

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-515825
(P2024-515825A)

(43)公表日 令和6年4月10日(2024.4.10)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
C 0 8 J 3/12 (2006.01)	C 0 8 J 3/12	Z C E R 4 F 0 7 0
C 0 8 J 3/20 (2006.01)	C 0 8 J 3/20	B C E Z 4 J 0 0 2
C 0 8 K 7/06 (2006.01)	C 0 8 K 7/06	
C 0 8 L 101/00 (2006.01)	C 0 8 L 101/00	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全30頁)

(21)出願番号	特願2023-566504(P2023-566504)	(71)出願人	523405937
(86)(22)出願日	令和4年4月28日(2022.4.28)		ネモ ナノマテエリアルズ リミテッド
(85)翻訳文提出日	令和5年12月8日(2023.12.8)		イスラエル国, 4 9 2 1 0 2 5 ペタク
(86)国際出願番号	PCT/IL2022/050438		チクヴァ, 7 ハットヌファ ストリート
(87)国際公開番号	WO2022/229962	(74)代理人	100114775
(87)国際公開日	令和4年11月3日(2022.11.3)		弁理士 高岡 亮一
(31)優先権主張番号	63/180,724	(74)代理人	100121511
(32)優先日	令和3年4月28日(2021.4.28)		弁理士 小田 直
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100202751
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA, RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR, GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く	(74)代理人	弁理士 岩堀 明代
		(74)代理人	100208580
			弁理士 三好 玲奈
		(74)代理人	100191086
			弁理士 高橋 香元
		(72)発明者	ハイモフ, イラナ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 カーボンナノチューブによりコートされるポリマー粒子を含有する押出可能な組成物

(57)【要約】

複数のマイクロサイズのコアーシェル粒子を含む組成物が提供され、シェルは、CNTを含み、および界面活性剤をさらに含み、コアは、ポリマーを含む。さらに、本発明の組成物由来の物品も提供される。

【選択図】 図 1 B

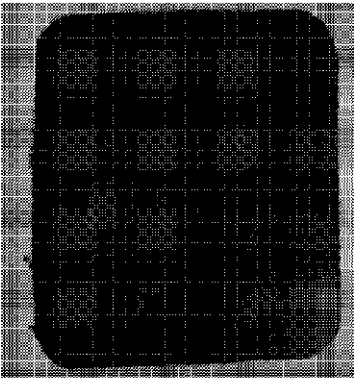


Figure 1B

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

CNTを含むシェルと接触しているポリマーコアを含む粒子であって、前記ポリマーコアが、熱可塑性ポリマーを含み、かつそのサイズが $1 \sim 2000 \mu\text{m}$ である、粒子。

【請求項 2】

前記粒子内の前記CNTの重量部が、 $0.00001 \sim 5\%$ である、請求項1に記載の粒子。

【請求項 3】

前記ポリマーが、少なくとも $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ の体積抵抗率を有し、および前記CNTが、単層CNT (SWCNT) である、請求項1または2に記載の粒子

10

【請求項 4】

前記シェルが、界面活性剤を含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の粒子。

【請求項 5】

前記界面活性剤が、カチオン性界面活性剤である、請求項4に記載の粒子。

【請求項 6】

前記カチオン性界面活性剤が、ポリアルキルアンモニウム-*c o*-ポリエーテルを含む、請求項5に記載の粒子。

【請求項 7】

前記CNTに対する前記界面活性剤の重量／重量比率が、 $10:1 \sim 0.5:1$ である、請求項4～6のいずれか1項に記載の粒子。

20

【請求項 8】

前記熱可塑性ポリマーが、少なくとも 100°C の融解温度により特徴づけられる、請求項1～7のいずれか1項に記載の粒子。

【請求項 9】

請求項1～8のいずれか1項に記載の複数の粒子を含む組成物。

【請求項 10】

添加物をさらに含み、前記組成物内の前記添加物と複数の粒子の間の重量／重量比率が、 $1:100 \sim 100:1$ である、請求項9に記載の組成物。

【請求項 11】

前記添加物が、ガラス繊維、ポリマー粒子、または両方を含む、請求項10に記載の組成物。

30

【請求項 12】

前記組成物が、 $0.1 \sim 100$ のメルトフローインデックス (MFI) により特徴づけられる、請求項9～11のいずれか1項に記載の組成物。

【請求項 13】

押し出し可能であり、かつ前記組成物内の (i) 前記CNT、または (ii) 前記界面活性剤の重量部が独立して、 $0.01 \sim 5\%$ である、請求項9～12のいずれか1項に記載の組成物。

【請求項 14】

その中で均質に分布される熱可塑性ポリマー、界面活性剤および複数のCNTを含む物品であって、前記物品内の (i) 前記CNT、または (ii) 前記界面活性剤の重量部が独立して、 $0.01 \sim 5\%$ である、物品。

40

【請求項 15】

請求項9～13のいずれか1項に記載の組成物を処理することにより製造される、請求項14に記載の物品。

【請求項 16】

$10^{12} \sim 1 \Omega \cdot \text{cm}$ の体積抵抗率により特徴づけられる、請求項14または15に記載の物品。

【請求項 17】

(i) CNTおよび (ii) 界面活性剤のそれぞれが独立して、 $0.01\% \sim 5\%$ の重

50

量／重量濃度で前記物品内に存在し；かつ $10^{10} \sim 10^{20} \Omega \cdot \text{cm}$ の体積抵抗率により特徴づけられる、請求項14～16のいずれか1項に記載の物品。

【請求項18】

前記CNTが、SWCNTであり；前記界面活性剤が、カチオン性界面活性剤であり、任意にポリアルキルアンモニウム－コーポリエーテルを含み；および前記熱可塑性ポリマーが、少なくとも 100°C の融解温度により特徴づけられる、請求項14～17のいずれか1項に記載の物品。

【請求項19】

前記CNTに対する前記界面活性剤の重量／重量比率が、 $10:1 \sim 0.5:1$ である、請求項14～18のいずれか1項に記載の物品。

10

【請求項20】

前記処理が、押し出し、射出、ホットブローフィルム、および金型成形またはこれらの任意の組み合わせのいずれかによる、請求項15～19のいずれか1項に記載の物品。

【請求項21】

a) 押し出しに好適な条件下で請求項9～13のいずれか1項に記載の組成物を提供すること、それにより押し出し物を得ること；および

b) 本発明の前記物品を得るように前記押し出し物を成形することを含む、請求項14～20のいずれか1項に記載の物品を製造する方法。

【請求項22】

前記ステップa)が、適切な条件下で前記押し出し物を乾燥することをさらに含む、請求項21に記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の相互参照

本出願は、2021年4月得28日出願の米国特許仮出願第63／180,724号の利益を主張するものであり、この特許仮出願の内容は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

発明の分野

本発明は、カーボンナノチューブベースのシェルを含むポリマー粒子およびそれらの使用の分野に関する。

30

【背景技術】

【0002】

ポリマー絶縁マトリックスの内部に分散された導電性添加物（カーボンナノチューブ、炭素繊維および金属粒子など）を含み、高められた電気伝導度を特徴とする種々の複合材料は、電気および電子産業におけるそれらの多種多様な用途のために、最近の10年間にわたり、理論的および実験的研究の両方の対象となってきた。典型的には、このような複合材料は、熔融状態のポリマーとの導電性添加物の融解混合により調製される。高導電性を有する材料を得るために、高添加量の添加物が必要とされる。しかし、現在利用可能な調製方法は、主に押し出し法に基づく、現在の複合材料の工業的マスケラクション工程に適合しない。

40

このように、導電性ポリマー複合材料の押し出し法による成形に好適な、従って工業的規模生産に適用可能な新規組成物を開発するための未充足のニーズが存在する。

【発明の概要】

【0003】

一態様では、CNTを含むシェルと接触しているポリマーコアを含む粒子を含む組成物が提供され、ポリマーコアは、熱可塑性ポリマーを含み；粒子内のCNTの重量部は、1～5％であり；粒径は、 $1 \sim 2,000 \mu\text{m}$ である。

【0004】

一実施形態では、CNTは、単層CNTである。

50

一実施形態では、ポリマーは、少なくとも $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ の体積抵抗率を有する。

別の態様では、本発明の複数の粒子を含む組成物が存在する。

一実施形態では、組成物は、繊維（例えば、ガラス繊維）をさらに含む。

一実施形態では、組成物は、 $0.1 \sim 100$ のメルトフローインデックス（MFI）を特徴とする。

一実施形態では、組成物は、押し出し可能である。

別の態様では、本発明の組成物を含む物品が存在する。

一実施形態では、物品は、押し出し、射出、ホットブローフィルム（hot blown film）および金型成形（molding）のいずれかを含む方法により製造される。

一実施形態では、物品は、 $10^{12} \sim 1 \Omega \cdot \text{cm}$ の体積抵抗率により特徴づけられる。

一実施形態では、（i）CNT および（ii）界面活性剤のそれぞれは、 0.01 重量／重量％～ 5 重量／重量％の濃度で物品内に存在し、物品は、 $10^{10} \sim 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ の体積抵抗率により特徴づけられる。

【0005】

別に定めのない限り、本明細書で使用されるすべての技術的および／または科学的用語は、本発明が属する当業者によって一般に理解されるのと同じ意味を有する。本明細書に記載される方法および材料と類似のまたは同等である方法および材料を本発明の実施形態の実施または試験に使用できるが、例示的な方法および／または材料が以下に記載される。矛盾する場合には、定義を含めて、本特許明細書が優先する。加えて、材料、方法および実施例は例示にすぎず、限定する意図は全くない。

【0006】

本発明のさらなる実施形態および適用性の全ての範囲は、以下に与えられる詳細な説明から明らかになるであろう。しかしながら、本発明の趣旨および範囲内で様々な変更および修正がこの詳細な説明から当業者に明らかになるので、詳細な説明および具体的例は、本発明の好ましい実施形態を示すと同時に、例示としてのみ与えられると理解されるべきである。

本発明はここで、以下の例示的図面を参照しながら、より完全に理解されるように、特定の実施例および実施形態に関連して記載される。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】約 1 重量／重量％の CNT（**）を有するポリアミド6から構成される本発明の例示的物体と、それに対する実質的に同じ化学的組成物を有し、かつ CNT の実質的に均質でない分布（*）により特徴づけられる物体の EMI 減衰を示すグラフである。

【図1B-1C】本発明の例示的板状試験片（plate）（1B）および対照板状試験片（1C）の画像を示す。図1Cで示されるように、CNT凝集体は、物品表面上に目視で検出でき（白色矢印）、CNTの均質でない分布を示す。

【図2】本明細書で記載の EMI 減衰測定の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本発明は、いくつかの実施形態では、CNTを含むシェルと接触しているポリマーコアを含む粒子に関し、ポリマーコアは、熱可塑性ポリマーを含み；粒子内のCNTの重量部は、 $1 \sim 10\%$ であり；粒径は、 $30 \sim 2000 \mu\text{m}$ である。さらに、本発明は、そのいくつかの実施形態では、本発明の複数の粒子を含む組成物に関し、組成物は、押し出し可能である。本発明は、そのいくつかの実施形態では、本明細書で記載の粒径を有するポリマーコアを含む本発明のコア-シェル粒子が、 2mm を超える粒径を有するポリマーコアを含む類似の粒子に比べて、改善された物理的安定性（例えば、IPAなどの極性有機溶媒へのその曝露時にポリマーコアに安定に付着されたシェルを有する）により特徴づけられるという、意外な発見に基づく。

【0009】

本発明は、そのいくつかの実施形態では、本発明の組成物の押し出しにより成形される物品またはコーティングに関し、物品またはコーティングは、電気伝導度により特徴づけられる。本発明は、そのいくつかの実施形態では、本発明の粒子が熱可塑性ポリマーの熱処理（押し出し、加熱金型成形、など）に好適な条件に適合し、さらにポリマーマトリックス内のCNTの均一な分布を特徴とする複合材料および／または成形物品をもたらすという、意外な発見に基づく（図1B～1C参照）。

【0010】

本発明の少なくとも1つの実施形態を詳細に説明する前に、本発明は、下記の説明で示される、または実施例によって例示される詳細事項への適用に必ずしも限定されないことを理解されたい。本発明は、他の実施形態が可能であり、または様々な方法で実施され、または実行され得る。

10

【0011】

粒子

一態様では、CNTを含むシェルと接触しているポリマーコアを含む粒子を含む組成物が提供され、ポリマーコアは、熱可塑性ポリマーを含み；粒径は、30～2000μmである。いくつかの実施形態では、本発明の複数の粒子は、押し出し法により物品を形成できる、押し出し可能な粒子である。

【0012】

従って、本発明は、そのいくつかの実施形態では、複数のコア-シェル粒子を含む組成物に関し、それぞれの粒子は、熱可塑性ポリマーおよびCNTを含むシェルを含む溶融可能または押し出し可能なコアを含み、組成物の押し出し時に、物品は、ポリマーマトリックス内に所定の質量比のCNTを組み込んで成形され、ポリマーマトリックスは、熱可塑性ポリマーを含む。従って、本発明の組成物は、融解熱可塑性ポリマーおよびその中に分散されたCNTを含む均質な分散体を形成するように利用できる。具体的には、本発明の組成物は、工業的応用に好適な大規模分散体の製造に利用できる。いくつかの実施形態では、本発明の物品は、CNTの均一な分布により特徴づけられ、かつ元のポリマーの電気伝導度などの物理的性質と比較して、改良された物理学性質によりさらに特徴づけられる。

20

【0013】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、固体、または固体状態である。いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、シェルによりコートされた固体ポリマーコアを含む。いくつかの実施形態では、粒子のポリマーコアは、シェルに結合される。いくつかの実施形態では、粒子のポリマーコアは、シェルに安定に結合される。いくつかの実施形態では、粒子のシェルは、ポリマーコアに安定に結合される。

30

【0014】

いくつかの実施形態では、粒子のポリマーコアは、シェルによりカプセル化される。いくつかの実施形態では、粒子のポリマーコアの少なくとも一部は、シェルによりカプセル化されるか、シェルに安定に結合される。いくつかの実施形態では、粒子のポリマーコアは、シェルにより完全にカプセル化されるか、シェルに安定に結合される。いくつかの実施形態では、粒子のポリマーコアは、シェルにより取り囲まれる。いくつかの実施形態では、粒子は、コアとシェルの間の界面で空隙を実質的に欠く。

40

【0015】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、ポリマーコア（例えば、固体ポリマーコア）およびコアをカプセル化するシェルを含む、コア-シェル粒子（例えば、固体コア-シェル粒子）の形態であり、コアおよびシェルは、非共有結合を介して相互に安定に結合され（例えば、崩壊を実質的に欠く安定な粒子を形成する）、シェルは、SWCNTを含む。いくつかの実施形態では、ポリマーコアは、導電性を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、本発明の粒子のポリマーコアは、導電性でない熱可塑性ポリマーを含む。

【0016】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、ポリマーコアおよびシェルを含むか、これ

50

らからなり、ポリマーコアおよびシェルは、異なる融解温度を有する。いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、ポリマーコアおよびシェルを含むか、これらからなり、ポリマーコアは、シェルよりも低いまたは高い融解温度を有する。いくつかの実施形態では、コアは、最大で650℃、最大で600℃、最大で500℃、最大で300℃、最大で200℃（これらの間の任意の範囲を含む）の融解温度を有する。

【0017】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、コアの外側表面に結合されるシェル（またはコーティング）を含む。いくつかの実施形態では、シェルは、コアの外表面に安定に付着される。

【0018】

いくつかの実施形態では、用語「ポリマーコア」、「固体ポリマーコア」、および「コア」は、本明細書で同義に使用される。

【0019】

いくつかの実施形態では、本発明のコアおよび／または粒子は、球形状を特徴とする。いくつかの実施形態では、本発明のコアおよび／または粒子は、不規則形状を特徴とする。粒子および／またはポリマーコアは通常、球、不完全球、ロッド、円柱、リボン、スポンジ、および任意の他の形状であるか、またはこれらの形状の集団の形態であるか、または1種または複数の形状の混合物を含み得る。

【0020】

いくつかの実施形態では、粒子のポリマーコアの少なくとも80%、少なくとも90%、少なくとも95%、少なくとも99%、少なくとも99.9%は、シェル内に封入されるか、またはシェルに結合される。

【0021】

いくつかの実施形態では、シェルは、均質層の形態である。いくつかの実施形態では、シェルの化学的組成は、いずれか1つのシェルの大きさ全体を通して実質的に均質である。いくつかの実施形態では、シェルは、コアを密封するまたはコアに結合された層の形態である。いくつかの実施形態では、シェルは、コア上の別個の層の形態である。いくつかの実施形態では、本明細書で開示の粒子のシェルおよびコアは、異なる化学的組成、および／または異なる寸法（または断面積）を特徴とする。いくつかの実施形態では、本発明の組成物（例えば、複数の粒子を含む組成物）中のシェルの厚さは、実質的に様々であってよい。いくつかの実施形態では、シェルの厚さは、特にコアサイズにより、予め決められる。

【0022】

「均一（uniform）」または「均質（homogenous）」は、例えば、±500%、±50%、±40%、±30%、±20%、または±10%未満、およびこれらの間の任意の値を含む範囲内で変化するサイズ（または厚さ）分布を指すことが意図される。

【0023】

いくつかの実施形態では、用語「層」は、実質的に均一な厚さの実質的に均質な物質を指す。いくつかの実施形態では、シェルは、単一の層、または複数の層を含む。いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、単層シェルを含む。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、多層シェルを含む本明細書で開示の粒子を実質的に欠く。

【0024】

いくつかの実施形態では、CNTは、カーボンナノ構造（例えば、単一のカーボンナノ構造種または複数の別個のカーボンナノ構造種）を含む。用語「カーボンナノ構造」は、当業者によく知られており、特に2D炭素材料、例えば、炭素繊維、カーボンナノチューブ（単層または多層、線状または分岐型）、カーボンブラック、グラフェン、およびフラーレン、またはこれらの任意の組み合わせを指す。

【0025】

いくつかの実施形態では、CNTは、単層カーボンナノチューブ（SWCNT）である

10

20

30

40

50

か、またはそれを含む。いくつかの実施形態では、CNTは、導電性CNT（例えば、導電性SWCNT）である。いくつかの実施形態では、CNTは任意に、多層カーボンナノチューブ（MWCNT）を含む。いくつかの実施形態では、CNTは、SWCNTを含み、任意に追加のカーボンナノ構造を含む。

【0026】

いくつかの実施形態では、CNTは、130～10,000、130～200、130～1,000、1,000～5,000、5,000～10,000、130～7,000、7,000～10,000の、およびこれらの間の任意の範囲を含むアスペクト比を特徴とする。

【0027】

いくつかの実施形態では、用語「結合される」は、任意の非共有結合または相互作用、例えば静電結合、双極子-双極子相互作用（dipole-dipole interaction）、ファンデルワールス相互作用、イオンチャネル型相互作用、水素結合、疎水性相互作用、 π - π スタッキング、ロンドン力、などを指す。いくつかの実施形態では、非共有結合または相互作用は、安定な結合または相互作用であり、安定は、本明細書で記載される通りである。

【0028】

いくつかの実施形態では、粒子内のシェルの重量部は、0.1～10%；0.1～1%；1～2%；5～10%；1～3%；3～5%；5～7%；7～10%（これらの間の任意の範囲または値を含む）である。

【0029】

いくつかの実施形態では、シェルの厚さは、0.001～100 μm 、0.001～0.01 μm 、0.01～0.1 μm 、0.1～1 μm 、1～10 μm 、1～5 μm 、5～10 μm 、10～20 μm 、20～40 μm 、40～50 μm 、50～60 μm 、60～80 μm 、80～100 μm （これらの間の任意の範囲または値を含む）である。

【0030】

いくつかの実施形態では、シェルは、カーボンナノチューブ（CNT）を含む。いくつかの実施形態では、シェルは、単層カーボンナノチューブ（SWCNT）を含む。いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、シェルと接触している、またはシェルに結合されるポリマーコアを含み、シェルは、SWCNTを含む。いくつかの実施形態では、CNT（例えば、SWCNT）は、本発明の粒子のコア上に均一に分布される。

【0031】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子内のSWCNTの重量部は、0.1～10%；0.1～1%；1～5%；5～10%；1～3%；3～5%；5～7%；0.1～5%；7～10%（これらの間の任意の範囲または値を含む）である。

いくつかの実施形態では、本発明の粒子内（または組成物内）のSWCNTの重量部は、0.00001%～5%、0.00001%～0.1%、0.00005%～5%、0.00001%～0.00005%、0.00001%～0.0001%、0.00001%～0.001%、0.0001%～5%、0.0001%～2%、0.001%～5%、0.001%～2%、0.001%～1%、0.001%～0.005%、0.005%～0.01%、0.01%～5%、0.01%～2%、0.01%～1%、0.01%～0.5%、0.01%～0.05%、0.05%～0.1%、0.1%～0.5%、0.1%～5%、0.5%～1%、1%～2%、2%～3%、3%～5%、5%～10%（これらの間の任意の範囲を含む）である。

【0032】

当業者は、本発明の粒子内のSWCNTの正確な重量部は、本発明の組成物の押し出しにより形成される物品の目的のSWCNT含量により予め決められることを理解するであろう。従って、物品の最終SWCNT含量（物品の目的の物理学的性質により予め決められる）は、発明の粒子内のSWCNTの重量部を予め決定する。さらに、物品の最終SWCNT含量（物品の目的の物理学的性質により予め決められる）は、発明の粒子内のSW

10

20

30

40

50

CNTの重量部により予め決定され得る。

【0033】

いくつかの実施形態では、本明細書で記載のシェルは、SWCNT、および任意に本発明の界面活性剤を含み、かつカーボンナノ粒子をさらに含む。カーボンナノ粒子の非限定的例は、MWCNT、カーボンブラック、フラーレン、ナノグラフェン、ナノグラファイト、ナノダイヤモンド、カーボンナノロッド、炭素繊維、グラフェンファイバー、および任意のこれらの組み合わせを含む。いくつかの実施形態では、カーボンナノ粒子は、複数の粒子を含み、粒子は、同じである。いくつかの実施形態では、カーボンナノ粒子は、複数の異なるカーボンナノ粒子を含む。

【0034】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子内のCNTの重量部は、0.1~10%、0.1~1%、1~5%；5~10%；1~3%；3~5%；0.00001%~5%、0.00001%~10%、0.00001%~0.1%、0.00005%~5%、0.00001%~0.00005%、0.00001%~0.0001%、0.00001%~0.001%、0.00001%~5%、0.00001%~2%、0.001%~5%、0.001%~2%、0.001%~1%、0.001%~0.005%、0.005%~0.01%、0.01%~5%、0.01%~2%、0.01%~1%、0.01%~0.5%、0.01%~0.05%、0.05%~0.1%、0.1%~0.5%、0.1%~5%、0.5%~1%、5~7%；7~10%（これらの間の任意の範囲または値を含む）である。

【0035】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子のシェル内のCNTの重量部は、5~99%、5~10%、10~60%、60~70%、70~80%、80~85%、85~90%、90~95%、95~97%、97~99%（これらの間の任意の範囲または値を含む）である。

いくつかの実施形態では、本明細書で記載の粒子のシェルの、および／または粒子のSWCNT含量は、粒子の総CNT含量に対する重量%で、少なくとも60%、少なくとも65%、少なくとも70%、少なくとも75%、少なくとも80%、少なくとも85%、少なくとも90%（これらの間の任意の範囲を含む）である。

いくつかの実施形態では、本明細書で記載の粒子のシェルの、および／または粒子の多層CNT（MWCNT）含量は、粒子の総CNT含量に対する重量%で、最大で30%、最大で25%、最大で20%、最大で15%、最大で10%、最大で5%、最大で1%（これらの間の任意の範囲を含む）である。

【0036】

いくつかの実施形態では、SWCNTおよび、任意に追加のカーボンナノ粒子（例えば、MWCNT、カーボンブラック、フラーレン、グラフェン、など）を含む本発明の粒子内のCNTの重量部は本明細書で、粒子のCNT含量と呼ばれる。

【0037】

いくつかの実施形態では、シェルは、ポリマーを実質的に欠く。いくつかの実施形態では、シェルは、追加のカーボンナノ粒子を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、シェルは、繊維（例えば、ガラス繊維、炭素繊維、など）を実質的に欠く。

いくつかの実施形態では、シェルは、界面活性剤をさらに含む。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、粒子のポリマーコアへのCNT（例えば、SWCNT）の結合を促進する。

【0038】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子のシェルに対する重量%で、少なくとも80%、少なくとも85%、少なくとも90%、少なくとも93%、少なくとも95%、少なくとも97%、少なくとも99%、少なくとも99.9%、およびこれらの間の任意の範囲を含む%は、CNT（例えば、SWCNT）および界面活性剤から構成される。

【0039】

いくつかの実施形態では、本発明のシェル内または粒子内のCNT（例えば、SWCNT）に対する界面活性剤の重量／重量比率は、20：1～10：1、10：1～0.1：1、10：1～0.5：1、10：1～8：1、8：1～5：1、5：1～3：1、3：1～2：1、9：1～7：1、7：1～5：1（これらの間の任意の範囲を含む）である。

いくつかの実施形態では、本発明の粒子内の界面活性剤重量／重量濃度は、0.1%未満、0.01%未満である。

いくつかの実施形態では、本発明の粒子内の界面活性剤の重量／重量濃度は、0.001%～30%、0.001%～0.1%、0.1%～1%、1%～10%、10%～30%、0.00001%～5%、0.00001%～5%、0.00005%～5%、0.00001%～0.00005%、0.00001%～0.0001%、0.00001%～0.001%、0.0001%～5%、0.0001%～2%、0.001%～5%、0.001%～2%、0.001%～1%、0.001%～0.005%、0.005%～0.01%、0.01%～5%、0.01%～2%、0.01%～1%、0.01%～0.05%、0.05%～0.1%、0.1%～0.5%、0.5%～1%、1%～2%、2%～3%、3%～5%、5%～10%（これらの間の任意の範囲を含む）である。

【0040】

いくつかの実施形態では、界面活性剤は、ポリマーコアへのおよびCNT（例えば、SWCNT）への結合親和性を有する。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、溶液（有機溶液または水溶液）中でSWCNTを分散できる。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、溶媒内で（例えば、有機溶媒または水溶液中で）SWCNTの安定な分散体を形成できる。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、本発明のコア-シェル粒子の結合強度または安定性を予め決定する。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、本発明の粒子内のコアに対するシェルの結合強度を予め決定する。

いくつかの実施形態では、界面活性剤は、少なくとも1g/L、少なくとも10g/L、少なくとも50g/L、少なくとも100g/L（および、これらの間の任意の範囲を含む）の有機溶剤（例えば、イソプロピルアルコールなどの極性溶媒、トルエンなどの非極性溶媒）および／または水中の溶解度により特徴づけられる。

【0041】

いくつかの実施形態では、界面活性剤は、カチオン性界面活性剤である。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、ポリアルキルアンモニウムを含む。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、ポリアルキルアンモニウム-CO-ポリエーテルを含む。

いくつかの実施形態では、界面活性剤は、アニオン性界面活性剤（例えば、SDBS、カルボキシメチルセルロース（CMC））および／または非イオン性界面活性剤（例えば、ポリシロキサン）であるか、またはこれらを含む。

いくつかの実施形態では、界面活性剤は、コアの上に層を形成する。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、ポリビニルピロリドン（PVP）を欠く。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、PVPおよび／またはセルロースまたはこれらの誘導体を含むコポリマーを欠く。

【0042】

いくつかの実施形態では、界面活性剤は、「ラテックス重合」とも呼ばれる分散重合（DP）での実行に好適な界面活性剤を欠く。いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、それに吸着される界面活性剤（例えば、PVP、または任意の他のDPに好適な界面活性剤）を実質的に欠く。分散重合は、球形、均一の粒径およびスムーズな外表面により特徴づけられる、小さなサイズ（数ミクロン）のポリマー粒子の形成をもたらす重合法を指す。さらに、DP中に得られるポリマー粒子は、溶液（例えば、水溶液）中の分散能（追加の界面活性剤および／または分散剤の添加なしに、安定な分散体を形成できる）により特徴づけられる。

【0043】

いくつかの実施形態では、シェルは、その中でランダムに配向されるまたはランダムに分布される CNT（例えば、SWCNT）を含む。いくつかの実施形態では、シェルは、ランダムに分布される SWCNT および界面活性剤分子からなる絡み合ったマトリックスを含む。いくつかの実施形態では、界面活性剤分子は、CNT（例えば、SWCNT）およびコア表面へ結合される。いくつかの実施形態では、シェルは、複数の界面活性剤分子と接触している複数のランダムに配向されるまたはランダムに分布される SWCNT を含むマットの形態である。

【0044】

いくつかの実施形態では、シェルは、導電性 CNT（例えば、導電性 SWCNT）を含む。いくつかの実施形態では、シェルの融点は、CNT の融点または分解点により実質的に予め決定される。いくつかの実施形態では、シェルの熱安定性は、CNT の分解点により予め決定される。

【0045】

いくつかの実施形態では、シェルは、ポリマー固体コアを封入するか、それに安定に結合される。いくつかの実施形態では、本発明の粒子の固体コアは、ポリマーから基本的になる。いくつかの実施形態では、本発明の粒子のコアの重量%で、少なくとも 80%、少なくとも 85%、少なくとも 90%、少なくとも 93%、少なくとも 95%、少なくとも 97%、少なくとも 99%、少なくとも 99.9%（これらの間の任意の範囲を含む）は、ポリマーから構成される。いくつかの実施形態では、コアは、実質的に CNT を欠く。いくつかの実施形態では、コアは、均一でない表面（例えば、1 μm 超、5 μm 超、10 μm 超の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、表面粗さ）により特徴づけられる。

【0046】

いくつかの実施形態では、ポリマーは、有機ポリマーである。いくつかの実施形態では、ポリマーは、熱可塑性ポリマーである。いくつかの実施形態では、熔融状態のポリマーは、シェルの成分（例えば、SWCNT および界面活性剤）と混合可能である。いくつかの実施形態では、熔融状態のポリマーは、複合材料を生ずるように（例えば、混合物を凝固させた後で）シェルの成分（例えば、SWCNT および界面活性剤）と混合可能であり、複合材は、後述する通りである。いくつかの実施形態では、ポリマーおよび SWCNT ならびに任意に界面活性剤は、均質な複合材を形成できる。

【0047】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子の熱可塑性ポリマーおよび／またはコアは、100°C、110°C、120°C、150°C、150°C、200°C、250°C、300°C、350°C、400°C、500°C、600°C の、およびこれらの間の任意の範囲または値を含む、温度より高い融点を有する。

いくつかの実施形態では、本発明の粒子の熱可塑性ポリマーおよび／またはコアは、100°C～650°C、100°C～200°C、200°C～400°C、400°C～650°C の、およびこれらの間の任意の範囲または値を含む、融点を有する。

【0048】

いくつかの実施形態では、ポリマーは、ポリアミド（例えば、ナイロン）、ポリスチレン、ポリアクリレート、ポリアクリレートエステル、ポリメタクリレート、ポリアクリルアミド、ポリオレフィン、ポリ（ビスフェノール A-*c*o-カルボネート）、ポリ（ビスフェノール A-*c*o-テルフタレート）、ポリビニルアルコール、ポリ塩化ビニルおよびポリアクリロニトリル、ポリフェニレン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、およびこれらの任意のコポリマーまたは任意の組み合わせから選択される熱可塑性ポリマーを含む。いくつかの実施形態では、ポリマーは、熱可塑性樹脂（例えば、短鎖ポリマーまたはオリゴマー）を含む。

【0049】

いくつかの実施形態では、ポリマーは、アクリレート系ポリマーを含む。いくつかの実施形態では、アクリレート系ポリマーは、ポリアクリレート、ポリアクリレートエステル

10

20

30

40

50

、ポリメタクリレート、ポリエタクリレート (polyetacrylate)、ポリメタクリレートエステル、ポリエタクリレート (polyethacrylate)、ポリエタクリレートエステル (polyethacrylate ester)、およびこれらの任意のコポリマーまたは任意の組み合わせを含む群から選択される。

【0050】

いくつかの実施形態では、ポリマーまたは熱可塑性ポリマーは、ポリスチレンおよび／またはその誘導体（例えば、ポリ（ハロスチレン）、ポリ（アルキルスチレン）などの置換ポリスチレン）を含む。

いくつかの実施形態では、ポリマーまたは熱可塑性ポリマーは、ポリオレフィンまたはポリオレフィンの混合物を含む。ポリオレフィンの非限定的例は、ポリエチレン (PE)、LDPE、MDPE、HDPE、ポリプロピレン (PP)、ポリブテン、ポリエチレン-ブテンコポリマー、ポリエチレン-プロピレンコポリマー、アタクチックポリ- α -オレフィン (APO)、非晶質ポリ- α -オレフィン (APO)、およびシンジオタクチックポリプロピレン (SPP) を含む。他のポリオレフィンは、当該技術分野で周知である。

いくつかの実施形態では、ポリマーまたは熱可塑性ポリマーは、ポリアミドまたはナイロンなどのポリアミドの混合物を含む。種々のナイロンポリマーは、当技術分野において既知であり、例えば、ナイロン6、ナイロン6, 6、などである。

【0051】

いくつかの実施形態では、ポリマーコアを構成するポリマーまたは熱可塑性ポリマーは、導電性を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、ポリマーまたは熱可塑性ポリマーは、少なくとも $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 、少なくとも $10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 、少なくとも $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 、およびこれらの間の任意の範囲を含む体積抵抗率により特徴づけられる。

いくつかの実施形態では、ポリマーコアを構成するポリマーまたは熱可塑性ポリマーは、 $1.05 \text{E} + 06$ 未満、 $1.05 \text{E} + 09$ 未満、 $1.05 \text{E} + 12 \Omega$ 未満の表面抵抗率により特徴づけられる。

【0052】

いくつかの実施形態では、本発明のポリマーコアは、ポリマー小粒子を得るように、バルクポリマーを磨砕または粉砕することにより得られる。いくつかの実施形態では、ポリマーコアは、本明細書で記載のような粗い外表面（例えば、磨砕工程に起因する）を含む。明らかに、このような粒子は、実質的に不均一に形作られ、かつ均一でない粒度分布により特徴づけられる（例えば、少なくとも1.5、少なくとも1.8、少なくとも2、少なくとも3、少なくとも5、少なくとも10個の、あるいはそれより多いPDI、およびこれらの間の任意の範囲のPDIを含む粒子）。さらに、バルクポリマーの磨砕または粉砕により得られるポリマーコアの粒径は通常、 $30 \mu\text{m}$ を越える粒径に限定される。より小さい粒径は、高価で長時間を要する製造工程（例えば、ラテックス重合）の実施を必要とし、かつ押出成形機が目詰まりまたは故障の可能性のため一般的工業的押出成形機とは、さらに適合しない。さらに、 $30 \mu\text{m}$ 未満の断面を有するポリマー粒子は、顕著に低い供給速度により特徴づけられ、これは次に最終押し出し速度に影響する。

【0053】

いくつかの実施形態では、ポリマーコアは、磨砕粒子であるか、またはこれを含む。いくつかの実施形態では、ポリマーコアは、磨砕熱可塑性ポリマーであるか、またはこれを含む。いくつかの実施形態では、コアは、ラテックス粒子を実質的に欠く。

【0054】

いくつかの実施形態では、本発明のポリマーコアは、架橋剤、可塑剤、または添加物（例えば、着色料、結合剤、安定化剤、ラジカル捕捉剤（例えば、HALS）、UV吸収剤、またはこれらの組み合わせ）をさらに含む。いくつかの実施形態では、本発明のポリマーコアは、バルクポリマーの製造のためにプラスチック産業で実行される添加物をさらに含む。

【0055】

いくつかの実施形態では、ポリマーコアは、熱硬化性ポリマーを実質的に欠く。いくつかの実施形態では、本発明のポリマーコアは、本明細書に記載のように、添加物を実質的に欠く。

【0056】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子のポリマーコアは、それに結合される界面活性剤を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、本発明の粒子のポリマーコアは、PVP、および／またはそのコポリマーを実質的に欠く。いくつかの実施形態では、本発明の粒子のポリマーコアは、ポリマーコアの外表面に吸着されるPVP、および／またはそのコポリマーを実質的に欠く。いくつかの実施形態では、本発明の粒子のポリマーコアは、溶液（例えば、水溶液）中で分散能（追加の界面活性剤および／または分散剤なしに安定な分散体を形成する能力）を実質的に欠く。

10

いくつかの実施形態では、本発明のポリマーコアは、少なくとも1種の本明細書に記載のポリマーから基本的になる。

【0057】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子のポリマーコアは、30～2000 μm 、30～50 μm 、50～100 μm 、100～200 μm 、100～2,000 μm 、200～300 μm 、300～400 μm 、400～500 μm 、500～700 μm 、700～1,000 μm 、1,000～1,500 μm 、1,500～1,700 μm 、1,700～2,000 μm の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、断面または直径を特徴とする。いくつかの実施形態では、本明細書で使用される場合、断面または直径は、平均値を指す。

20

【0058】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、ポリマーコアの重量%で、90～95%、80～95%、80～90%、90～93%、93～95%、95～97%、97～99%（これらの間の任意の範囲を含む）を含む。

【0059】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子内のコアとシェルの間の重量／重量比率は、10：1～200：1、10：1～15：1、15：1～20：1、20：1～25：1、25：1～30：1、30：1～40：1、40：1～50：1、50：1～70：1、70：1～100：1、100：1～150：1、150：1～200：1、200：1～1000：1（これらの間の任意の範囲を含む）である。

30

【0060】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子内のポリマーとSWCNTの間の重量／重量比率は、10：1～100：1、10：1～15：1、15：1～20：1、20：1～25：1、25：1～30：1、30：1～40：1、40：1～50：1、50：1～100：1、100：1～1000：1（これらの間の任意の範囲を含む）である。

【0061】

組成物

本発明の別の態様では、複数の本発明の粒子を含む組成物が存在する。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、粉末状組成物である。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、固体組成物である。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、固体状態である。

40

【0062】

いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、溶媒（例えば、有機溶媒、水性溶媒、または両方などの、残留溶媒）を実質的に欠く。

【0063】

いくつかの実施形態では、組成物は複数の別個の粒子を含む。いくつかの実施形態では、組成物は、粒子の凝集体を実質的に欠く。

【0064】

いくつかの実施形態では、組成物は、30～2,000 μm 、30～35 μm 、35～

50

50 μm 、50～100 μm 、100～200 μm 、100～2,000 μm 、200～300 μm 、300～400 μm 、400～500 μm 、500～700 μm 、700～1,000 μm 、1,000～1,500 μm 、1,500～1,700 μm 、1,700～2,000 μm の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、粒径を有する本発明の複数の粒子を含む。いくつかの実施形態では、本明細書で使用される粒径は、平均値を指す。

【0065】

本明細書で使用される場合、用語「平均 (average)」または「平均 (mean)」サイズは、ポリマー粒子の直径を指す。用語「直径」は、当該分野で認められており、本明細書では、いずれかの物理的直径（「乾燥直径」とも呼ばれる）を指すために使用される。

10

いくつかの実施形態では、本発明のいくつかの実施形態により調製される、粒子の乾燥直径は、透過電子顕微鏡 (TEM)、粒径分析器、または走査電子顕微鏡 (SEM) イメージングを用いて評価され得る。

【0066】

いくつかの実施形態では、組成物は、50 μm 未満、40 μm 未満、35 μm 未満、33 μm 未満、31 μm 未満、30 μm 未満、25 μm 未満、20 μm 未満の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、断面または直径を有するポリマーコアを有する粒子を実質的に欠く。

【0067】

いくつかの実施形態では、少なくとも90%の粒子のサイズは、 $\pm 100\%$ 、 $\pm 50\%$ 、 $\pm 200\%$ 、 $\pm 300\%$ 、 $\pm 400\%$ 、 $\pm 500\%$ （これらの間の任意の値を含む）より大きい範囲内で変化する。

20

【0068】

いくつかの実施形態では、複数の粒子は、実質的に均一でないサイズを有する。いくつかの実施形態では、複数の粒子は、実質的に均一でない形状を有する。いくつかの実施形態では、複数の粒子は、多分散粒子である（例えば、多分散粒度分布により特徴づけられる）。

粒子は通常、球、不完全球（特に基材に取り付けられるサイズ）、ロッド、円柱、リボン、スポンジ、および任意の他の形状に成形され得るか、またはこれらの形状の集団の形態であり得るか、または1種または複数の形状の混合物を含み得る。

30

【0069】

いくつかの実施形態では、複数の粒子は、実質的に均一でない形状および／または断面により特徴付けられるポリマーコアを有する。いくつかの実施形態では、複数の粒子は、多分散ポリマーコアを含む。

いくつかの実施形態では、ポリマーコアの平均断面の標準偏差は、少なくとも50%、少なくとも100%、少なくとも200%、少なくとも500%（これらの間の任意の値を含む）である。

【0070】

いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、ポリマー粒子などの、追加の粒子をさらに含む。いくつかの実施形態では、追加の粒子は、熱可塑性ポリマー粒子を含む。いくつかの実施形態では、追加の粒子は、熱可塑性ポリマーを含み、熱可塑性ポリマーは、本明細書で記載の通りである。いくつかの実施形態では、追加の粒子の熱可塑性ポリマーは、本発明の粒子のポリマーコアのポリマーと異なるポリマーであるか、または同じポリマーである。

40

いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、添加物をさらに含む。いくつかの実施形態では、添加物は、非導電性材料である。いくつかの実施形態では、添加物は、ポリマー材料（例えば、本明細書で記載のものなどの熱可塑性ポリマー）、ガラス材料、セラミック材料、またはこれらの任意の組み合わせであるか、またはこれらを含む。いくつかの実施形態では、添加物は、本明細書で開示の、押し出し、加熱金型成形などの熱処理技術の

50

いずれか1つと適合性がある（例えば、熱処理中に分解または凝集しない、および／またはポリマーコアの融解時に検出可能な相分離がないように、熱可塑性ポリマーと相溶性がある）。

【0071】

いくつかの実施形態では、添加物は、固体である。いくつかの実施形態では、添加物は、粒子状物質（例えば、繊維、粒子、メッシュ、など）の形態である。いくつかの実施形態では、添加物は、ポリマー粒子であるか、またはこれらを含む。いくつかの実施形態では、ポリマー粒子は、熱可塑性ポリマーを含むか、またはこれから基本的になる。いくつかの実施形態では、ポリマー粒子は、本発明の粒子のコアと同じポリマー（例えば、実質的に同じ化学的組成、および／または同じ物理特性、例えば、融点、ガラス転移点、分子量、などを有する）を含む。いくつかの実施形態では、添加物（例えば、ポリマー粒子の形態）は、本発明の粒子のコアを構成するポリマーと相溶性のあるポリマーを含む。用語「相溶性」は、当該技術分野において周知であり、特に化合物（例えば、溶融状態のポリマー）の混和性を指す。

10

【0072】

いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、組成物の重量の、1～99.9%、5～99.9%、5～90%、10～99.9%、50～99.9%、60～99.9%、70～99.9%（およびこれらの間の任意の範囲を含む）の添加物を含み、添加物は、本明細書で記載される通りである。

【0073】

いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、繊維をさらに含む。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、ガラス繊維をさらに含む。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、本明細書で記載のポリマー粒子をさらに含む。

20

【0074】

いくつかの実施形態では、組成物（例えば、押し出し可能組成物）内の本発明の粒子の重量／重量濃度は、1～100%、1～10%、10～20%、20～30%、30～50%、50～70%、70～80%、80～100%（これらの間の任意の範囲を含む）である。

【0075】

いくつかの実施形態では、組成物内の本発明の粒子の重量／重量濃度は、組成物の流動性を予め決定する。いくつかの実施形態では、本発明の組成物のメルトフローインデックス（MFI）は、本発明の粒子内の界面活性剤の重量／重量濃度および／または化学構造により予め決定される。

30

【0076】

いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、押出成形機に適合する。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、押し出し可能である。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、押し出し工程を介して処理できる。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、押し出し用に構成される。いくつかの実施形態では、本発明の組成物の物理特性（例えば、粒径、化学組成、CNTと熱可塑性ポリマーの間の比率）は、押し出し工程に、適合する、または好適である。

40

【0077】

いくつかの実施形態では、押し出し可能組成物は、0.1～100、0.1～1、1～10、10～50、50～100の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、MFIにより特徴づけられる。

【0078】

いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、1～7,000kg／時、1～10kg／時、10～100kg／時、100～1,000kg／時、1,000～7,000kg／時の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、供給速度により特徴づけられる。

【0079】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、化学的におよび／または物理的に安定であ

50

る。いくつかの実施形態では、安定な組成物（例えば、本発明の組成物）は、凝集体を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、凝集体は、相互に接着されるまたは結合される複数の粒子を含む。

【0080】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、粒子が実質的にその構造、およびその物理特性を維持し、および／または粒子のシェルが粒子のコアと接触したまま、またはそれに結合されたままである（例えば崩壊を実質的に欠く）場合、安定であると呼ばれる。

【0081】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、粒子がその化学組成を実質的に維持する場合、化学的に安定であると呼ばれる。

【0082】

いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、少なくとも1か月、少なくとも2か月、少なくとも6か月、少なくとも12か月、少なくとも2年、少なくとも3年、少なくとも10年間にわたり、およびこれらの間の任意の範囲を含む期間にわたり、化学的におよび／または物理的に実質的に安定であり（例えば、粒子は、押出性、安定性、分解の非存在などの、その構造的および／または機能特性を実質的に維持する）、実質的に、は以降に記載の通りである。いくつかの実施形態では、本発明の粒子は、熱可塑性ポリマーの融点未満の温度を含む貯蔵条件で、本明細書に記載の期間にわたり実質的に安定である。

【0083】

物品

本発明の別の態様では、本発明の組成物の押し出しにより製造される物品が存在する。いくつかの実施形態では、物品は、本発明の組成物の押し出し物である。いくつかの実施形態では、物品は、本発明の組成物の処理により製造される。いくつかの実施形態では、処理は、押し出し、射出、ホットブローフィルム、金型成形（例えば、注型成形、圧縮成形、回転成形）またはこれらの任意の組み合わせから選択される工程による。いくつかの実施形態では、本発明の組成物は、本発明の物品を得るように、成形可能または処理可能である。

【0084】

いくつかの実施形態では、物品は、ウォールを含み、ウォールは本発明の組成物から処理加工される。いくつかの実施形態では、ウォールは、ポリマーマトリックスおよびその中に埋め込まれたまたは組み込まれた複数のCNTから基本的になる。いくつかの実施形態では、複数のCNTは、ウォール内および／またはポリマーマトリックス内に均質に分布される。

【0085】

いくつかの実施形態では、それぞれの複数のCNTは、1種または複数の界面活性剤分子と接触されるまたは結合される。いくつかの実施形態では、界面活性剤分子は、CNT集合を実質的に妨げる。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、CNTおよびポリマーマトリックスの適合性を高める。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、組成物の安定性を高める。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、ポリマーマトリックス内のCNTの分散性を高める、または誘導する。いくつかの実施形態では、界面活性剤は、CNTおよび熱可塑性ポリマーの分離を防ぐ。

【0086】

いくつかの実施形態では、ポリマーマトリックスは、以下に記載のように、熱可塑性ポリマーを含む。いくつかの実施形態では、ポリマーマトリックスは、ランダムに分布されるポリマー鎖および界面活性剤分子からなる絡み合ったマトリックスである。いくつかの実施形態では、ポリマー鎖は、界面活性剤分子と接触しており、それによりマトリックスを形成する。いくつかの実施形態では、ポリマー鎖は、マトリックス内でランダムに分布される。いくつかの実施形態では、マトリックスは、整列されたまたは配向されたポリマー鎖を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、マトリックスは、特定の方向に整列または配向したポリマー鎖を実質的に欠く。

10

20

30

40

50

【0087】

いくつかの実施形態では、ウォールは、 $100\text{ nm} \sim 10\text{ cm}$ 、 $100\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{ m}$ 、 $1\text{ }\mu\text{ m} \sim 10\text{ cm}$ 、 $10\text{ }\mu\text{ m} \sim 10\text{ cm}$ 、 $10\text{ }\mu\text{ m} \sim 5\text{ cm}$ 、 $20\text{ }\mu\text{ m} \sim 10\text{ cm}$ 、 $30\text{ }\mu\text{ m} \sim 10\text{ cm}$ 、 $40\text{ }\mu\text{ m} \sim 10\text{ cm}$ 、 $50\text{ }\mu\text{ m} \sim 10\text{ cm}$ 、 $100\text{ }\mu\text{ m} \sim 10\text{ cm}$ 、 $10\text{ }\mu\text{ m} \sim 1\text{ cm}$ 、 $1 \sim 10\text{ cm}$ 、 $1 \sim 5\text{ cm}$ 、 $5 \sim 10\text{ cm}$ 、 $50\text{ }\mu\text{ m} \sim 5\text{ cm}$ 、 $50\text{ }\mu\text{ m} \sim 1\text{ cm}$ 、 $50\text{ }\mu\text{ m} \sim 3\text{ cm}$ の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、厚さにより特徴づけられる。

【0088】

いくつかの実施形態では、ウォールおよび／または物品は、 $0.1\text{ cm} \sim 100\text{ m}$ 、 $1\text{ cm} \sim 100\text{ m}$ 、 $1\text{ cm} \sim 1\text{ m}$ 、 $1 \sim 100\text{ m}$ 、 $1 \sim 10\text{ m}$ 、 $10\text{ m} \sim 100\text{ m}$ の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、長さ／幅寸法により特徴づけられる。

10

【0089】

いくつかの実施形態では、用語ウォールは、物品の構造要素を指し、ウォールの形状は、実質的に物品の形状を予め決定する。いくつかの実施形態では、ウォールは、均一厚さにより特徴づけられる。いくつかの実施形態では、ウォールは、不均一厚さにより特徴づけられる。いくつかの実施形態では、ウォールは、2Dまたは3D形状を有する。いくつかの実施形態では、ウォールは、球、半球、中空球、円柱、中空円筒、中空半球、錐体、ピラミッド、蹄鉄、または任意の他の3D形状のいずれかである。いくつかの実施形態では、ウォールは、実質的に連続的である。いくつかの実施形態では、ウォールは、1つまたは複数の開口または切り込みを含む。いくつかの実施形態では、開口は、ウォール上またはウォール内のパターンの形態で分布される。いくつかの実施形態では、ウォールは、穴あきウォールである。いくつかの実施形態では、開口または穿孔は、ウォール上またはウォール内のパターンの形態で分布される。いくつかの実施形態では、ウォールはネットの形態である。

20

【0090】

いくつかの実施形態では、物品は、a) 押し出しに好適な条件下で本発明の組成物を提供すること、それにより押し出し物を得ること；およびb) 本発明の物品を得るように押し出し物を成形すること、を含む工程により製造される。いくつかの実施形態では、ステップb) は、ステップa) を実施した後に行われる。いくつかの実施形態では、ステップa) は、適切な条件下で、例えばそれらを $30 \sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ の（または、本発明の粒子を構成する熱可塑性ポリマーの融点より、少なくとも $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、少なくとも $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、または少なくとも $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低い）温度に曝露することにより、押し出し物を乾燥するステップをさらに含む。いくつかの実施形態では、ステップb) は、所定の形状により特徴づけられる物品を得るように実施される。

30

【0091】

いくつかの実施形態では、ステップb) は、押し出し、射出、ホットブローフィルム、金型成形（例えば、注型成形、圧縮成形、回転成形）またはこれらの任意の組み合わせから選択される工程により実施される。

いくつかの実施形態では、押し出し物は、プレート、膜、粒子状物質（例えば、顆粒）の形態である、または三次元形状により特徴づけられる、または $1\text{ mm} \sim 100\text{ m}$ 、およびこれらの間の任意の範囲の少なくとも1つの寸法により特徴づけられる。いくつかの実施形態では、押し出し物は、任意の明確な三次元形状を欠く。

40

いくつかの実施形態では、押し出し物は、押し出し、射出、ホットブローフィルム、金型成形（例えば、注型成形、圧縮成形、回転成形）またはこれらの任意の組み合わせから選択される工程により成形可能である。いくつかの実施形態では、用語「成形可能な」または用語「処理可能な」は、所定の形状を得る組成物の能力を指す。

【0092】

いくつかの実施形態では、物品は、複合材料である。いくつかの実施形態では、本発明の物品は、固体複合材である。いくつかの実施形態では、本発明の物品は、層状複合材の形態である。いくつかの実施形態では、本発明の物品または複合材料（c o m p o s i t

50

e material) (本明細書では、「複合材 (composite)」としても使用される) の全体は、実質的に均質である。いくつかの実施形態では、CNTは、本発明の全体物品内に均一に分布される。いくつかの実施形態では、CNTは、本発明のポリマーマトリックス内に均一に分布される。

【0093】

本明細書で使用される場合、「複合材料」は、混合されると、個別の要素とは異なる特性を有する材料をもたらす、特に異種の化学的または物理的特性を有する2種以上の成分材料から生成される材料である。

【0094】

いくつかの実施形態では、複合材は、個別の成分 (例えば、本発明のCNT、界面活性剤、および熱可塑性ポリマー) へと容易に分離できない実質的に均一な材料を指す。いくつかの実施形態では、複合材は、相分離または崩壊を実質的に欠く (本明細書では、「安定な」複合材とも呼ばれる)。いくつかの実施形態では、複合材は、多層構造を実質的に欠く。当業者は理解するように、3種のタイプの複合材 (例えば、ナノ複合材): 非インターカレート (マイクロ複合材)、インターカレート、または薄片化ナノ複合材料が存在する。

【0095】

いくつかの実施形態では、本明細書で使用される均質な複合材は、マトリックス内に実質的に均一に分布されたCNTを含む。いくつかの実施形態では、本明細書で使用される均質な複合材は、マトリックス内に実質的に均一に埋め込まれたCNTを含む。いくつかの実施形態では、本明細書で使用される均質な複合材は、CNT凝集体 (または集塊体) を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、本明細書で使用される均質な複合材は、本発明の複合材料の総CNT含量に対する重量%で、20%以下、15%以下、10%以下、5%以下、3%以下、1%以下、およびこれらの間の任意の範囲以下の凝集体を含む。

【0096】

いくつかの実施形態では、本明細書で使用される均質な複合材は、複合材料の断面内の総CNT含量に対して、20%以下、15%以下、10%以下、5%以下、3%以下、1%以下 (これらの間の任意の範囲を含む) の凝集体を含む。当業者は、CNTの凝集の程度は、限定されないがTEMまたはSEM写真を含む、材料のマイクロ構造を解析することにより評価できることを理解するであろう。いくつかの実施形態では、複合材料のCNTの少なくとも70%、少なくとも80%、少なくとも90%、少なくとも92%、少なくとも95%、少なくとも97%、少なくとも99%が、複数の別個領域 (または別個集団) 中に構成され、各領域は、1~500nm、1~100nm、1~200nm、1~10nm、1~50nm、10~500nm、10~100nm、50~500nm、50~100nm、100~500nm、50~200nm、または10μm未満、5μm未満、1μm未満 (これらの間の任意の範囲を含む) の幅寸法 (または断面) および/または長さ寸法により特徴づけられる。

【0097】

いくつかの実施形態では、CNT凝集体は、少なくとも1μm、少なくとも5μm、少なくとも10μm、少なくとも50μm、少なくとも100μm、少なくとも500μm (これらの間の任意の範囲を含む) の少なくとも1つの寸法 (例えば、厚さ) により特徴づけられる。いくつかの実施形態では、凝集体の少なくとも1つの寸法は、平均値を指す。

【0098】

いくつかの実施形態では、物品は、電磁放射線または電磁界干渉 (EMI) を減衰させることができる、および/またはこれらの減衰のために構成される。いくつかの実施形態では、ウォールおよび/または物品は、EMI減衰 (例えば、EMI反射、EMI消散または両方) をもたらすように形作られる。

【0099】

本発明の複合材料の均質性 (例えば、CNT凝集体の存在) は、TEM、SEMなどに

よる、材料表面の適切な顕微鏡的分析を用いることにより評価できる。顕微鏡写真（例えば、TEMおよび／またはSEM写真）の分析は、例えば、当該技術分野において周知である、画像処理ソフトウェアにより実施できる。さらに、均質性は、少なくとも3つの異なる位置で物品の組成を検査すること（例えば、CNTおよび／または界面活性剤の濃度を測定すること）により評価できる。測定された濃度値の標準偏差は、20%以下、10%以下、5%以下、1%以下（これらの間の任意の範囲を含む）であると仮定される。

あるいは、均質性は、実施例セクションで示されるように、組成物または物品のEMI（電磁界干渉）減衰または遮蔽特性を試験することにより評価できる。

【0100】

いくつかの実施形態では、本発明の物品は、押し出し、射出、ホットブローフィルム、金型成形（例えば、注型成形、圧縮成形、回転成形）またはこれらの任意の組み合わせに好適な条件下で押し出し物を提供することにより成形される。

【0101】

いくつかの実施形態では、物品は、固体である。いくつかの実施形態では、物品は、ポリマーマトリックスおよびその中に埋め込まれたまたは組み込まれた複数のCNT（例えば、SWCNT）を含む。いくつかの実施形態では、複数のCNT（例えば、SWCNT）は、マトリックス内に均質に分布される。いくつかの実施形態では、ポリマーマトリックスは、本明細書で記載のように、熱可塑性ポリマーを含む。いくつかの実施形態では、ポリマーマトリックスは、ランダムに分布されたポリマー鎖および界面活性剤分子からなる絡み合ったマトリックスである。いくつかの実施形態では、ポリマー鎖は、界面活性剤分子と接触しており、それによりマトリックスを形成する。いくつかの実施形態では、ポリマー鎖は、マトリックス内でランダムに分布される。いくつかの実施形態では、マトリックスは、整列されたまたは配向されたポリマー鎖を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、マトリックスは、特定の方向に整列されたまたは配向されたポリマー鎖を実質的に欠く。

【0102】

いくつかの実施形態では、本発明の熱可塑性ポリマーは、マトリックスを形成し、複数のCNT（例えば、SWCNT）は、それと接触されるまたはそれに結合される。いくつかの実施形態では、複数のCNT（例えば、SWCNT）は、マトリックス上でまたはその中に物理吸着および／または化学吸着される。いくつかの実施形態では、結合は、非共有結合を介する。いくつかの実施形態では、複数のCNT（例えば、SWCNT）は、マトリックスによりカプセル化される。いくつかの実施形態では、複数のCNT（例えば、SWCNT）は、複合材に対する強化を提供する。いくつかの実施形態では、複数のCNT（例えば、SWCNT）は、複合材（または本発明の物品）の導電性を誘導する、または高める。

【0103】

いくつかの実施形態では、物品は、複合材料である。いくつかの実施形態では、本発明の物品は、固体複合材である。いくつかの実施形態では、本発明の物品は、層状複合材の形態である。いくつかの実施形態では、本発明の物品または複合材料（composite material）（本明細書では「複合材（composite）」としても使用される）の全体は、実質的に均質である。

【0104】

本明細書で使用される場合、「複合材料」は、混合されると個別の要素とは異なる特性を有する材料をもたらす、特に異種の化学的または物理的特性を有する2種以上の成分材料から生成される材料である。

【0105】

いくつかの実施形態では、均質な複合材は、個別の成分（例えば、本発明のCNT、界面活性剤、および熱可塑性ポリマー）へと容易に分離できない材料を指す。当業者は理解するように、3種のタイプのナノ複合材料：非インターカレート（マイクロ複合材）、インターカレート、または薄片化ナノ複合材料、が存在する。

10

20

30

40

50

【0106】

ナノ複合材料の特性は、ポリマーマトリックス中のCNT濃度、表面活性およびそれらの分布に強く依存する。高い導電性を特徴とするナノ複合材料または物品の開発における主要な課題は、ポリマー媒体中のCNTの均一な分布である。本明細書で記載される、可能な解決策の1つは、本明細書で記載のコア-シェル粒子の製造であり、それにより現在の工業的方法よりも良好な均質性をもたらす。

【0107】

いくつかの実施形態では、本発明の物品または組成物は、本明細書で記載のように、熱可塑性ポリマー、CNT、および界面活性剤から基本的になる。いくつかの実施形態では、本発明の物品の重量%で、少なくとも50%、少なくとも60%、少なくとも70%、少なくとも80%、少なくとも85%、少なくとも90%、少なくとも93%、少なくとも95%、少なくとも97%、少なくとも99%、およびこれらの間の任意の範囲の%は、熱可塑性ポリマーから構成される。いくつかの実施形態では、ポリマーマトリックスの少なくとも80%、少なくとも90%、少なくとも95%、少なくとも99%、少なくとも99.9%は、熱可塑性ポリマーから構成される。

10

【0108】

いくつかの実施形態では、CNTおよび／または界面活性剤（および任意に、組成物の任意の追加の成分）は、溶融状態で熱可塑性ポリマーと混和性または相溶性である。いくつかの実施形態では、溶融状態の熱可塑性ポリマーは、複合材料を形成するように（例えば、熱可塑性ポリマーのガラス転移未満の温度で冷却時に）、組成物の追加の成分と混和性または相溶性である。いくつかの実施形態では、溶融状態の熱可塑性ポリマーは、CNTと相溶性であり、それにより得られた混合物は、相分離および／または凝集を実質的に欠く。

20

【0109】

いくつかの実施形態では、溶融状態のポリマーは、均質な複合材料を生ずるように（例えば、混合物の凝固の後に）、組成物の追加の成分と混合可能である。いくつかの実施形態では、熱可塑性ポリマー、およびCNTならびに、任意に、界面活性剤は、均質な複合材を形成できる。

【0110】

いくつかの実施形態では、本発明の物品は、ポリマーマトリックス中に埋め込まれたCNT（例えば、SWCNT）および界面活性剤を含み、物品内の界面活性剤および／またはCNTの重量／重量濃度は、0.01%～5%、0.01%～0.05%、0.05%～0.1%、0.1%～0.5%、0.5%～1%、1%～2%、2%～3%、3%～5%、5%～10%（これらの間の任意の範囲を含む）である。

30

【0111】

いくつかの実施形態では、本発明の物品は、ポリマーマトリックス中に埋め込まれたCNT（例えば、SWCNT）および界面活性剤を含み、物品内の界面活性剤および／またはCNTの重量／重量濃度は、0.00001%～5%、0.00001%～0.01%、0.00005%～5%、0.00001%～0.00005%、0.00001%～0.0001%、0.00001%～0.001%、0.0001%～5%、0.0001%～2%、0.001%～5%、0.001%～2%、0.001%～1%、0.001%～0.005%、0.005%～0.01%、0.01%～5%、0.01%～2%、0.01%～1%、0.01%～0.5%、0.01%～0.05%、0.05%～0.1%、0.1%～0.5%、0.5%～1%、1%～2%、2%～3%、3%～5%、5%～10%（これらの間の任意の範囲を含む）である。

40

【0112】

いくつかの実施形態では、本明細書で記載の物品および／または組成物内の非SWCNTカーボンナノ構造体（例えば、MWCNT、など）の含量は、物品の総CNT含量に対する重量%で、最大で30%、最大で25%、最大で20%、最大で15%、最大で10%、最大で5%、最大で1%（これらの間の任意の範囲を含む）である。

50

【0113】

いくつかの実施形態では、総CNT含量は、本明細書では、本発明の物品内のSWCNTおよび任意に少なくとも1種の追加のカーボンナノ構造体（例えば、MWCNT、カーボンブラック、フラーレン、グラフェン、など）の重量部と呼ばれる。

【0114】

いくつかの実施形態では、組成物は、追加のカーボンナノ粒子を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、組成物は、無機材料（例えば、金属、ガラス、鉱物で、これらの任意の粒子または任意の繊維）を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、組成物は、繊維（例えば、炭素繊維、など）を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、用語カーボンナノ構造体およびカーボンナノ粒子は、本明細書では、同義に使用される。

10

【0115】

いくつかの実施形態では、物品（または複合材）の導電性は、元のポリマー（例えば、CNTおよび／または界面活性剤を含まない）の導電性より、少なくとも50%、少なくとも100%、少なくとも200%、少なくとも500%、少なくとも1,000%、少なくとも10,000%、少なくとも1,000,000%、およびこれらの間の任意の範囲を含む%、大きい。

【0116】

いくつかの実施形態では、物品の導電性は、元のポリマーの導電性よりも少なくとも10、少なくとも100、少なくとも1,000、少なくとも10,000、少なくとも100,000、少なくとも1,000,000、少なくとも10,000,000倍、およびこれらの間の任意の範囲を含む倍数、大きい。

20

【0117】

いくつかの実施形態では、本発明の物品は、 $10^{12} \sim 1 \Omega \cdot \text{cm}$ 、 $10^{12} \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 、 $10^{10} \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 、 $10^8 \sim 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 、 $10^6 \sim 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 、 $10^4 \sim 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 、 $10^2 \sim 1 \Omega \cdot \text{cm}$ の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、体積抵抗率により特徴づけられる。

【0118】

いくつかの実施形態では、本発明の物品は、物理的に安定である。いくつかの実施形態では、安定な物品は、相分離（例えば、CNTとポリマーマトリックスの間の分離を伴う複合材の崩壊）を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、安定な物品は、ひび割れ、変形または他の物理的欠陥を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、安定な物品は、その形状、寸法および／または機械的強度、導電性などの物理特性を実質的に保持する。

30

【0119】

本発明の別の態様では、コーティングの形態の本発明の物品と接触している基材を含む、コートされた基材が提供される。

【0120】

いくつかの実施形態では、コーティングは、本明細書で開示の複合材（例えば、固体複合材）を含む。いくつかの実施形態では、コーティングは、膜の形態である。いくつかの実施形態では、膜は、実質的に均一な層を形成する。いくつかの実施形態では、コーティングは、固体の形態である。いくつかの実施形態では、コーティングは、溶媒（例えば、製造工程由来の何らの残留溶媒）を実質的に欠く。いくつかの実施形態では、コーティング内の残留溶媒の重量／重量濃度は、5%未満、3%未満、2%未満、1%未満、0.5%未満、0.1%未満（これらの間の任意の範囲を含む）である。

40

【0121】

いくつかの実施形態では、それぞれの実施形態のいずれかで記載のコーティング層は、基材の少なくとも一部分の中でまたは一部分の上で組み込まれる。いくつかの実施形態では、それぞれの実施形態のいずれかで記載のコーティング層は、基材の表面の基材の少なくとも1つの表面の少なくとも一部分の中でおよび／または一部分の上で組み込まれる。いくつかの実施形態では、用語「コーティング層」および用語の「コーティング」は、本明細書では、同義に使用される。

50

【0122】

特定の理論または機序に束縛されるものではないが、ポリマーは基材に接着特性を与え、およびCNT（例えば、SWCNT）は最終コーティングに追加の物理特性（例えば、導電性、機械的強度、など）を与えることが、想定される。

【0123】

いくつかの実施形態では、コーティング層は、「層」と呼ばれる、例えば、100%の表面被覆率を表す。いくつかの実施形態では、コーティング層は、約90%、約80%、約70%、約60%、約50%、約40%（これらの間の任意の値を含む）の表面被覆率である。いくつかの実施形態では、基材は、複数のコーティング層をさらに含む。

【0124】

いくつかの実施形態では、コーティング層は、表面上に均質に堆積される。いくつかの実施形態では、コーティングは、亀裂、引っ掻き傷、および／または他の構造的欠陥を実質的に欠く。

【0125】

いくつかの実施形態では、コーティングは、基材に結合されるまたは接着される。いくつかの実施形態では、コーティングは、基材上にまたは基材内に埋め込まれる。いくつかの実施形態では、コーティングは、基材に物理吸着される。いくつかの実施形態では、コーティングは、基材に安定に結合される。

【0126】

いくつかの実施形態では、コーティングは、基材表面の少なくとも10%、少なくとも20%、少なくとも30%、少なくとも40%、少なくとも50%、少なくとも70%、少なくとも90%、少なくとも95%、少なくとも99%、少なくとも99.9%と接触している。本発明のいくつかの実施形態では、その少なくとも一部分の中および／または一部分の上に本明細書で記載の開示コーティング層を組み込んだ基材が提供される。

【0127】

いくつかの実施形態では、物品は、少なくとも1か月、少なくとも2か月、少なくとも6か月、少なくとも12か月、少なくとも2年、少なくとも3年、少なくとも10年間にわたり、およびこれらの間の任意の範囲を含む期間にわたり、実質的に安定であり（例えば、物品は、物理的安定性、および／またはコーティング層の崩壊または浸食の非存在などの、その構造的および／または機能的特性を実質的に維持する）、実質的に、は以降で記載の通りである。

【0128】

いくつかの実施形態では、物品は、熱放射への曝露時に、実質的に安定である。いくつかの実施形態では、熱放射は、30～100℃、-50～0℃、0～10℃、10～30℃、30～50℃、50～70℃、70～100℃、100～150℃の、およびこれらの間の任意の範囲を含む、温度を含む。いくつかの実施形態では、熱放射は、熱可塑性ポリマーの融点より低い温度を含む。

【0129】

本明細書で使用される用語「安定な」は、その構造的、物理的、および／または化学的特性を実質的に維持する物品の能力を意味する。いくつかの実施形態では、物品は、それがその構造（例えば、形状および／または厚さ、長さ、などの寸法）を実質的に維持する場合に、安定であると呼ばれ、実質的に、は以降で記載の通りである。

【0130】

いくつかの実施形態では、コーティング層は、それが亀裂、変形またはいずれか他の表面の不規則性を実質的に欠く場合、安定であると呼ばれる。

【0131】

いくつかの実施形態では、用語「コーティング」および「コーティング層」は、本明細書では、同義に使用される。

【0132】

本発明のいくつかの実施形態により使用可能な基材は、例えば、限定されないが、ガラ

10

20

30

40

50

ス表面；磁器表面；セラミック表面；ケイ素または有機ケイ素表面；金属表面（例えば、ステンレス鋼）；高分子表面、例えば、プラスチック表面、ゴム状表面、紙；木材；織物、編物、または不敷布形態の布地；鉱物（岩石またはガラス）表面、羊毛、絹、綿、麻布、革、プラスチック表面およびポリマー、ナイロン、ケイ素ゴムまたはガラスなどの無機ポリマーを含むまたはこれらから作られる表面を含む、有機的または無機的表面を有してよく、または、いずれかの前述の物質を含むまたはこれらから作られてよい。基材は、限定されないが、ポリカーボネート、ポリエステル、ナイロン、およびアルミニウム箔などの金属箔から選択される。

いくつかの実施形態では、基材は、連続的な層または織られたもしくは織られない基材の形態である。

10

【0133】

一般

本明細書中で使用される用語「約」は、 $\pm 10\%$ を指す。

用語「含む (comprises、comprising、includes、including)」、「有する (having)」、およびそれらの同根語は、「含むが、それらに限定されない (including but not limited to)」ことを意味する。

用語「からなる (consisting of)」は、「含み、それらに限定される (including and limited to)」ことを意味する。

用語「から本質的になる (consisting essentially of)」は、さらなる成分、工程および／または部分が、主張される組成物、方法または構造の基本的かつ新規な特徴を実質的に変化させない場合にのみ、組成物、方法または構造がさらなる成分、工程および／または部分を含み得ることを意味する。

20

単語「例示的」は、本明細書において、「実施例、例、または例証としての役割を果たすこと」を意味するために使用される。「例示的」であると記載されるいずれかの実施形態は必ずしも、他の実施形態よりも好ましいまたは有利であると解釈されるべきではなく、および／または他の実施形態からの特徴の組み込みを排除するものではない。

語句「任意に」は、本明細書では、「いくつかの実施形態において提供され、かつ他の実施形態においては提供されない」ことを意味するために使用される。本発明のいずれかの特定の実施形態は、このような特徴が矛盾しない限り、複数の「任意のな」特徴を含み得る。

30

用語「高める」は、少なくとも 10% 、少なくとも 20% 、少なくとも 30% 、少なくとも 40% 、少なくとも 50% 、少なくとも 60% 、少なくとも 80% 、少なくとも 100% 、少なくとも 150% 、少なくとも 200% 、少なくとも 250% 、少なくとも 300% （これらの間の任意の範囲または値を含む）の差である。

本明細書中で使用される場合、単数形（「a」、「an」および「the」）は、文脈がそうでないことを明確に示さない限り、複数の参照物を包含する。例えば、用語「化合物 (a compound)」または「少なくとも1種の化合物」は、その混合物を含み、複数の化合物を包含してよい。

40

【0134】

本出願を通して、本発明の様々な実施形態は、範囲形式で提示されてよい。範囲形式での記載は、単に便宜上および簡潔化のためであり、本発明の範囲に対する柔軟性のない限定として解釈すべきでないことを理解されたい。従って、範囲の記載は、具体的に開示された可能なすべての部分範囲、ならびにその範囲内の個々の数値を有すると見なさなければならない。例えば、 $1\sim 6$ などの範囲の記載は、具体的に開示された部分範囲（例えば、 $1\sim 3$ 、 $1\sim 4$ 、 $1\sim 5$ 、 $2\sim 4$ 、 $2\sim 6$ 、 $3\sim 6$ など）、ならびにその範囲内の個々の数値（例えば、1、2、3、4、5および6）を有すると見なさなければならない。これは、範囲の広さにかかわらず、当てはまる。

【0135】

数値範囲が本明細書中で示される場合には常に、示された範囲内の任意の言及される数

50

字（分数または整数）を含むことが意図される。第 1 の示された数字と第 2 の示された数字の間の「範囲である／範囲」という表現、および、第 1 の示された数字「から」第 2 の示された数「に及ぶ／までの範囲」という表現は、本明細書中で同義に使用され、かつ第 1 のおよび第 2 の示された数字と、その間のすべての分数および整数を含むと意図される。

【0136】

本明細書で使用される場合、用語「実質的に」は、少なくとも 60 %、少なくとも 70 %、少なくとも 80 %、少なくとも 85 %、少なくとも 90 %、少なくとも 95 %、少なくとも 97 %、少なくとも 99 %、少なくとも 99.9 %、およびこれらの間の任意の範囲または値を含む %、を指す。いくつかの実施形態では、用語「実質的に」および用語「から基本的になる」は、本明細書では、同義に使用される。

10

【0137】

本明細書中で使用される用語「方法」は、所与の課題を達成するための様式、手段、技術および手順を指し、化学、薬理学、生物学、生化学および医学の技術分野の実施者に知られているそのような様式、手段、技術および手順、または、知られている様式、手段、技術および手順から、化学、薬理学、生物学、生化学および医学の技術分野の実施者によって容易に開発されるそのような様式、手段、技術および手順を含むが、それらに限定されない。

【0138】

本明細書で使用される、用語「治療」は、状態の進行を阻害すること、実質的に抑制すること、遅らせること、または回復させること、臨床的または状態の審美的症状を実質的に改善すること、または状態の臨床的または審美的症状の出現を防止することを含む。

20

【0139】

明確にするために別個の実施形態の文脈で説明される、本発明の特定の特徴は、単一の実施形態において組み合わせ提供されてもよいと理解される。逆に、簡潔にするため単一の実施形態で説明される、本発明の各種の特徴は、別個にまたは適切なサブコンビネーションで、あるいは本発明の他の記載される実施形態において好適なように提供されてもよい。種々の実施形態の文脈において記載される特定の特徴は、その実施形態がそれらの要素なしに動作不能でない限り、それらの実施形態の不可欠な特徴であると見なされるべきではない。

30

【0140】

上で説明し、以下の特許請求の範囲で請求する本発明の様々な実施形態および態様は、以下の実施例において実験的に裏付けられる。ここで下記の実施例が参照され、これらは、上の説明と併せて、非限定的に本発明のいくつかの実施形態を説明する。

【0141】

実施例

実施例 1

ナイロン 6 ベースのコアーシェル粒子の調製

ポリマー粒子：ポリアミド（PA）ナイロン 6 粉末、粒径 30 ~ 1300 μm （LAN XESS, DOMO, BASF、などから購入）。

40

SWCNT：平均外径 1.6 nm、長さ > 5 μm 。

界面活性剤：ポリエーテルコポリマーベース界面活性剤。

【0142】

ナイロン 6 粉末を、本発明の例示的コアーシェル粒子を得るためにコートした。コアとシェルの重量／重量比率は、約 100 : 1 である。

本発明のコアーシェル粒子（乾燥粉末の形態で）を、2 軸押し出し機、C o p e r i o n, Z S K 18 M e g a L a b、D = 18 mm、48 L / D により押し出しした。

次の組成物を、実例にし、試験した：

50

【表 1】

試料番号	[未希釈ポリアミド粒子+鈹物繊維(10～13μmの直径、3～4.5mmの長さ)]の重量/重量%	本発明の粒子に対する重量/重量%
4	90	10
5	80	20
6	70	30
7	100	0

【表 2】

試料番号	[未希釈ポリアミド粒子+鈹物繊維(10～13μmの直径、3～4.5mmの長さ)]の重量/重量%	本発明の粒子に対する重量/重量%	体積抵抗率
4	90	10	1.32E+09
5	80	20	6.87E+06
6	70	30	1.60E+06
7	100	0	1.10E+12

【0143】

ポリカーボネートおよびポリエチレン粉末を、上記のコーティング工程にうまく組み込み、導電性物品を得た。

ポリエステルベースブロックコポリマーなどの追加の界面活性剤、およびポリアクリル酸-c o -マレイン酸を、本発明のコア-シェルポリマー粒子の製造のためにうまく組み込んだ。続いて、例示的な導電性物品を、コア-シェル粒子の押し出しにより形成した。試験した物品は、高められた伝導性（10¹²～10⁶の体積抵抗率）を示した。

さらに、コーティングをまた、水性SWCNT分散体中で、SDBS、CMCを界面活性剤として実施した。続いて、例示的な導電性物品を、コア-シェル粒子の押し出しにより形成した。試験した物品は、高められた伝導性（10¹²～10⁶の体積抵抗率）を示した。

【0144】

実施例 2

ナイロン6ベースのミリメートルサイズのコア-シェル粒子のコーティング

ポリマー粒子：ポリアミド（PA）ナイロン6ペレット、粒径＝約2～3mm（LANXESS、DOMO、BASF，などから購入）。

SWCNT：平均外径1.6nm、長さ>5μm

界面活性剤：ポリエーテルコポリマーベース界面活性剤

【0145】

コーティングを、実施例1に記載の条件により実施した。

続いて、シェル接着性を、得られた粒子をIPAで抽出することにより試験した。意外にも、発明者らは、得られた粒子が不安定であること（即ち、粒子が極性溶媒との接触により崩壊を受ける）、およびシェルがIPAを用いた溶媒抽出によりポリマーコアから容易に分離されることを観察した。従って、2mmを超える粒径を有するポリマー粒子の組み込みにより、得られるコア-シェル粒子は容易に崩壊を受ける。明らかに、SWCNTベースシェルが供給段階中に崩壊するため、得られた粒子は、押し出し可能ではない。

【0146】

実施例 3

本発明の組成物からなるウォールを含む本発明の例示的物品を、本明細書で記載のコア-シェル粒子の押し出しおよび／または金型成形により、およびごく少量のCNTを含ん

で製造した（表 1 を参照）。

【0147】

ポリアミド（ポリアミド 6）および SWCNT ベースのコア-シェル粒子を、板状試験片形状の例示的物品の製造のために組み込んだ。コア-シェル粒子の組成は、次記の通りであった：ポリアミド（PA6）粉末、粒径 30～1300 μ m、（LANXESS、DOMO、BASF、などから購入）；SWCNT：1 重量%（平均外径 1.6 nm、長さ > 5 μ m、OCSiAl から購入）；界面活性剤：ポリエーテルコポリマーベース界面活性剤。

【0148】

コア-シェル粒子を、次記のように製造した：ナイロン 6 粒子を、ナイロン 6 / CNT コア-シェル粒子を得るために SWCNT でコートした。コアとシェルの重量 / 重量比率は、約 100：1～10：1 である。例示的コア-シェル粒子の化学組成は、下の表 1 に示した物品の組成と同一である。

【0149】

例示的实施形態では、本発明の物品を、適切な条件下にて 2 軸押し出し機（Coperion, ZSK 18 Mega Lab、D = 18 mm、48 L / D）での例示的コア-シェル粒子の押し出しにより製造した。

【0150】

押し出し物をその後、約 40～100℃で約 0.5～10 時間乾燥した。

乾燥した押し出し物を、さらに成形して（例えば、圧縮成形により）、10 cm * 10 cm の板状試験片（約 300 μ m の厚さ）を得た。本明細書で記載のコア-シェル粒子から処理された例示的物品の EMI 減衰を、後述のように試験し、（i）CNT を欠く元のポリマー、および（ii）本発明のコア-シェル粒子から処理された同じ組成物を有する対照品（P9-158-1 と表記）と比較した。図 1C は、対照品のポリマーマトリックス内の CNT の均質でない分布を示す顕微鏡写真である。

【0151】

P9-158-1 を、均質でない 10 cm * 10 cm 板状試験片（約 300 μ m の厚さ）を得るために、ポリアミド 6 および 0.2 重量%の CNT からなる混合物の金型成形（例えば、圧縮成形）により調製した。

【0152】

測定を、Schlesinger Center for Radiation Sources and Applications at Ariel University, Israel の検査室で実施した。簡単に説明すると、ネットワーク分析装置に接続された送信アンテナおよび受信アンテナを、相互に位置合わせする（図 2 に示すように）。較正測定 S21 を、試験板なしに行う（自由場）。

測定のために、試験板を、試験板の中央部が送信アンテナと受信アンテナの間の仮想直線上に配置されるように、アンテナに垂直に放射電磁界の中央に導入する。

試料を、送信の電磁波の高さで電磁波の方向に垂直に整列させる。送信特性を、ネットワーク分析装置で S21 パラメーターを測定することにより得る。

【0153】

この実験の結果を、図 1A に示す。図 1A の値は、元のポリマーの減衰と比較した EMI 減衰と呼ばれる。図 1A に示すように、全ての試験した波長の範囲内で、本発明の例示的物品は、均質でない対照の EMI 減衰より 2～5 桁程度大きい EMI 減衰を示した。

下表 1 は、本発明の物品の例示的組成物を示し、0.005～1 重量%の低い CNT 濃度でも、高い EMI シールドを示す。

10

20

30

40

50

【表 3】

表 1：本発明の例示的物品の組成およびEMI減衰（75～110GHz）

ポリマー	PA6*	PA6	PA6	PA6*	PA6*(P9-158-1)
長さ (cm)	10	10	10	13	10
幅 (cm)	10	10	10	7.5	10
厚さ (cm)	0.03	0.03	0.05	0.2	0.03
密度 (g/cm ³)	1.4	1.11	1.10	1.55	1.85
重量 PA6 (g)	3.24	3.24	5.4	22.23	5.55
重量%CNT	0.20%	1%	0.10%	0.05%	0.2%**
減衰 (dB)	32	35	30.76	18.98	7.6

*試料はガラス繊維をさらに含む；**CNT分布は均質でない

10

【0154】

試験試料と実質的に同じ寸法を有する元のポリマーは、無視できる程度の減衰（約0～5dB）を示した。

さらに、図1B～1Cに示すように、本発明のコアシェル粒子から処理した例示的物品は、図1Bに示すように、ポリマーマトリックス内で実質的に均質な分布により特徴づけられ、何らかの検出可能な凝集体のないCNTの実質的に均一な分布を示した。対照的に、P9-158-1は、CNTの均質でない分布（およびさらに相分離）により特徴づけられ、物品表面上に目視で検出できるCNT凝集体を有した（図1C参照）。

【0155】

20

本発明はその特定の実施形態と共に説明されているが、多くの代替物、修正物および変形物があることは当業者には明らかであろう。従って、本発明は、添付の請求項の範囲の趣旨と広い範囲に入るこのような代替物、修正物および変形物のすべてを包含することが意図される。

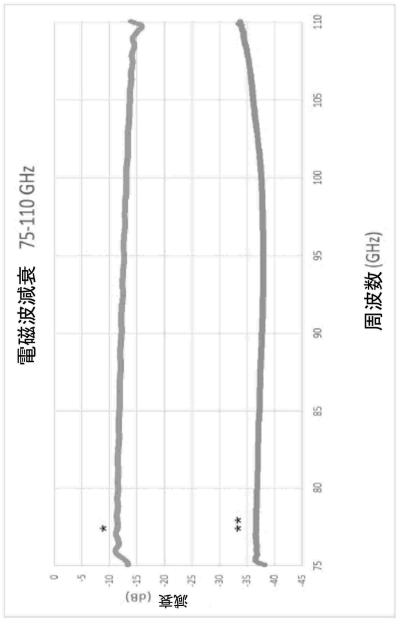
本明細書で挙げた刊行物、特許および特許出願はすべて、個々の刊行物、特許および特許出願のそれぞれがあたかも具体的に、個別に参照により組み込まれることが示されているのと同程度に、それら全体が参照により本明細書に組み込まれる。さらに、本出願における任意の文献の引用または特定が、このような文献が本発明の先行技術として利用できるということの承認と解釈されるべきではない。セクションの見出しが使用される程度に、それらが必ずしも限定的であると解釈されるべきではない。

30

40

50

【図面】
【図 1 A】



【図 1 B】

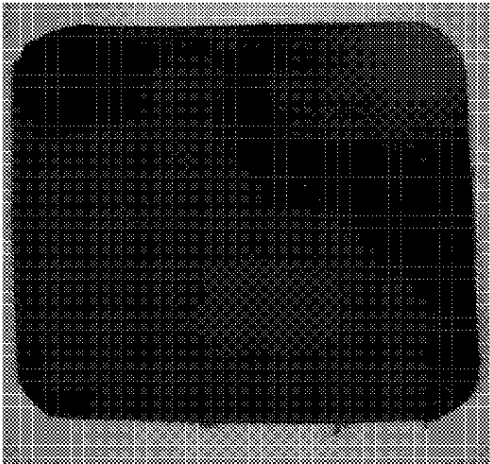
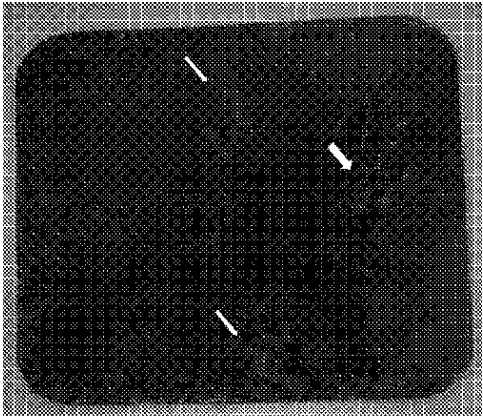


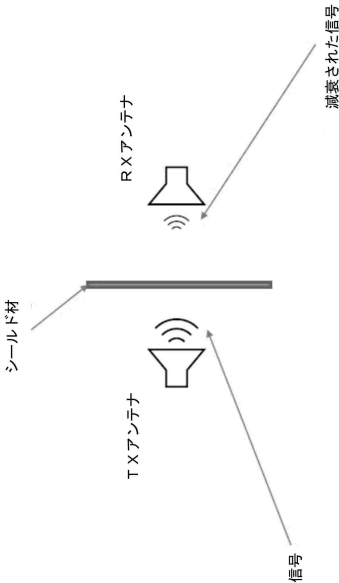
Figure 1B

【図 1 C】



【図 2】

Figure 1C



10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IL2022/050438
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C08J 5/00</i> (2022.01)i; <i>B82Y 30/00</i> (2022.01)i; <i>C08K 3/04</i> (2022.01)i; <i>C08K 7/24</i> (2022.01)i; <i>H01B 1/24</i> (2022.01)i CPC:C08J 5/005; B82Y 30/00; C08K 3/04; C08K 7/24; H01B 1/24 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C08J 5/00; B82Y 30/00; C08K 3/04; C08K 7/24; H01B 1/24 CPC:C08J 5/005; B82Y 30/00; C08K 3/04; C08K 7/24; H01B 1/24 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Databases consulted: Google Patents, Google Scholar, Similari (AI-based) Search terms used: particle, polymeric core, carbon nanotube		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009200517 A1 (ARKEMA FRANCE [FR]) 13 August 2009 (2009-08-13) [0010], [0017], [0025], [0029], [0044], [0055], [0090], [0091], [0099], [0105], [0116], [0129], [0145]-[0147], [0155], [0213], [0216], Figure 2	1-22
A	US 2018243692 A1 (UNIV NORTHEASTERN [US]) 30 August 2018 (2018-08-30) [0036]	1-13
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 August 2022		Date of mailing of the international search report 03 August 2022
Name and mailing address of the ISA/IL Israel Patent Office Technology Park, Bldg.5, Malcha, Jerusalem, 9695101, Israel Israel Telephone No. 972-73-3927110 Email: pctoffice@justice.gov.il		Authorized officer KORBAKOV Nina Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International application No.			
Information on patent family members				PCT/IL2022/050438			
Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2009200517	A1	13 August 2009	US	2009200517	A1	13 August 2009
				US	7943065	B2	17 May 2011
				CN	101421338	A	29 April 2009
				EP	1845124	A1	17 October 2007
				EP	2013266	A2	14 January 2009
				JP	2009533518	A	17 September 2009
				WO	2007119172	A2	25 October 2007
				WO	2007119172	A3	13 March 2008
US	2018243692	A1	30 August 2018	US	2018243692	A1	30 August 2018
				US	11167247	B2	09 November 2021

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JM,JO,J
P,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,N
A,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,
TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW
イスラエル国, 4 2 5 0 3 2 4 ネタニア, エイビー 10, 5 アイヤール ストリート
(72)発明者 ミズラヒーダガン, マーヤン
イスラエル国, 6 0 9 9 1 0 0 ベネ アタロット, 4 ハクラミム ストリート
(72)発明者 アンテビ, イェホナタン
イスラエル国, 4 6 3 8 9 0 9 ヘルツェリア, 9 ハガリル ストリート
(72)発明者 コリン, スマダー
イスラエル国, 8 5 4 0 5 0 0 アイン・ハブソール, ヤミットストリート
(72)発明者 レクトマン, ドミトリー
イスラエル国, 1 8 0 4 5 2 3 アフラ, 10 サピール ストリート
(72)発明者 ベン バサット, モラン
イスラエル国, 6 4 3 3 2 0 9 テル アビブ, エイビー 16, 34 ディジンゴフ ストリート
(72)発明者 シンガー, ヤイル
イスラエル国, 5 2 6 2 6 1 9 ラマト ガン, アパートメント 6, 3 エメック ドータン スト
リート
(72)発明者 ガムリエル, リラン
イスラエル国, 5 2 2 6 9 0 6 ラマト ガン, 6 ロディン ストリート
(72)発明者 エリアフ, サフリール
イスラエル国, 5 4 0 2 1 0 5 ギヴァト シュムエル, 10 ロハメイ ハゲタオット ストリート
F ターム (参考) 4F070 AA13 AA50 AA54 AB23 AB24 AC04 AC84 AD02 AE06 AE14
DB04 DC02 FA01 FA09 FB02 FB04 FB07 FC05
4J002 AA002 AA011 BB031 BB041 BB121 BB151 BB181 DA016 DL008 EN137
FA048 FA056 FD016 FD018 FD317 HA09