のポリマーブレンドは、特定のブレンドがされていない従来のポリマー（例えばPEEK等）と比較して、性能を改善することができる。例えば、ポリマーブレンドは、マグネットワイヤに利用される従来の熱可塑性ポリマーと比較して、電気的性能（例えば、絶縁破壊、PDIV等）、温度性能（例えば、熱劣化、カットスルー）、及び/又は機械的性能（例えば、曲げ試験、同心度、耐溶剤性、耐流体性等）を改善することができる。また、ポリマーブレンドを使用することで、押出熱可塑性絶縁体115と下部層との間の接着剤又は促進剤の必要性を低減又は排除することができる。また特定の場合には、ポリマーブレンドは、加工時間をより短くし、加工温度をより低くし、加工条件を改善し、並びに/又は物理的及び電気的特性を改善することができる。

【0051】

10

20

30

40

50

ポリマーブレンドで形成された押出絶縁体 1 1 5 及び / 又は押出絶縁体 1 1 5 を組み込んだ絶縁システムは、多種多様な適切な P D I V 値及び / 又は絶縁耐力値若しくは絶縁破壊強度値のような多種多様な適切な電気性能パラメータを有することができる。特定の実施形態では、押出絶縁体 1 1 5 及び / 又は押出絶縁体 1 1 5 を組み込んだ絶縁システムは、2 5 で少なくとも約 1 4 0 0、1 4 5 0、1 5 0 0、1 5 5 0、1 6 0 0、1 7 0 0、1 8 0 0 若しくは 1 9 0 0 ボルトの P D I V 値、又は上記値のうち任意の 2 つの間の範囲に含まれる P D I V 値を提供することができる。同様に、特定の値では、押出絶縁体 1 1 5 及び / 又は押出絶縁体 1 1 5 を組み込んだ絶縁システムは、少なくとも約、1 2, 0 0 0、1 2, 5 0 0、1 3, 0 0 0、1 3, 5 0 0、1 4, 0 0 0、1 4, 5 0 0、1 5, 0 0 0、1 5, 5 0 0、1 6, 0 0 0、1 6, 5 0 0、1 7 0 0 0、1 7, 5 0 0 若しくは 1 8, 0 0 0 ボルトの絶縁耐力値（例えば、ショットボックス又は箔試験等のような適切な業界標準試験によって測定される絶縁耐力値）、又は上記値のうち任意の 2 つの値の間の範囲に含まれる絶縁耐力値を提供することができる。

10

【 0 0 5 2 】

特定の実施形態では、2 つ以上のポリマー材料をブレンドに組み込むことにより、ポリマーブレンドが利点を提供することができる。例えば、第 1 のポリマー材料が比較的高い電気的性能を提供する一方で、第 2 のポリマー材料が比較的高い機械的性能を提供してもよい。2 つのポリマー材料から形成されるブレンドは、望ましい電気的性能及び機械的性能の組み合わせを提供することができる。異なるポリマーブレンドで他の利点の組み合わせを達成することができる。さらに、2 つ以上のポリマー材料の混合又はブレンド速度は、ポリマーブレンドが提供する所望の性能基準に少なくとも部分的に基づく場合がある。実際、P D I V 値、絶縁耐力、カットスルー値、熱衝撃値及び / 又は耐油性値を含むがこれらに限定されない多種多様な適切な電気的及び / 又は機械的性能特性を達成するために、ブレンドに組み込まれるポリマー材料を選択し、及び / 又は材料の関連する比率を選択することができる。

20

【 0 0 5 3 】

図 1 ~ 図 2 D を参照して上述したマグネットワイヤ 1 0 0、2 0 0、2 2 0、2 5 0、2 7 0 は、単なる例として提供されている。様々な実施形態において所望されるように、図示のマグネットワイヤ 1 0 0、2 0 0、2 2 0、2 5 0、2 7 0 に対して多種多様な代替案を作成することができる。例えば、ポリマーブレンドから形成される押出絶縁体に加えて、多種多様な異なるタイプの絶縁層をマグネットワイヤに組み込むことができる。別の例として、マグネットワイヤ及び / 又は 1 つ以上の絶縁層の断面形状を変えることができる。実際、本開示では、多種多様な適切なマグネットワイヤ構造を想定している。

30

【 0 0 5 4 】

所望に応じて多種多様な適切なシステム及び / 又は方法を利用して、図 1 ~ 図 2 D の例示的なマグネットワイヤのいずれかのようなマグネットワイヤ上に押出絶縁体を形成することができる。ポリマーブレンドから押出絶縁体を形成する 1 つの例示的なシステム 3 0 0 の概略図を図 3 に示す。システム 3 0 0 は、マグネットワイヤ 3 0 5 の加工を容易にする多種多様な構成要素を含むことができる。図示のように、システム 3 0 0 は、払出器 (p a y - o f f) 3 1 0、予熱器 3 1 5、押出機 3 2 0、冷却槽 3 2 5 及び取出器 (t a k e - o f f) 3 3 0 を含むことができる。これらの構成要素の各々、並びにシステム 3 0 0 に任意に組み込むことができる他の構成要素を以下でより詳細に説明する。

40

【 0 0 5 5 】

図 3 を参照すると、適切な払出器 3 1 0 は、押出絶縁体を形成するように構成されるシステム 3 0 0 の構成要素にマグネットワイヤ 3 0 5 を提供することができる。特定の実施形態では、払出器 3 1 0 は、所望の寸法（例えば、所望の断面形状、所望の直径、所望の幅及び厚さ等）を有するマグネットワイヤ 3 0 5 を提供することができる。また、所望に応じて、払出器 3 1 0 がマグネットワイヤ 3 0 5 を提供する前に、マグネットワイヤ 3 0 5 上にベース絶縁体を形成することができる。他の実施形態では、払出器 3 1 0 は、所望の寸法を有する導体を形成するように構成される 1 つ以上の構成要素、及び / 又はベース

50

絶縁体を形成するように構成される1つ以上の構成要素に投入材料を提供することができる。

【0056】

所望に応じて、システム300は、投入材料（例えばロッドストック等）を受け取るとともに受け取った投入材料を加工して所望の寸法を有する導体を形成するように構成される1つ以上のワイヤ形成装置又は構成要素を含むことができる。例えば、投入材料は、投入材料の大きさを所望の寸法に減少させる1つ以上の金型を通して投入材料を引き出す又は引っ張る適切なロッド破壊装置又はロッドミルによって加工することができる。所望に応じて、1つ以上の平坦化装置及び/又はローラーを使用して、投入材料の断面形状を修正する（例えば長方形ワイヤを形成する）ことができる。別の例として、所望の寸法を有する導体を形成する適切な適合装置又はシステムによって、投入材料を加工することができる。さらに別の例として、3D印刷又は付加的な製造工程を介して導体を形成することができる。

10

【0057】

特定の実施形態では、システム300は、押出絶縁体を形成する前に、マグネットワイヤ305上にベース絶縁体を形成するように構成される1つ以上の構成要素又はサブシステムを含むことができる。例えば、システム300は、マグネットワイヤ305上に任意の適切な数のエナメル層を形成するように構成される、ワニス塗布システム（例えば塗布金型等）及び1つ以上の硬化装置（例えば、エナメルオープン、紫外線硬化システム等）のような1つ以上のエナメル形成構成要素を含むことができる。所望に応じて、他の適切なベース絶縁体形成構成要素をシステム300に組み込むことができる。

20

【0058】

引き続き図3を参照すると、システム300は、押出絶縁体を塗布する前にマグネットワイヤ305の温度を制御するように構成される1つ以上の構成要素を含むことができる。例えば、マグネットワイヤ305は、押出工程の前に所望の温度に達するために、1つ以上の予熱器320を通過させることができる。予熱器315は、1つ以上の加熱コイル、ヒーター、オープン等のような、マグネットワイヤ305の温度を上昇させ又は高くするように構成される任意の適切な構成要素を含むことができる。また、必要に応じて1つ以上の冷却装置を利用することができる。マグネットワイヤ305の温度を調整又は制御して、押し出し前に多種多様な適切な値を達成することができる。例えば、特定の実施形態では、押し出し前に温度を約200 以上に制御することができる。別の例として、押し出し前に温度を約400 °F（204.4 ）以上に制御することができる。温度をこのレベルに制御又は維持することにより、押出熱可塑性層と下部導体又はベース絶縁体との間の接着を容易にすることができる。

30

【0059】

1つ以上の適切な押出機320又は押出装置は、マグネットワイヤ305を受け取るとともにマグネットワイヤ305上に熱可塑性絶縁体を押し出すように構成することができる。本開示の一態様によれば、押出機320は、ポリマーブレンドを押し出すように構成することができる。特定の実施形態では、押出機320は、投入材料を受け取るとともに、所望の量の熱可塑性絶縁体を塗布するように構成される任意の数の適切な押出ヘッド及び/又は他の装置によってマグネットワイヤ305上に押し出す前に投入材料を加工する（例えば、混合する、温度を上昇させる、圧力を上昇させる等）ように構成される単一スクリュウ又は多スクリュウ（例えば二重スクリュウ等）の押出機とすることができる。所望に応じて、所望の厚さを得るために押出絶縁体の流量を制御することができる。さらに特定の実施形態では、1つ以上の押出金型を利用して、押出絶縁体の厚さ及び/又は形状を制御することができる。

40

【0060】

引き続き図3を参照すると、システム300は、押出工程に続いてマグネットワイヤ305の温度を制御するように構成される任意の適切な装置を含むことができる。特定の実施形態では、押出絶縁体を押し出した後に加熱することができる。さらに特定の実施形態

50

では、完成したマグネットワイヤを巻き取る前に、押出絶縁体を冷却する工程を制御することができる。押出絶縁体の冷却速度を制御することにより、望ましい特性（例えば、所望の結晶性等）を達成することができる。冷却装置は、完成したマグネットワイヤを巻き取る（又はその後加工する）前に温度を下げるように構成される任意の適切な装置及び/又はシステムを含むことができる。特定の実施形態では、冷却装置は、マグネットワイヤ305を冷却するために通過させることができる冷却槽325、クエンチャ又は液体槽（例えば水槽）を含むことができる。槽内の液体の温度は、リサイクル液体を介して制御することができる。さらに、冷却速度は、液体温度を制御する及び/又は冷却槽325の所望の長さを確立する関数として制御することができる。

【0061】

押出絶縁体の冷却に続いて、完成したマグネットワイヤ305を1つ以上の適切な取出器330、アキュムレータ又は巻取装置に提供することができる。これらの装置は、例えばマグネットワイヤ305に張力を加え、ワイヤ305を束ね、及び/又は完成したワイヤ305をスプールに巻き付けることができる。他の実施形態では、マグネットワイヤ305は、取り出す前に1つ以上の下流側の装置又は構成要素に提供することができる。例えば、マグネットワイヤ305は、追加の押出絶縁体を形成するように構成されるサブシステム、又はマグネットワイヤ305上に共形絶縁層（例えばパリレン層等）を形成するように構成されるサブシステムのような、マグネットワイヤ305上に追加の絶縁体を形成するように構成される1つ以上の構成要素に提供することができる。別の例として、マグネットワイヤ305は、モータ又は他の電気器具に組み込むことができるヘアピン又はコイルのような、マグネットワイヤ305から1つ以上の物品を形成するように構成される1つ以上の構成要素に提供することができる。

【0062】

特定の実施形態では、押出絶縁体の形成は、1つ以上の他の工程とタンデム方式又はインライン方式で形成することができる。例えば、押出絶縁体の形成は、伸線若しくは導體形成と、及び/又は1つ以上のベース絶縁層の形成と、タンデム方式で形成することができる。他の実施形態では、マグネットワイヤ105を全体的な工程内の任意の適切なステップで巻き取り、その後別の構成要素又はサブシステムに提供することができる。

【0063】

さらに、任意の適切な数のモータ、フライヤ、キャプスタン及び/又はロードセルをシステム300に組み込み、システム300を通るマグネットワイヤ305の通路を制御することができる。任意の適切な数のコントローラ（例えば、制御ユニット、コンピュータ、マイクロコントローラ等）を、システム300の様々な構成要素を制御するように構成することができる。例えば、1つ以上のコントローラにより、システム300内のモータ及び/又はライン速度の同期を容易にすることができる。所望に応じて、コントローラ及び/又はコントローラの組み合わせにより、塗布するワニスの流量、エナメルオープンの温度、様々な加熱/冷却装置の温度、押出装置の流量、クエンチャに含まれる液体の温度、及び/又はマグネットワイヤ305上で行われる様々な試験のような、多種多様な他のパラメータを付加的に制御することができる。各コントローラを別個の構成要素とすることができ、又は代替的に装置若しくは構成要素に組み込むことができる。さらに、任意の数の適切な通信チャネル（例えば、有線通信チャネル、無線通信チャネル等）により、コントローラと1つ以上の他の構成要素（例えば、1つ以上のモータ、別のコントローラ、他の装置等）との間の通信を容易にすることができる。

【0064】

図3を参照して上述したシステム300は、単なる例として提供されている。多種多様な他の適切なシステムを利用して、ポリマーブレンドから形成される押出絶縁体の少なくとも1つの層を含むマグネットワイヤを形成することができる。これらのシステムは、図3のシステム300よりも多くの又は少ない構成要素を含むことができる。さらに、これらのシステムは、非限定的な例としてのみ提供される、図3のシステム300に対する特定の代替構成要素を含むことができる。実際、本開示は、マグネットワイヤを形成するた

10

20

30

40

50

めに利用することができる多種多様な適切なシステムを想定している。

【0065】

図4は、本開示の例示的な実施形態による、少なくとも1つの押出絶縁層を含むマグネットワイヤを形成する例示的な方法400を示すフローチャートである。本方法400は、多種多様な適切なシステム及び/又は装置を利用して実行することができる。例えば、本方法400の一部を図3のシステム300によって実行することができる。本方法400は、ブロック405で開始することができ、導体を提供することができる。特定の実施形態では、所望の寸法を有する予め成形された導体を提供することができる。他の実施形態では、所望の寸法を有する導体を形成するために、投入材料を提供して加工することができる。例えば、所望の寸法を有する導体を提供するために、投入材料をロッドミル、平坦化装置及び/又はローラーによって加工することができる。

10

【0066】

ブロック410において、特定の実施形態では任意であるが、導体上にベース絶縁体を形成することができる。所望に応じて、多種多様な適切なベース絶縁体及び/又は異なるタイプのベース絶縁体の組み合わせを形成することができる。例えば、1つ以上のエナメル層を形成することができる。特定の実施形態では、ポリアミドイミド及び/又はポリイミドエナメルの1つ以上の層をベース絶縁体として形成することができる。別の例として、1つ以上の半導電層を形成することができる。さらに別の例として、ポリマーブレンドを含まない押出絶縁体等の押出絶縁体の1つ以上の層をベース絶縁体として形成することができる。

20

【0067】

ブロック415において、押し出しのためのブレンドした熱可塑性材料又はポリマーブレンドを提供することができる。本明細書に記載するように、多種多様な適切なポリマーブレンドを提供することができる。ポリマーブレンドは、任意の適切なブレンド速度でブレンド又は混合した2つ以上のポリマー材料を含むことができる。例えば、ポリマーブレンドは、ポリエーテルエーテルケトン(「PEEK」)、ポリエーテルケトンケトン(「PEKK」)、ポリアリールエーテルケトン(「PAEK」)、ポリエーテルイミド(「PEI」)、ポリフェニルスルホン(「PPSU」)、ポリエーテルスルホン(「PESU」)、ポリフェニレンスルフィド(「PPS」)、ポリベンゾイミダゾール(「PBI」)、ポリカーボネート、1つ以上のポリエステル(例えばポリエチレンテレフタレート(「PET」)等)、1つ以上のコポリエステル、ポリアミド及び/又は熱可塑性ポリイミド(「TPI」)の適切な組合せを含むことができる。特定の実施形態では、相溶化剤なしでブレンドを形成することができる。他の実施形態では、1つ以上の相溶化剤をブレンドに添加することができる。様々な実施形態において所望されるように、多種多様な充填剤及び/又は他の適切な添加剤をポリマーブレンドに組み込むことができる。

30

【0068】

ブロック420において、ベース絶縁体を有する導体又はワイヤの温度を、押し出し前に制御することができる。例えば、1つ以上の適切な予熱器又は他の装置を利用して、押し出し前の温度を制御することができる。ブロック425において、ポリマーブレンドを導体又はワイヤ上に押し出すことによって熱可塑性絶縁層を形成することができる。任意の適切な押出装置を利用して熱可塑性絶縁層を押し出すことができる。次いで押し出した後のブロック430において、マグネットワイヤ及び押出絶縁体の温度を制御することができる。例えば、冷却槽及び/又は他の適切な構成要素を利用して、マグネットワイヤを押し出した後に冷却することができる。

40

【0069】

特定の実施形態では、方法400は、ブロック430に続いて終了することができる。他の実施形態では、1つ以上の追加の動作を実行することができる。例えば、特定の実施形態では、1つ以上の追加の絶縁層(例えば、別の押出層、共形層等)をマグネットワイヤ上に形成することができる。別の例として、マグネットワイヤは、電気器具に組み込むことができる1つ以上の物品(例えば、コイル、ヘアピン等)に形成することができる。

50

次いで、方法 400 は、追加の動作の後に終了することができる。

【0070】

図 4 の方法 400 において説明及び示す動作は、様々な実施形態において所望されるように、任意の適切な順序で実施又は実行することができる。さらに特定の実施形態では、動作の少なくとも一部を並行して実施することができる。さらにまた、特定の実施形態では、図 4 で説明した動作よりも少ない又は多い動作を実行することができる。

【実施例】

【0071】

上述のように、多種多様な適切なポリマーブレンドを利用して、押出マグネットワイヤ絶縁体を形成することができる。以下の表 1 及び表 2 に記載の実施例は、例示的かつ非限定的なものとして意図されており、様々なポリマーブレンドを利用してマグネットワイヤ絶縁体を形成する本開示の特定の実施形態を表す。一貫性を保つために、実施例で論じたワイヤサンプルは全て、導体幅約 3.384 mm 及び導体厚さ約 1.834 mm、公差 + / 0.015 mm の長方形ワイヤとして調製した。導体は、無酸素銅から形成した。さらに、ベース絶縁体はポリアミドイミド（「PAI」）から形成した。他の実施形態では、導体を異なる寸法で形成することができる。さらに、所望に応じてポリイミドエナメルのような他のベース絶縁体を利用することができる。他の実施形態では、ポリマーブレンドを導体上に直接押し出すことができる。

10

【0072】

表 1 及び 2 を参照すると、様々なポリマーブレンド配合物を示している。各ポリマーブレンドについて、関連するポリマーブレンドを形成するために利用されるポリマー材料の重量パーセントを示す。さらに、ポリマーブレンドとの比較のために、押出単一材料、PEEK、PPSU（例えば Radel（登録商標）5800）及び PEI（例えば Ultem（登録商標）1000）の対照サンプルを示す。押出絶縁体の各タイプについて、押出層の厚さが設けられている。さらに、押出サンプルの測定性能基準を示す。最初に、異なる温度（例えば、25 及び 150）の PDIV 測定値を示す。また、ワイヤサンプルを 190 の温度に 1000 時間さらした後の PDIV 測定値を示す。また、ワイヤサンプルを -40 と 150 の温度で交互に約 24 分の 1500 サイクル繰り返した後の PDIV 測定値を示す。また、ショットボックス試験と箔試験の両方で得られた絶縁破壊値を示す。ショットボックス試験では、マグネットワイヤをショットボールに沈め、破損するまで試験する。箔試験では、金属箔をマグネットワイヤに巻き付け、ワイヤが破損するまで試験する。引き続き表 1 及び 2 を参照すると、各ワイヤサンプルの破断伸び率を示している。また、カットスルー温度を示す。さらに、各ワイヤサンプルは、柔軟性試験、熱衝撃試験、曲げ試験及び耐油性試験のようないくつかの業界標準試験を満たすことが分かった。

20

30

【0073】

40

50

【表 1】

配合物	PESU 90 PPSU 10	PESU 50 PPSU 50	PESU 70 PPSU 30	PEI 90 PEEK 10	PEI 70 PEEK 30	PEEK
厚さ (μm)	210	195	180	203	194	182
PDIV Vp 25° C	1928	1923	1725	1589	1489	1201
PDIV Vp 150° C	1626	1617	1645	1645	1388	1032
PDIV 1000 時間 190° C	2007	1843	1720	1965	1692	1125
PDIV 1500 サイクル -40°/150° C	1890	1979	1695	1989	1772	1175
DB ショット ボックスボルト	11826	15402	14756	15156	13314	11734
DB 箔 ボルト	16767	17142	17585	16845	15245	12968
伸び率 %	41	42	41	41	39	42
カット スルー (°C)	390	379	397	379	370	411
柔軟性 25%	パス	パス	パス	パス	パス	パス
柔軟性 0-90°	パス	パス	パス	パス	パス	パス
柔軟性 0-300°	パス	パス	パス	パス	パス	パス
熱衝撃 10% 伸び率 220° 1 時間	パス	パス	パス	パス	パス	パス
熱衝撃 175° 0.5 時間	パス	パス	パス	パス	パス	パス
曲げ / 190° 1000 時間	パス	パス	パス	パス	パス	パス
耐油性 150° ATF 0.2% 水分	パス	パス	パス	パス	パス	パス

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

【表 2】

配合物	PPSU 70 PEI 30	PPSU 50 PEI 50	PPSU 70 PEEK 30	PEEK 50 PPSU 50	PEI	PPSU
厚さ (μm)	196	196	196	182	162	177
PDIV Vp 25° C	1801	1890	1862	1781	1513	1764
PDIV Vp 150° C	1617	1725	1664	1442	1513	1343
PDIV 1000 時間 190° C	1914	2046	1923	1170	2027	1791
PDIV 1500 サイクル -40°/150° C	1895	2017	2003	1229	2017	1951
DB ショット ボックスボルト	12872	16248	16812	14782	16046	12636
DB 箔 ボルト	19267	18115	17735	16515	15732	14357
伸び率 %	40	42	42	42	42	37
カット スルー (°C)	383	377	372	406	392	414
柔軟性 25%	パス	パス	パス	パス	パス	パス
柔軟性 0-90°	パス	パス	パス	パス	パス	パス
柔軟性 0-300°	パス	パス	パス	パス	パス	パス
熱衝撃 10% 伸び率 220° 1 時間	パス	パス	パス	パス	パス	パス
熱衝撃 175° 0.5 時間	パス	パス	パス	パス	パス	パス
曲げ / 190° 1000 時間	パス	パス	パス	パス	パス	パス
耐油性 150° ATF 0.2% 水分	パス	パス	パス	パス	パス	パス

【0075】

表 1 及び 2 に示すように、特定のポリマーブレンドは、従来の単一ポリマー押出材料（例えば、PEEK、PPSU、PEI 等）と類似の又はより優れた性能を提供することができる。例えば、特定のポリマーブレンドは、PDIV 及び / 又は絶縁破壊性能を向上させることができる。さらに、特定のポリマーブレンドは、従来の単一ポリマー材料よりも製造又は生産が安価であり得る。

【0076】

条件付き言語、とりわけ、「することができる (can)」、「することができた (could)」、「し得た (might)」、または「し得る / してもよい (may)」等は、特に明記されない限り、或いは使用される文脈内で別途理解されない限り、一般に、特定の実施形態では特定の構成、要素及び / 又は動作を含むが、他の実施形態では含まな

いことがあることを伝えることを意図している。したがって、そのような条件付き言語は、一般に、構成、要素及び/又は動作が1つ以上の実施形態に何らかの形で必要とされること、或いは1つ以上の実施形態がユーザ入力又はプロンプトの有無にかかわらず、これらの構成、要素及び/若しくは動作が任意の特定の実施形態に含まれる、或いは実行されるかどうかを判定するための論理を必然的に含むことを意味するものではない。

【0077】

本明細書に記載される本開示の多くの修正及び他の実施形態は、前述の説明及び関連する図面に提示される教示の利点を有することが明らかであろう。したがって、本開示は開示された具体的な実施形態に限定されるべきではなく、その修正及び他の実施形態も添付の特許請求の範囲内に含まれることを意図していることを理解されたい。本明細書では具

10

体的な用語が使用されているが、これらは一般的かつ説明的な意味でのみ使用されており、限定の目的で使用されているものではない。

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

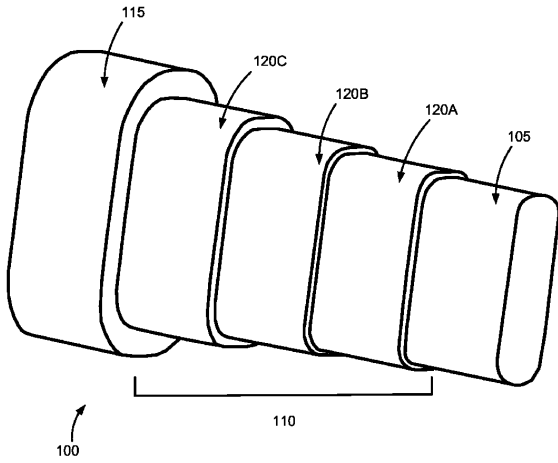


FIG. 1

【図 2 A】

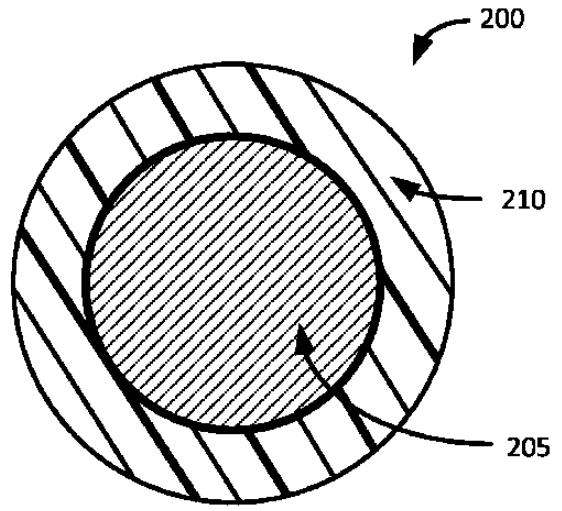


FIG. 2A

【図 2 B】

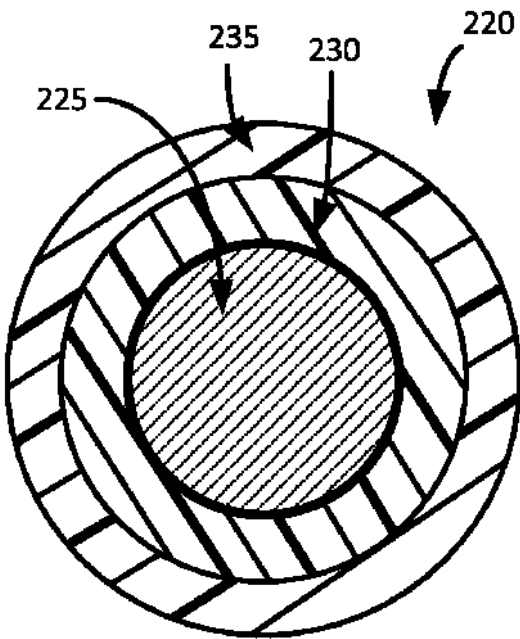


FIG. 2B

【図 2 C】

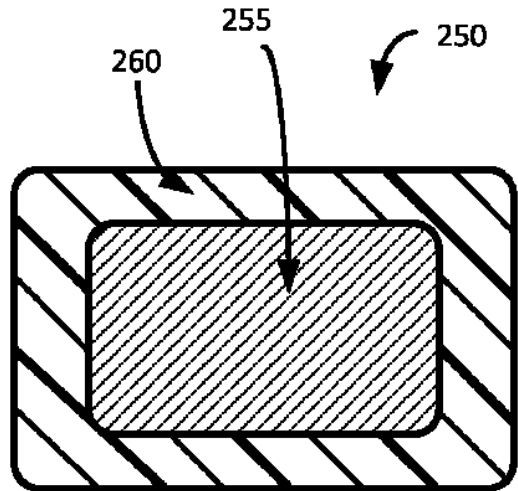


FIG. 2C

10

20

30

40

50

【 図 2 D 】

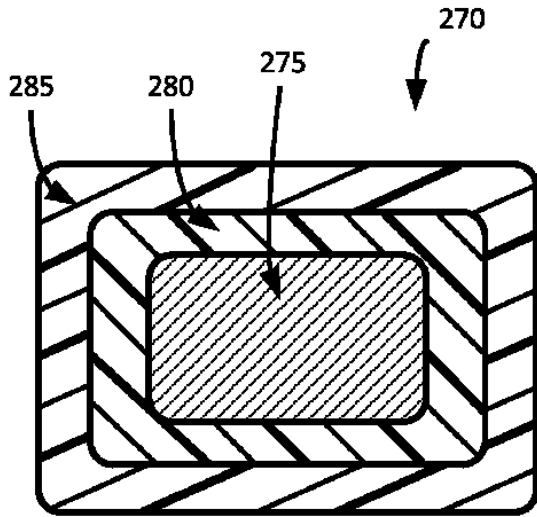


FIG. 2D

【 図 3 】

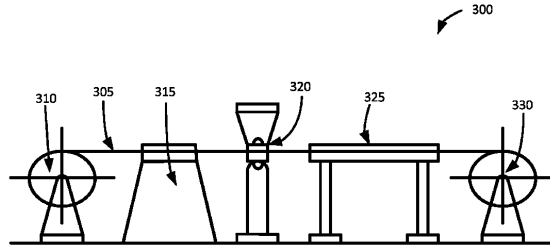
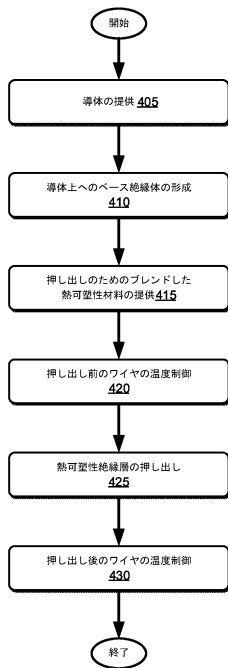


FIG. 3

【 図 4 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

		F I		
H 0 2 K	3/30 (2006.01)	H 0 1 B	3/42	
H 0 2 K	15/04 (2006.01)	H 0 2 K	3/30	
H 0 1 F	5/06 (2006.01)	H 0 2 K	15/04	Z
		H 0 1 F	5/06	W
		H 0 1 F	5/06	Q
		H 0 1 F	5/06	H

アーリントンハイツ ノース ランマー アベニュー 1

(72)発明者

マシュー イー リーチ

アメリカ合衆国 インディアナ州 4 6 8 4 5 フォート ウェイン ミスティー オークス トレイル
2 7 3 5

審査官 井上 弘巨

(56)参考文献

特開 2 0 1 5 - 1 3 8 6 2 6 (J P , A)

特表 2 0 1 6 - 5 0 1 9 2 7 (J P , A)

特開 2 0 1 6 - 0 5 8 2 3 0 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 6 / 0 3 9 3 5 0 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 0 1 B 7 / 0 0

H 0 1 B 3 / 3 0

H 0 1 B 7 / 0 2

H 0 1 B 1 3 / 0 0

H 0 1 B 3 / 4 2

H 0 2 K 3 / 3 0

H 0 2 K 1 5 / 0 4

H 0 1 F 5 / 0 6