

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7599434号
(P7599434)

(45)発行日 令和6年12月13日(2024.12.13)

(24)登録日 令和6年12月5日(2024.12.5)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 5 K 3/12 (2006.01)	H 0 5 K 3/12	
H 0 5 K 3/18 (2006.01)	H 0 5 K 3/18	G
H 0 5 K 9/00 (2006.01)	H 0 5 K 9/00	R
B 3 2 B 15/08 (2006.01)	B 3 2 B 15/08	E

請求項の数 15 (全27頁)

(21)出願番号	特願2021-565853(P2021-565853)	(73)特許権者	505005049
(86)(22)出願日	令和2年5月5日(2020.5.5)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(65)公表番号	特表2022-531873(P2022-531873		ズ カンパニー
	A)		アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3
(43)公表日	令和4年7月12日(2022.7.12)		3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/054264		オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリー
(87)国際公開番号	WO2020/225731		エム センター
(87)国際公開日	令和2年11月12日(2020.11.12)	(74)代理人	100130339
審査請求日	令和5年4月25日(2023.4.25)		弁理士 藤井 憲
(31)優先権主張番号	62/843,739	(74)代理人	100110803
(32)優先日	令和1年5月6日(2019.5.6)		弁理士 赤澤 太朗
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100135909
			弁理士 野村 和歌子
		(74)代理人	100133042
			弁理士 佃 誠玄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パターン化された導電性物品

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単一層を備える基材と、

前記単一層に少なくとも部分的に埋め込まれた導電トレースの微細パターンであって、各導電トレースは、前記導電トレースの長手方向に沿って延び、

上部主表面と、前記単一層と直接接触している反対側の底部主表面とを有する導電性シード層と、

前記導電性シード層の前記上部主表面上に配置された単一導電体であって、前記単一導電体と前記導電性シード層とが組成又は結晶形態のうちの少なくとも1つにおいて異なっており、前記単一導電体は、横方向側壁を有し、前記横方向側壁の総面積の少なくとも過半が前記単一層と直接接触している、単一導電体と、

を備える、導電トレースの微細パターンと、

を備え、

前記導電トレースの微細パターンが、80%~99.95%の範囲の開放面積率を有する、アンテナ用、ヒータ用、電磁干渉シールド用、静電気消散構成要素用、又はタッチセンサ用である、パターン化された導電性物品。

【請求項 2】

前記導電トレースの微細パターンが、90%~99.9%の範囲の開放面積率を有する、請求項1に記載のパターン化された導電性物品。

【請求項 3】

前記微細パターンにおける前記導電トレースの少なくとも過半の各導電トレースが、前記長手方向及び前記単一層の厚さ方向に直交する幅方向に沿った幅Wを有し、前記厚さ方向に沿った厚さTを有し、 T/W が少なくとも0.8である、請求項1又は2に記載のパターン化された導電性物品。

【請求項4】

前記導電トレースの微細パターンが、溝の微細パターン内に少なくとも部分的に配置され、前記溝の微細パターンが、非導電材料で実質的に充填された少なくとも1つの溝を備える、請求項1から3のいずれか一項に記載のパターン化された導電性物品。

【請求項5】

前記導電性シード層が、硬化された導電性インク又は硬化された導電性コーティングを備える、請求項1から4のいずれか一項に記載のパターン化された導電性物品。

10

【請求項6】

前記導電性シード層が、架橋ポリマー層上に配置された導電層を備える、請求項1から5のいずれか一項に記載のパターン化された導電性物品。

【請求項7】

パターン化された導電性物品であって、第1の溝をその中に備える基材であって、前記第1の溝は、長手方向に沿って延び、底面と側面とを有する、基材と、

前記第1の溝内に配置された導電性シード層と、

前記第1の溝内に少なくとも部分的に配置された単一導電体と、

を備える、パターン化された導電性物品であって、

20

前記第1の溝の前記長手方向に垂直な少なくとも1つの断面において、前記導電性シード層は、前記第1の溝の前記底面の少なくとも過半を覆っており、前記単一導電体が前記導電性シード層と前記第1の溝の前記側面の少なくとも過半とを覆っており、前記側面のそれぞれと前記単一導電体とが前記側面のそれぞれと前記単一導電体との間に導体-絶縁体境界面を画定し、前記単一導電体と前記導電性シード層とが前記単一導電体と前記導電性シード層との間に導体-導体境界面を画定し、

前記パターン化された導電性物品が、80%～99.95%の範囲の開放面積率を有する、アンテナ用、ヒータ用、電磁干渉シールド用、静電気消散構成要素用、又はタッチセンサ用である、パターン化された導電性物品。

【請求項8】

30

前記基材が溝の微細パターンをその中に備え、前記溝の微細パターンが前記第1の溝を備える、請求項7に記載のパターン化された導電性物品。

【請求項9】

前記溝の微細パターンが第2の溝を備え、前記第2の溝の長さ L に直交する少なくとも1つの断面において、前記第2の溝が実質的に透明な材料で実質的に充填されている、請求項8に記載のパターン化された導電性物品。

【請求項10】

第1の溝をその中に備える基材であって、前記第1の溝は底面と側面とを有する、基材と、

前記第1の溝内に配置された導電性シード層と、

前記第1の溝内に少なくとも部分的に配置された単一導電体と、

を備えるパターン化された導電性物品であって、

40

前記導電性シード層は、前記第1の溝の前記底面の少なくとも過半を覆っており、前記単一導電体は、前記導電性シード層と前記第1の溝の前記側面の少なくとも過半とを覆っており、前記導電性シード層に平行であり、前記導電性シード層から離れている、前記単一導電体を通る平面では、前記単一導電体は、前記側面との第1の境界面において、より小さい第1のラインエッジラフネスを有し、前記導電性シード層が、前記導電性シード層の縁部において、より大きい第2のラインエッジラフネスを有し、

前記パターン化された導電性物品が、80%～99.95%の範囲の開放面積率を有する、パターン化された導電性物品。

50

【請求項 1 1】

第 1 の溝をその中に備える基材であって、前記第 1 の溝は、長手方向に沿って延び、底面と側面とを有する、基材と、

前記第 1 の溝内に配置された単一導電層と、

を備えるパターン化された導電性物品であって、

前記第 1 の溝の前記長手方向に垂直な少なくとも 1 つの断面において、前記単一導電層は、前記第 1 の溝の前記底面の少なくとも過半を覆っており、前記第 1 の溝の前記側面の少なくとも過半が、前記単一導電層の組成と同じ組成を有する材料と接触しておらず、

前記パターン化された導電性物品が、80%～99.95%の範囲の開放面積率を有する、アンテナ用、ヒータ用、電磁干渉シールド用、静電気消散構成要素用、又はタッチセンサ用である、パターン化された導電性物品。

10

【請求項 1 2】

非金属材料が前記第 1 の溝内に少なくとも部分的に配置され、前記第 1 の溝の前記少なくとも 1 つの断面において、前記非金属材料が前記第 1 の溝の前記側面の少なくとも過半を覆っている、請求項 1 1 に記載のパターン化された導電性物品。

【請求項 1 3】

アンテナ、ヒータ、電磁干渉シールド、静電気消散構成要素、センサ、又は電極のうちの少なくとも 1 つである、請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載のパターン化された導電性物品。

【請求項 1 4】

少なくとも 1 つの嶺を有するツールを準備することと、

前記少なくとも 1 つの嶺の第 1 の部分の側面の総面積の少なくとも過半が導電層を含まないように、前記少なくとも 1 つの嶺の前記第 1 の部分の上面上に前記導電層を配置することと、

前記導電層を前記配置する工程の後に、前記ツール上に樹脂を配置することと、

前記樹脂を固化させて、前記少なくとも 1 つの嶺に対応する少なくとも 1 つの溝を備えるポリマー層を形成することと、

前記導電層が前記少なくとも 1 つの溝の底面に配置されるように、前記ツールから前記ポリマー層及び前記導電層を取り外すことと、

を含み、

パターン化された導電性物品が 80%～99.95%の範囲の開放面積率を有する、アンテナ用、ヒータ用、電磁干渉シールド用、静電気消散構成要素用、又はタッチセンサ用である、パターン化された導電性物品の製造方法。

20

30

【請求項 1 5】

導電材料が前記導電層を覆うように、前記導電材料を前記少なくとも 1 つの溝内に堆積させることを更に含む、請求項 1 4 に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

アンテナ、EMIシールド、又はタッチセンサとして役立つ物品は、フォトリソグラフィによって基材上に形成された導電トレースの微細パターンを含むことがある。

40

【発明の概要】

【0002】

本明細書のいくつかの態様では、単一層 (unitary layer) を含む基材を含み、単一層に少なくとも部分的に埋め込まれた導電トレースの微細パターンを含む、パターン化された導電性物品が提供される。各導電トレースは、導電トレースの長手方向に沿って延び、上部主表面と、単一層と直接接触している反対側の底部主表面とを有する導電性シード層と、導電性シード層の上部主表面上に配置された単一導電体と、を含む。単一導電体と導電性シード層とは組成又は結晶形態のうちの少なくとも 1 つにおいて異なる。単一導電体は、横方向側壁を有し、横方向側壁の総面積の少なくとも過半が単一層と直接接触してい

50

る。

【0003】

本明細書のいくつかの態様では、パターン化された導電性物品が提供される。パターン化された導電性物品は、第1の溝をその中に有する基材と、第1の溝内に配置された導電性シード層と、第1の溝内に少なくとも部分的に配置された単一導電体と、を含む。第1の溝は、長手方向に沿って延び、底面と側面とを有する。第1の溝の長手方向に垂直な少なくとも1つの断面において、導電性シード層は、第1の溝の底面の少なくとも過半を覆っており、単一導電体は、導電性シード層と第1の溝の側面の少なくとも過半とを覆っている。側面のそれぞれと単一導電体とは、側面のそれぞれと単一導電体との間に導体 - 絶縁体境界面を画定する。単一導電体と導電性シード層とは、単一導電体と導電性シード層との間に導体 - 導体境界面を画定する。

10

【0004】

本明細書のいくつかの態様では、第1の溝をその中に有する基材と、第1の溝内に配置された導電性シード層と、第1の溝内に少なくとも部分的に配置された単一導電体と、を含む、パターン化された導電性物品。第1の溝は、底面と側面とを有する。導電性シード層は、第1の溝の底面の少なくとも過半を覆っており、単一導電体は、導電性シード層と第1の溝の側面の少なくとも過半とを覆っている。シード層に平行であり、シード層から間隔があいている、単一導電体を通る平面では、単一導電体は、側面との第1の境界面において、より小さい第1のラインエッジラフネスを有し、導電性シード層は、導電性シード層の縁部において、より大きい第2のラインエッジラフネスを有する。

20

【0005】

本明細書のいくつかの態様では、パターン化された導電性物品の製造方法が提供される。本製造方法は、少なくとも1つの嶺を有するツールを準備することと、少なくとも1つの嶺の第1の部分の側面の総面積の少なくとも過半が導電層を含まないように、少なくとも1つの嶺の第1の部分の上面上に導電層を配置することと、導電層を配置する工程の後に、ツール上に樹脂を配置することと、樹脂を固化させて、少なくとも1つの嶺に対応する少なくとも1つの溝を含むポリマー層を形成することと、導電層が少なくとも1つの溝の底面に配置されるように、ツールからポリマー層及び導電層を取り外すことと、を含む。いくつかの実施形態では、本方法は、導電材料が導電層を覆うように、導電材料を少なくとも1つの溝内に（例えば、電気めっきを介して）堆積させることを更に含む。堆積された導電材料は、単一導電体を形成することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】パターン化された導電性物品の概略平面図である。

【図2】パターン化された導電性物品の部分の概略断面図である。

【図3】パターン化された導電性物品の部分の概略断面図である。

【図4】トレースの概略断面図である。

【図5A】パターン化された導電性物品の製造方法における工程の概略図である。

【図5B】パターン化された導電性物品の製造方法における工程の概略図である。

【図5C】パターン化された導電性物品の製造方法における工程の概略図である。

40

【図5D】パターン化された導電性物品の製造方法における工程の概略図である。

【図5E】パターン化された導電性物品の製造方法における工程の概略図である。

【図5F】パターン化された導電性物品の製造方法における工程の概略図である。

【図5G】パターン化された導電性物品の製造方法における工程の概略図である。

【図5H】パターン化された導電性物品の製造方法における工程の概略図である。

【図6】導電性シード層が溝の底面上に配置された状態における、溝を含む基材の概略断面図である。

【図7】導電性シード層が溝の底面上に配置された状態における、溝を含む基材の概略断面図である。

【図8】導電性シード層の概略上面図である。

50

【図9】導電性シード層の概略断面図である。

【図10】導電性シード層の概略断面図である。

【図11A】直交する断面における単一導電体の概略断面図である。

【図11B】直交する断面における単一導電体の概略断面図である。

【図12A】アンテナであり得るパターン化された導電性物品の概略平面図である。

【図12B】アンテナであり得るパターン化された導電性物品の概略平面図である。

【図13】パターン化された導電性物品の概略断面図である。

【図14】パターン化された導電性物品の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下の説明では、本明細書の一部を形成し様々な実施形態が実例として示されている添付図面が参照される。図面は、必ずしも縮尺通りではない。本明細書の範囲又は趣旨から逸脱することなく、他の実施形態が想到され実施可能である点を理解されたい。それゆえ、以下の発明を実施するための形態は、限定的な意味では解釈されない。

【0008】

導電トレースの微細パターンは、フォトリソグラフィプロセスを用いて基材上に形成され得る。本明細書のいくつかの態様によれば、フォトリソグラフィを利用することなく、基材内に導電トレースを少なくとも部分的に形成することを可能にするプロセスが開発された。いくつかの実施形態では、本明細書に記載のプロセスは、従来のフォトリソグラフィプロセスよりも安価かつ/又は容易に実施される。いくつかの実施形態では、本プロセスによって、高い（例えば、少なくとも0.8の）アスペクト比（厚さを幅で割ったもの）を有するトレースを形成することができる。高いアスペクト比は、高い透明性及び高い電気コンダクタンスが望まれる用途において望ましい場合がある。例えば、開放面積率を上げることにより透明性を高めることができるが、トレース厚さが固定されている場合には電気コンダクタンスを低下させる。そこで、電気コンダクタンスを上げるためにトレースをより厚くすることができ、これによりアスペクト比が高くなり得る。いくつかの実施形態では、パターン化された導電性物品は、比較的高い動作周波数で使用されることがあり（例えば、パターン化された導電性物品は、マイクロ波周波数で動作するように設計されたアンテナであり得る）、この場合、例えば、トレースの材料の表皮深さはトレースの幅よりも小さい。高アスペクト比を用いることにより、所与のトレース幅においてトレースの表面積が増加し、この結果、同じトレース幅のより低いアスペクト比のトレース（例えば、リソグラフィ又は印刷によって従来形成されているもの）と比較して、導体の使用量が増加する（したがって、動作周波数での電気コンダクタンスが増加する）。いくつかの実施形態では、トレースは、基材の中の溝の底部上に配置された導電層上へのめっき（例えば、導電性シード層上への電気めっき）によって形成される。溝の側壁は、導電性シード層を含まない、又は実質的に含まないものであり得る。溝の側壁上には配置されておらず、溝の底部上に配置された導電性シード層上へのめっきは、シード層が側壁上にもある溝内へのめっきと比較して、トレースプロファイルの制御を改善することが判明している。例えば、シード層が側壁上にある場合、めっきによって、金属が側壁上のシード層の上部に形成されることになり、その結果、溝の縁部を越えて基材の表面上に金属があふれることになり得る。このようなあふれは、パターン化された物品を通る光透過率を低下させ得るため、従来のプロセスによって作製されたパターン化された物品にとって、高アスペクト比が望まれる場合には特に、問題となり得る。

【0009】

加えて、導電層を溝の底部に配置することにより、導電層の保護（例えば、耐久性の向上）がもたらされる。いくつかの用途では高コンダクタンスが必要とされない場合があり、そのため、いくつかの実施形態では導電層上に導電体は、めっきされない。いくつかのこのような実施形態では、非金属材料が導電層上の溝内に配置され得る。例えば、接着剤、ポリマー、又は誘電材料（例えば、光学的に透明なポリマー接着剤）のうちの1つ以上によって導電層の上の溝が埋め戻され得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

導電性部材（例えば、導電体、導電層、導電トレース、又は導電材料）は、別段の指示のない限り、電気導電性部材を意味する。導電性部材は、例えば、 $1 \cdot \text{m}$ 未満、又は $0.01 \cdot \text{m}$ 未満、又は $10^{-4} \cdot \text{m}$ 未満、又は $10^{-6} \cdot \text{m}$ 未満の電気抵抗率を有し得る。非導電材料は、別段の指示のない限り、電気的非伝導材料を指す。非導電材料は、例えば、 $100 \cdot \text{m}$ 超、又は $10^4 \cdot \text{m}$ 超、又は $10^6 \cdot \text{m}$ 超、又は $10^8 \cdot \text{m}$ 超の電気抵抗率を有し得る。電気抵抗率は、別段の指示のない限り、直流（DC）抵抗率を指す。

【 0 0 1 1 】

図 1 は、パターン化された導電性物品 100 又は物品 100 の一部分の概略平面図である。物品 100 は、基材 110 と、基材 110 に少なくとも部分的に埋め込まれた導電トレース 120 の微細パターンと、を含む。各導電トレース 120 は、導電トレース 120 の長手方向 122 に沿って延びる。各導電トレース 120 は、長手方向 122 に沿った長さ、及び直交する方向に沿った幅を有することができ、幅は長さよりも実質的に短い。いくつかの実施形態では、基材 110 は単一基材である、又は単一層を含む。例えば、基材 110 は、モノリシックポリマーの基材であってもよく、基材の第 2 の層上に配置されたモノリシックポリマーの第 1 の層を含んでもよい。

10

【 0 0 1 2 】

いくつかの実施形態では、基材 110 は実質的に透明である。いくつかの実施形態では、パターン化された導電性物品 100 は、実質的に透明である。例えば、物品 100 が十分に高い開放面積率（物品 100 の平面図においてトレースによって覆われていない面積の割合又は百分率）を有するとき、物品 100 は実質的に透明であり得る。いくつかの実施形態では、物品 100 は、 $80\% \sim 99.95\%$ 、又は $80\% \sim 99.9\%$ 、又は $85\% \sim 99.9\%$ 、又は $90\% \sim 99.9\%$ 、又は $95\% \sim 99.9\%$ の範囲にある開放面積率を有する。いくつかの実施形態では、平面図において、導電トレース 120 のパターンの総面積は、パターン化された導電性物品 100 の総表面積の 50% 未満、又は 20% 未満、又は 10% 未満、又は 5% 未満、又は 3% 未満、又は 2% 未満、又は 1% 未満である。いくつかの実施形態では、物品 100 は、垂直入射可視光（ $400 \text{ nm} \sim 700 \text{ nm}$ の範囲の波長）に対して少なくとも 50% 、又は少なくとも 70% 、又は少なくとも 80% 、又は少なくとも 90% の平均光透過率を有する。いくつかの実施形態では、平均光透過率は、 70% 未満又は 50% 未満であり得る。例えば、物品 100 は、平均光透過率を低減する装飾フィルム（例えば、3M Company (St. Paul, MN) から入手可能なファサラウィンドウフィルム）などの追加の層（複数可）を含んでもよい。光透過率は、物品 100 の上部主表面又は底部主表面から測定され得る。いくつかの実施形態では、導電トレースを有する基材の平均光透過率は、導電トレースを持たない基材の平均光透過率と、 5% 以下、又は 2% 以下、又は 1% 以下だけ異なる。

20

30

【 0 0 1 3 】

いくつかの実施形態では、物品 100 は、可撓性フィルム（例えば、 10 cm の直径を有する円筒の周りで割れることなく 180 度屈曲可能な可撓性フィルム）である。可撓性フィルムは、他の箇所に記載されるように、実質的に透明であり得る。

40

【 0 0 1 4 】

いくつかの実施形態では、物品 100 は、アンテナ、ヒータ、電磁干渉（EMI）シールド、静電気消散構成要素、又は電極のうち少なくとも 1 つである。いくつかの実施形態では、物品 100 は、本明細書の他の箇所でも更に説明されるようなアンテナである。いくつかの実施形態では、物品 100 は、タッチセンサなどのセンサである。いくつかの実施形態では、アンテナ、ヒータ、電磁干渉シールド、静電消散構成要素、センサ、又は電極は、実質的に透明である、及び/又は可撓性フィルムである。

【 0 0 1 5 】

導電トレース 120 の微細パターンは、トレースの二次元規則配列（例えば、矩形、正方形、三角形、又は六角形配列）若しくは二次元不規則配列であり得るメッシュパターン

50

であり得る、又はメッシュパターンを含み得る。物品100に好適な微細パターン形状としては、例えば、米国特許出願公開第2008/0095988号(Freyら)、同第2009/0219257号(Freyら)、同第2015/0138151号(Moranら)、同第2013/0264390号(Freyら)、及び同第2015/0085460号(Frey)に記載されているものが挙げられる。

【0016】

いくつかの実施形態では、各トレース120は、基材110にある溝内に少なくとも部分的に配置される。基材に少なくとも部分的に配置されたトレースを図2に概略的に示す。

【0017】

図2は、基材210と、基材210に少なくとも部分的に埋め込まれたトレース220を含む、パターン化された導電性物品200の一部分の概略断面図である。図示の実施形態では、基材210は、層210-2上に配置された層210-1を含む。いくつかの実施形態では、層210-1は単一層である。このような実施形態では、層210-1は、第2の基材(層210-2)上に配置された第1の単一基材とみなすことができる。いくつかの実施形態では、層210-2は単一層である。いくつかの実施形態では、層210-1は、層210-2上に樹脂をキャストして硬化させることによって形成され得る。いくつかの実施形態では、基材210は、実質的に透明であり、かつ/又はポリマーである。トレース220は、導電トレースの微細パターンにおけるトレースであり得る。トレース220は、上部主表面232と、基材210と直接接触している(例えば、基材210の単一層210-1と直接接触している)反対側の底部主表面234とを有する導電性シード層230を含む。トレース220は、導電性シード層230の上部主表面232上に配置された単一導電体240を更に含む。導電性シード層230は、例えば、硬化導電性インク若しくは硬化導電性コーティングであり得る、又は硬化された導電性インク若しくは硬化された導電性コーティングを含み得る、又は、例えば、転写層(例えば、転写金属層)であり得る、又は転写層(例えば、転写金属層)を含み得る。単一導電体240は、例えばめっきによって形成された金属体であり得る。いくつかの実施形態では、単一導電体240と導電性シード層230とは、組成又は結晶形態のうちの少なくとも1つにおいて異なる。単一導電体240は、横方向側壁242及び244を有する。いくつかの実施形態では、横方向側壁242及び242の総面積の少なくとも過半(又は少なくとも60%、又は少なくとも70%、又は少なくとも80%、又は少なくとも90%)は、層210-1と直接接触している。

【0018】

パターン化された導電性物品200は、代替的に又は追加的に、以下のように説明され得る。パターン化された導電性物品200は、第1の溝212をその中に含む基材210を含む。例えば、基材210は、溝の微細パターンをその中に含んでもよく(例えば、図1を参照)、溝の微細パターンは第1の溝212を含む。いくつかの実施形態では、第1の溝212は、第1の溝212の長手方向(図示のx-y-z座標系のy方向)に沿って延び、底面218と側面214及び216とを有する。導電性シード層230は第1の溝212内に配置され、単一導電体240は第1の溝212内に少なくとも部分的に配置される。いくつかの実施形態では、第1の溝212の長手方向に垂直な少なくとも1つの断面(例えば、x-z平面における図示の断面)において、導電性シード層230は第1の溝212の底面218の少なくとも過半(面積の50%超)を覆い、単一導電体240は導電性シード層230と第1の溝212の側面214及び216の少なくとも過半(面積の50%超)とを覆う。いくつかの実施形態では、側面214及び216のそれぞれと単一導電体240とは、側面214及び216のそれぞれと単一導電体240との間に導体-絶縁体境界面(それぞれ、245及び247)を画定し、単一導電体240と導電性シード層230とは、単一導電体240と導電性シード層230との間に導体-導体境界面235を画定する。いくつかの実施形態では、単一導電体240は単一金属体である。

【0019】

本明細書の他の箇所でも更に説明されるように、いくつかの実施形態では、単一導電体2

10

20

30

40

50

40は、側面(214及び216)との第1の境界面(245及び/又は247)において、より小さい第1の表面粗さを有し、導電性シード層230との第2の境界面(235)において、より大きい第2の表面粗さを有する。

【0020】

本明細書の他の箇所でも更に説明されるように、いくつかの実施形態では、導電性シード層230に平行であり、導電性シード層230から離れている、単一導電体240を通る平面では、単一導電体は、側面214、216との第1の境界面において、より小さい第1のラインエッジラフネスを有し、導電性シード層230は、導電性シード層230の縁部において、より大きい第2のラインエッジラフネスを有する。

【0021】

いくつかの実施形態では、単一導電体240は、溝212を充填又は過充填し得る。単一導電体の上面が基材の上面の上方に延びる実施形態を図3に概略的に示す。

【0022】

図3は、基材310の中に第1の溝312を含み、かつ基材310に接合された任意の光学フィルム380を更に含む基材310を含むパターン化された導電性物品300の一部分の概略断面図である。導電性シード層330が第1の溝312内に配置され、単一導電体340が第1の溝312内に少なくとも部分的に配置される。基材310は、例えば、2つ以上の層(例えば、基材210に対応する層)を含んでもよく、単一上層を含んでもよい。パターン化された導電性物品300は、単一導電体340が単一導電体340の(図示の断面における)中心部分において基材310の上面311を越えて延び、物品300が任意の光学フィルム380を含むことを除いて、パターン化された導電性物品200に対応し得る。単一導電体340の上面341、又は本明細書に記載される他の単一導電体の上面341は、例えば、図示のように凸状の半球状(下に凹)であってもよいし、上に凹であってもよいし、又は実質的に平面であってもよいし、又は不規則な形状を有してもよい。

【0023】

光学フィルム380が、光学的に透明な接着剤(図示せず)を使用して基材310にラミネートされて(laminated)もよいし、基材310が光学フィルム380上に直接形成されてもよい。光学フィルム380は、図示のように基材310の底面313上に配置されてもよいし、基材310の上面311上に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、光学フィルム380は、ウィンドウフィルム、テクスチャフィルム、パターン化されたフィルム、若しくは赤外線反射フィルムのうちの1つ以上である、又はウィンドウフィルム、テクスチャフィルム、パターン化されたフィルム、若しくは赤外線反射フィルムのうちの1つ以上を含む。有用な光学フィルムとしては、例えば、米国特許出願公開第2017/0248741号(Haoら)、同第2015/0285956号(Schmidtら)、同第2010/0316852号(Condoら)、同第2016/0170101号(Kivelら)、同第2014/0204294号(Lv)、同第2014/0308477号(Derksら)、同第2014/0057058号(Yapelら)、同第2005/0079333号(Wheatleyら)、及び同第2002/0012248号(Campbellら)に記載されているものが挙げられる。

【0024】

いくつかの実施形態では、第1の溝312の少なくとも1つの断面において、単一導電体340は、第1の溝312の断面積の半分超を充填し、第1の溝212の少なくとも1つの断面において、単一導電体240は、第1の溝312の断面積の半分超を充填する。いくつかの実施形態では、単一導電体340は、第1の溝312の断面積の少なくとも60%、又は少なくとも70%、又は少なくとも80%、又は少なくとも90%を充填し、単一導電体240は、第1の溝212の断面積の少なくとも60%、又は少なくとも70%、又は少なくとも80%、又は少なくとも90%を充填する。いくつかの実施形態では、単一導電体340及び導電性シード層330は、第1の溝312の断面積を共に充填し、単一導電体240及び導電性シード層230は、第1の溝212の断面積を共に充填す

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 2 5 】

図 4 は、導電性シード層 4 3 0 上に配置された単一導電体 4 4 0 を含むトレース 4 2 0 の概略断面図である。トレース 4 2 0 は、図 4 に概略的に示されるように実質的に垂直な側壁を有してもよいし、側壁が、本明細書の他の箇所示されるように傾斜していてもよい。いくつかの実施形態では、単一導電体 4 4 0 と導電性シード層 4 3 0 とは、組成又は結晶形態のうちの少なくとも 1 つにおいて異なる。組成が異なり得るのは、例えば、導電性シード層 4 3 0 と単一導電体 4 4 0 とが異なる金属を含む場合、又は導電性シード層 4 3 0 が硬化された導電性インク又は硬化された導電性コーティングであり、単一導電体 4 4 0 が固体金属である場合である。図 4 の異なるクロスハッチングは、例えば、異なる組成を概略的に表し得る。代替的又は追加的に、図 4 の異なるクロスハッチングは、例えば、異なる結晶形態を概略的に表し得る。結晶形態は、例えば、導電性シード層 4 3 0 及び単一導電体 4 4 0 が同じ金属から形成されるが、材料を形成する際のプロセス条件が異なるために金属が異なる粒径分布を有する場合に異なり得る。別の例として、組成及び結晶形態は、導電性シード層 4 3 0 が、第 1 の結晶構造（例えば、面心立方（fcc）、体心立方（bcc）、又は六方最密充填（hcp）のうちの 1 つ）を有する第 1 の金属から形成され、単一導電体 4 4 0 が、異なる第 2 の結晶構造（例えば、fcc、bcc、又はhcpのうちの異なる 1 つ）を有する異なる第 2 の金属から形成される場合に異なり得る。更に別の例として、単一導電体 4 4 0 及び導電性シード層 4 3 0 のうちの 1 つが非晶質又は実質的に非晶質であり、単一導電体 4 4 0 及び導電性シード層 4 3 0 のうちの他方が実質的に結晶性を有する場合に、結晶形態は異なり得る。いくつかの実施形態では、単一導電体 4 4 0 及び導電性シード層 4 3 0 は、異なる平均粒径に関して特徴付けられ得る異なる結晶形態を有する。平均粒径は、例えば、ASTM規格 E 1 1 2 - 1 3 「平均粒径を決定するための標準試験方法」に記載されているように決定され得る。

【 0 0 2 6 】

単一導電体 4 4 0 と導電性シード層 4 3 0 とは、単一導電体 4 4 0 と導電性シード層 4 3 0 との間に境界面部 4 3 5 を画定する。境界面部 4 3 5 は、シャープである場合（例えば、単一導電体 4 4 0 と導電性シード層 4 3 0 とが異なる組成を有し、2 つの層の間に拡散がほとんどない場合）もあれば、広がっている場合（例えば、単一導電体 4 4 0 と導電性シード層 4 3 0 とが同じ組成を有するが異なる結晶形態を有し、異なる結晶形態間に遷移領域が存在する場合、又は 2 つの層の間に境界面部 4 3 5 を広げるかなりの拡散が存在する場合）もある。境界面部 4 3 5 は、概ね、単一導電体 4 4 0 の厚さよりも実質的に薄い厚さを有する。いくつかの実施形態では、境界面部 4 3 5 は、単一導電体 4 4 0 の厚さの 5 パーセント未満、又は 2 パーセント未満、又は 1 パーセント未満、又は 0.5 パーセント未満の厚さを有する。いくつかの実施形態では、境界面部 4 3 5 は、1 マイクロメートル未満、又は 500 nm 未満、又は 300 nm 未満、又は 100 nm 未満、又は 50 nm 未満の厚さを有する導体 - 導体境界面部である。

【 0 0 2 7 】

いくつかの実施形態では、微細パターンにおける導電トレースの少なくとも過半の各導電トレースは、長手方向（y 方向）及び基材の厚さ方向（z 方向）に直交する幅方向（x 方向）に沿った幅 W を有し、厚さ方向に沿った厚さ T を有する。トレースがテーパ状になる場合、幅 W は、トレースが最も幅広である（例えば、トレースの上部に近接する）垂直位置におけるトレースの幅であると理解することができる。いくつかの実施形態では、T/W は、少なくとも 0.8、1、1.2、1.5、2、5、又は 7 である。いくつかのそのような実施形態では、パターン化された導電性物品は、本明細書の他の箇所に記載される範囲のいずれかにおける光透過率及び/又は開放面積率を有する。

【 0 0 2 8 】

図 5 A ~ 図 5 H は、パターン化された導電性物品の製造方法における様々な工程を概略的に示している。いくつかの実施形態では、本製造方法は、ツール 5 5 0 の概略断面図である図 5 A に概略的に例示されるように、少なくとも 1 つの嶺 5 5 5 を有するツール 5 5

10

20

30

40

50

0を準備することを含む。ツール550は、図示の実施形態において、実質的に平面の底面を有するものとして概略的に示されている。他の実施形態では、ツール550は、例えば、概ね円筒形の形状を有する。ツールは、例えば、金属ツール（例えば、当該技術分野において既知のダイヤモンド旋削によって作製されるもの）であってもよいし、金属ツールから形成されたポリマーツールであってもよい（例えば、金属ツールに対してポリマーを圧縮成形することによる）。本製造方法は、図5Bに概略的に示すように、少なくとも1つの嶺555の第1の部分557の側面560の総面積の少なくとも過半が導電層530を含まないように、少なくとも1つの嶺555の第1の部分557の上面556上に導電層530を配置することを含む。導電層530は、ツール550と接触している主表面534と、反対側の主表面532とを有する。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの嶺555の側面の総面積の少なくとも過半が導電層530を含まない。導電層530が上面556上に配置された後、導電層530の導電材料が、側面560の総面積の半分未満、好ましくは25%未満、又は10%未満を覆う。いくつかの実施形態では、第1の部分557は、少なくとも1つの嶺555のすべてを含んでもよく、上面556は、少なくとも1つの嶺555のうちの嶺（複数可）のすべての上面（複数可）であってもよい。他の実施形態では、少なくとも1つの嶺555の導電層を受ける部分（例えば、図5Cに示す第1の部分557b）が含み得るのは、少なくとも1つの嶺555のすべてよりも小さい。

10

【0029】

いくつかの実施形態では、少なくとも1つの嶺555の第1の部分557b（図5Cを参照）の上面556b上に導電層530を配置した後、少なくとも1つの嶺555の第2の部分559の上面558は導電層530を含まない。このことが図5Cに概略的に示されており、図5Cは、図示の4つの嶺のうちの2つの嶺のみの上面上に配置された導電層530bを概略的に示している。嶺の上面の一部分のみの上に導電層を設けることにより、均一なパターン（例えば、均一な六角形パターン）を有するツールは、非均一なパターンを有する導体の微細パターンを生成することができる（例えば、導体は、一部の領域では六角形パターンであってよく、かつ他の領域には存在しなくてもよい）。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの嶺555の第1の部分557bは、複数の第1の嶺を含み、少なくとも1つの嶺555の第2の部分559は、複数の第2の嶺を含む。

20

【0030】

いくつかの実施形態では、導電層530又は530bは転写層として設けられる。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの嶺555の第1の部分557（又は557b）の上面556（又は556b）上に導電層530（又は530b）を配置することは、導電層を転写フィルムから上面に転写することを含む。このことが図5D～図5Eに概略的に示されており、図5D～図5Eは、導電層530が上面556に転写される前及び転写された後の概略断面図である。転写フィルム590は、基材594上に配置された転写層592を含む。転写フィルム590がツール550と接触すると、転写層592の部分が基材594から上面556に転写されて導電層530を形成する。転写層592は、副層を含み得る。例えば、転写層592は、金属層（又は他の導電層）と、金属層を上面556に剥離可能に取り付けるための接着剤層とを含み得る。金属層（又は他の導電層）は、単一導電層であり得る。転写層592は、架橋ポリマー層（例えば、アクリル）を更に含んでもよく、この場合、金属層又は他の導電層は、架橋ポリマー層のいずれかの側に配置される。転写層592は、金属層又は他の導電層と架橋ポリマー層との間に配置され得る誘電体層を更に含んでもよい。いくつかの実施形態では、転写層592は、ツール550に転写された後に、転写された導電層と上面556との間にある誘電体層を含む。このような実施形態では、転写された導電層を有するツールを使用して形成されたポリマー層510（図5Gを参照）は、ポリマー層510の溝512の底部に誘電体層を含むことができ、本製造方法は、この誘電体層を（例えば、反応性イオンエッチングを介して）除去することを含む。転写層は、例えば、米国特許第8,658,248号（Andersonら）又は同第7,018,713号（Padiyathら）に記載されているように調

30

40

50

製することができる。基材594は、ポリマー基材層上に配置された剥離層を含んでもよい。転写フィルムは、例えば、国際公開第2018/178802号(Gottrikら)又は同第2018/178803号(Gottrikら)に記載されているとおりであってもよい。

【0031】

いくつかの実施形態では、導電層530又は530bは、導電性インクとして、又は導電性コーティングとして適用される。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの嶺555の第1の部分557b(又は557)の上面556b(又は556)上に導電層530b(又は530)を配置することは、導電性インク若しくはコーティングが上面上に配置されるように、ツール550に導電性インクを付けること、又は導電性コーティングでツールをコーティングすることを含む。いくつかのこのような実施形態では、導電性インク又はコーティングは、(例えば、乾燥及び焼結によって、又は本明細書の他の箇所に記載される樹脂層を硬化させるためのものなどの他の硬化手段によって)硬化され、硬化された導電性インク又はコーティングが導電層530b(又は530)である。導電性インク又はコーティングを硬化させる工程は、樹脂を固化する工程の前、樹脂を固化する工程の後、又は樹脂を固化する工程と同時に実行され得る。導電層を導電性インク又はコーティングとして適用することにより、図5Cに概略的に示すように、側面560のいくらかのぬれをもたらし得る。

10

【0032】

本製造方法は、導電層を配置する工程の後に、ツール550上に樹脂562を配置する(例えば、キャストする)ことと、樹脂を固化させて、少なくとも1つの嶺555に対応する少なくとも1つの溝512を含むポリマー層510を形成することと、導電層530が少なくとも1つの溝512の底面518に配置されるように、ツール550からポリマー層510及び導電層530を取り外すことと、を含む。図5Fは、ツール550上に配置された樹脂562を含むツール550の概略断面図である。図5Gは、導電層530が少なくとも1つの溝512の底面518に配置されている状態における、ポリマー層510の概略断面図である。導電層530の主表面532は、少なくとも1つの溝518の底面518に接触する。導電層530は、少なくとも1つの溝512の底面518の総面積のすべて若しくは実質的にすべてを覆ってもよいし、底面518の第1の部分519(例えば、第1の部分557bに対応する)を覆い、底面518の第2の部分515が図5Hに概略的に示すように導電層530を含まなくてもよい。

20

30

【0033】

「底部」、「下部」、「上部」、「下方」、「下」、「上方」、「上」、及び「頂部上」を含むがこれらに限定されない、空間に関する用語は、本明細書で使用される場合、空間的な関係を説明するための説明をやすくするために利用される。そのような空間に関する用語は、図に描かれ、本明細書に記述された特定の向きに加えて、使用中又は動作中の物品の異なる向きを包含する。例えば、溝の底面は、溝を含む基材が裏返されたりひっくり返されたりしているか否かにかかわらず、開いた溝の頂部とは反対側にある。

【0034】

少なくとも1つの溝512は、少なくとも1つの溝のうちの各溝が少なくとも1つの嶺555のうちのある嶺から形成されるとき、少なくとも1つの嶺555に対応するものとして説明され得る。この対応関係は、1対1であっても、そうでなくてもよい。例えば、いくつかの実施形態では、ツールは、概ね円筒形であり、連続的なロールツールプロセスにおいて使用され、同じ嶺が、少なくとも1つの溝512のうちの複数の溝を形成するのであってもよい(例えば、ツールが20cmの円周を有する場合、ツールにおける同じ嶺を使用して、ポリマー層において互いに20cm間隔があいている複数の溝を形成することができる)。いくつかの場合では、ツールは、樹脂でコーティングされていない追加の嶺を含むことができ、かつコーティングされていない嶺に対応する溝が存在しない場合がある(例えば、樹脂がツールの端部にキャストされていない場合、端部に存在し得るいかなる嶺も、結果として得られるポリマー層に溝を生成しない)。

40

50

【 0 0 3 5 】

いくつかの実施形態では、樹脂を固化することは、樹脂を硬化させることを含む。例えば、樹脂は、放射線（例えば、紫外線（UV）、若しくは電子ビーム線、若しくは他の化学線）を適用することによって、又は熱を加えることによって、又は当該技術分野において既知の他の架橋メカニズムを用いることによって硬化され得る。樹脂は、例えば、アクリレート若しくはエポキシであってもよく、又は他の樹脂化学物質が使用されてもよい。いくつかの実施形態では、樹脂を固化することは、樹脂を冷却することを含む。例えば、樹脂は、冷却されて熱可塑性ポリマー層を形成する溶融物として適用される熱可塑性樹脂（例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレン、ポリカーボネート、又は当該技術分野において既知の他の熱可塑性樹脂）であってもよい。

10

【 0 0 3 6 】

いくつかの実施形態では、本製造方法は、導電材料が導電層 5 3 0 を覆うように、導電材料を少なくとも 1 つの溝 5 1 2 内に（例えば、電気めっきを介して）堆積させることを更に含む。このことは、図 5 G ~ 図 5 H に示すように、ツール 5 5 0 からポリマー層 5 1 0 及び導電層 5 3 0 を取り外すことの後に行われ得る。導電材料は、本明細書の他の箇所に記載されるように、単一導電体を形成することができる。いくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの溝 5 1 2 内に導電材料を堆積させることは、少なくとも 1 つの嶺の第 1 の部分に対応する少なくとも 1 つの溝の第 1 の部分 5 1 2 a（例えば、少なくとも 1 つの溝 5 1 2 の導電層 5 3 0 を含む部分）内に導電材料を堆積させ、少なくとも 1 つの嶺の第 2 の部分に対応する少なくとも 1 つの溝の第 2 の部分 5 1 2 b（例えば、少なくとも 1 つの溝 5 1 2 の導電層 5 3 0 を含まない部分）内には堆積させないことを含む。

20

【 0 0 3 7 】

いくつかの実施形態では、図 5 G ~ 図 5 H に概略的に示されている物品は、第 1 の溝（例えば、図 5 G に示す溝 5 1 2 のいずれか、又は図 5 H に示す第 1 の部分 5 1 2 a における溝のいずれか）をその中に含む基材（例えば、ポリマー層 5 1 0、又はポリマー層 5 1 0 にポリマー層 5 1 0 が形成され得る基材層を加えたもの）であって、第 1 の溝が、長手方向（y 方向）に沿って延び、底面 5 1 8 と側面 5 1 4 及び 5 1 6 とを有する、基材と、第 1 の溝内に配置された単一導電層（例えば、導電層 5 3 0 又は導電層 5 3 0 の単一副層（例えば、転写された金属層））と、を含むものとして説明することができる。第 1 の溝の長手方向に垂直な少なくとも 1 つの断面において、導電層は第 1 の溝の底面の少なくとも過半を覆い、第 1 の溝の側面の少なくとも過半は、単一導電層の組成と同じ組成を有する材料に接触しない。例えば、いくつかの実施形態では、側面 5 1 4 及び 5 1 6 は空気に接触してもよい。いくつかの実施形態では、誘電材料、又は単一導電層の組成とは異なる組成を有する導電材料、又は非金属材料が、第 1 の溝に少なくとも部分的に配置され、第 1 の溝の少なくとも 1 つの断面において、この材料が第 1 の溝の側面の少なくとも過半を覆う（例えば、図 1 4 を参照）。

30

【 0 0 3 8 】

図 6 は、導電性シード層 6 3 0 が溝 6 1 2 の底面上に配置されている状態における、溝 6 1 2 を含む層 6 1 0（例えば、多層基材の単一層であり得る、及び/又はポリマー層であり得る）の概略断面図である。導電性シード層 6 3 0 の底部主表面は、層 6 1 0 と直接接触し得る。導電性シード層 6 3 0 上に（例えば、めっきによって）単一導電体が形成されて、トレースの長さ（y 方向）に沿って延びるトレースを形成することができる。いくつかの実施形態では、導電性シード層 6 3 0 は中央領域 6 3 8 を有し、中央領域 6 3 8 は、導電トレースの長さに沿って延び、かつ中央領域 6 3 8 の長さに沿って延びる第 1 の縁部領域 6 3 7 と第 2 の縁部領域 6 3 9 との間に配置される。いくつかの実施形態では、中央領域 6 3 8 は、第 1 の縁部領域 6 3 7 及び第 2 の縁部領域 6 3 9 のそれぞれの平均厚さ（厚さの非加重平均）よりも大きい平均厚さを有する。

40

【 0 0 3 9 】

図 7 は、導電性シード層 7 3 0 が溝 7 1 2 の底面上に配置されている状態における、溝 7 1 2 を含む層 7 1 0（例えば、基材の単一層）の概略断面図である。層 7 1 0 は層 6 1

50

0に対応し得、導電性シード層730は、中央領域738並びに縁部領域737及び739の厚さを除いて、導電シード層630に対応し得る。導電性シード層730上に（例えば、めっきによって）単一導電体が形成されて、トレースの長さ（y方向）に沿って延びるトレースを形成することができる。いくつかの実施形態では、導電性シード層730は中央領域738を有し、中央領域738は、導電トレースの長さに沿って延び、かつ中央領域638の長さに沿って延びる第1の縁部領域737と第2の縁部領域739との間に配置される。いくつかの実施形態では、中央領域738は、第1の縁部領域737及び第2の縁部領域739のそれぞれの平均厚さよりも小さい平均厚さを有する。

【0040】

いくつかの実施形態では、導電性シード層を形成する際に使用されるツールの嶺の上面は実質的に平坦であり、中央領域及び縁部領域の相対的な厚さは、導電性シード層を形成するように堆積された材料の表面エネルギー、ツールの材料の表面エネルギー、及び基材の材料の表面エネルギーのうちの1つ以上に依存する。他の実施形態では、嶺の上面は、中央領域及び縁部領域の相対的な厚さを決定するような形状されてもよい。いくつかの実施形態では、中央領域及び縁部領域の厚さは、ほぼ同じである（例えば、10%未満又は5%未満だけ異なる）。

【0041】

いくつかの実施形態では、導電性シード層は、不規則な縁部又は破壊された縁部を含む。いくつかの実施形態では、導電性シード層は複数の破壊部分を含む。例えば、いくつかの実施形態では、導電性シード層は転写された層であり、転写プロセスにより破壊部分が生じる。破壊部分は、例えば、導電性シード層の縁部から内部領域まで延び得る。図8は、側縁部843及び846を含む導電性シード層830の概略上面図である。いくつかの実施形態では、縁部843及び846の粗さは、ラインエッジラフネスに関して特徴付けられ得る。粗さパラメータRaは、ラインエッジラフネスに使用され得る。例えば、縁部846は、縁部の平均位置849からの縁部846の変位の絶対値の平均として説明され得るラインエッジラフネスRaを有する。ラインエッジラフネスRaは、本明細書の他の箇所に記載される範囲のいずれかであってもよい。図示の実施形態では、導電性シード層830は複数の破壊部分848を含み、縁部843及び846は破壊された縁部である。

【0042】

導電性シード層は、単一の単一層であってもよいし、複数の副層を含んでもよい。例えば、導電性シード層は、タイ層又は架橋ポリマー層のうちの少なくとも1つであり得る非導電性副層上に配置された導電性副層を含み得る。図9は、架橋ポリマー層953上に配置された導電層951を含む導電性シード層930の概略断面図である。導電層951は、例えば、スパッタリング又は蒸着された金属層であってもよい。架橋ポリマー層953は、例えば、架橋アクリル層であってもよい。いくつかの実施形態では、導電性シード層930は、導電層951と架橋ポリマー層953との間に配置された誘電体層（例えば、酸化物層）を更に含む。図10は、誘電体層1052が導電層1051と架橋ポリマー層1053との間に配置されている状態で架橋ポリマー層1053上に（間接的に）配置された導電層1051を含む導電性シード層1030の概略断面図である。いくつかの実施形態では、誘電体層1052は、酸化物層（例えば、酸化ケイ素アルミニウム層）である、又は酸化物層（例えば、酸化ケイ素アルミニウム層）を含む。いくつかの実施形態では、架橋ポリマー層953又は1053の厚さは、500nm未満、又は300nm未満、又は100nm未満である。いくつかの実施形態では、導電性シード層951又は1051は、500nm未満、又は300nm未満、又は100nm未満の厚さを有する金属層である、又は金属層を含む。導電層951及び/又は導電層1051は、単一導電層であり得る。

【0043】

図11Aは、単一導電体1140の概略断面図である。単一導電体1140は、基材（図11Aには示さず）にある溝内に少なくとも部分的に配置されてもよく、溝は底面と側面とを有する。単一導電体1140は、側面との境界面1145と、側面との境界面11

10

20

30

40

50

47と、溝の底面上に配置された導電性シード層との境界面1135とを有する。いくつかの実施形態では、単一導電体1140は、側面との第1の境界面(1145及び/又は1147)において、より小さい第1の表面粗さを有することができ、導電性シード層との第2の境界面(1135)において、より大きい第2の表面粗さを有することができる。例えば、いくつかの実施形態では、基材は単一ポリマー層を含み、単一導電体1140は単一ポリマー層と比較的滑らかな境界面を形成し、一方、シード層は、単一導電体1140との比較的粗い境界面をもたらす破壊された層を含み得る。第1の表面粗さ及び第2の表面粗さは、対応する第1の境界面及び第2の境界面の算術平均粗さRa(平均表面高さからの表面の変位の絶対値の平均)であってもよい。いくつかの実施形態では、第1の表面粗さは、1マイクロメートル未満、又は500nm未満、又は200nm未満、又は100nm未満、50nm未満、又は30nm未満である。いくつかの実施形態では、第2の表面粗さは、0.4マイクロメートル超、又は500nm超、又は1マイクロメートル超、又は2マイクロメートル超、又は5マイクロメートル超である。いくつかの実施形態では、第2の表面粗さは、第1の表面粗さよりも少なくとも0.5マイクロメートル、又は少なくとも1マイクロメートル、又は少なくとも2マイクロメートル大きい。

10

【0044】

図11Bは、単一導電体1140の平面P1の断面における概略図である。いくつかの実施形態では、(境界面1135に配置された)シード層(図11A~図11Bに示さず)に平行であり、シード層から間隔があいている、単一導電体1140を通る平面P1において、単一導電体1140は、側面との第1の境界面1145又は1147において、より小さい第1のラインエッジラフネスを有することができ、シード層は、導電性シード層の縁部(例えば、図8に示す縁部846)において、より大きい第2のラインエッジラフネスを有することができる。平面P1は、例えば、導電体1140の頂部と底部との間のほぼ中間になるように取られてもよい。第1のラインエッジラフネス及び第2のラインエッジラフネスはそれぞれ、Ra粗さ(縁部の平均線からの縁部の変位の絶対値の平均)であってもよい。いくつかの実施形態では、第1のラインエッジラフネスは、1マイクロメートル未満、又は500nm未満、又は200nm未満、又は100nm未満、50nm未満、又は30nm未満である。いくつかの実施形態では、第2のラインエッジラフネスは、0.4マイクロメートル超、又は500nm超、又は1マイクロメートル超、又は2マイクロメートル超、又は5マイクロメートル超である。いくつかの実施形態では、第2のラインエッジラフネスは、第1のラインエッジラフネスよりも少なくとも0.5マイクロメートル、又は少なくとも1マイクロメートル、又は少なくとも2マイクロメートル大きい。

20

30

【0045】

いくつかの実施形態では、パターン化された導電性物品は、溝の微細パターン内に少なくとも部分的に配置された導電トレースの微細パターンを含み、溝の微細パターンは、非導電材料で充填された又は実質的に充填された(例えば、少なくとも60%、又は少なくとも70%、又は少なくとも80%、又は少なくとも90%充填された、又は100%充填された、又は過充填された)少なくとも1つの溝を含む。例えば、非導電材料は、空気又は誘電材料であってもよく、誘電材料は、空気の誘電率よりも大きい誘電率を有する非導電材料であることが理解され得る。図12Aは、溝の微細パターン内に少なくとも部分的に配置された導電トレース1220aの微細パターンを含むパターン化された導電性物品1200aの概略平面図であり、溝の微細パターンは、非導電材料で充填された又は実質的に充填された少なくとも1つの溝1275a(図示の実施形態における複数の溝)を含む。同様に、図12Bは、溝の微細パターン内に少なくとも部分的に配置された導電トレース1220bの微細パターンを含むパターン化された導電性物品1200bの概略平面図であり、溝の微細パターンは、非導電材料で充填された又は実質的に充填された少なくとも1つの溝1275b(図示の実施形態における複数の溝)を含む。

40

【0046】

いくつかの実施形態では、パターン化された導電性物品1200a又は1200bはア

50

ンテナである。いくつかの実施形態では、導電トレース 1 2 2 0 a 又は 1 2 2 0 b の微細パターンは、所定のスペクトル応答をもたらすように構成される。例えば、微細パターンは、所定の波長又は周波数範囲で効率的に送信及び受信することができるように、全体的なサイズ及び形状を有し得る。いくつかのこのような実施形態では、導電トレース 1 2 2 0 a 又は 1 2 2 0 b の微細パターンは、所定の指向性をもたらすように構成される。例えば、微細パターンは、所定の指向性（例えば、別の方向よりも指定された方向に沿ってより強く送信する）と共に所定の波長範囲で効率的に送信及び受信することができるように、全体的なサイズ及び形状（例えば、図 1 2 A に概略的に示すようなボウタイアンテナ、又は図 1 2 B に概略的に示すようなボウタイスロットアンテナ）を有し得る。パターン化された導電性物品 1 2 0 0 a 又は 1 2 0 0 b は、例えば 5 G のアンテナであってもよい、及び / 又は例えば 3 0 ~ 3 0 0 G H z の周波数帯域で送信及び受信するように構成されてもよい。有用なアンテナ形状は、例えば、米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 0 5 1 6 2 0 号 (I s h i b a s h i ら)、同第 2 0 0 9 / 0 3 0 3 1 2 5 号 (C a i l l e ら)、及び同第 2 0 1 3 / 0 2 6 4 3 9 0 号 (F r e y ら) に記載されている。いくつかの実施形態では、パターン化された導電性物品 1 2 0 0 a 又は 1 2 0 0 b は、実質的に透明なアンテナである。例えば、いくつかの実施形態では、パターン化された導電性物品 1 2 0 0 a 又は 1 2 0 0 b は、窓上に配置されるように適合され、窓上においてアンテナとして物品を使用し、かつアンテナを透かして見通すことができることが望まれる。

10

【 0 0 4 7 】

図 1 3 は、例えば、パターン化された導電性物品 1 2 0 0 a 若しくは 1 2 0 0 b に対応し得るパターン化された導電性物品 1 3 0 0 又は物品 1 3 0 0 の一部の概略断面図である。パターン化された導電性物品 1 3 0 0 は、第 1 の溝 1 3 1 2 と第 2 の溝 1 3 7 2 とを含む溝の微細パターンを含む層 1 3 1 0（例えば、基材の単一最上層）を含む。第 1 の溝 1 3 1 2 は、導電性シード層 1 3 3 0 上に配置された単一導電体 1 3 4 0 を含むトレース 1 3 2 0 を含む。第 2 の溝 1 3 7 2 は、実質的に透明及び / 又は非導電性であり得る材料 1 3 7 5 で実質的に充填され得る。例えば、溝の微細パターンは、本明細書の他の箇所でも更に説明されるように、溝のいくつかに導電性トレースを設けることができ、ついで、コーティング 1 3 7 0 の材料 1 3 7 5 がトレースを含まない溝を充填又は実質的に充填するように、コーティング 1 3 7 0 を溝の上に適用することができる。いくつかの実施形態では、第 2 の溝 1 3 7 2 の長さに直交する少なくとも 1 つの断面において、第 2 の溝 1 3 7 2 は実質的に透明な材料で実質的に充填される。

20

30

【 0 0 4 8 】

材料 1 3 7 5 は、非導電材料及び / 又は実質的に透明な材料であってもよく、接着剤、ポリマー、又は誘電材料（例えば、光学的に透明なポリマー接着剤）のうちの一つ以上であってもよい。いくつかの実施形態では、材料 1 3 7 5 は、層 1 3 1 0 の屈折率から 0 . 0 2 以内の屈折率を有する。屈折率は、異なる指定のない限り、波長 5 3 2 n m で決定される。

【 0 0 4 9 】

図 1 4 は、パターン化された導電性物品 1 4 0 0 又は物品 1 4 0 0 の一部の概略断面図である。パターン化された導電性物品 1 4 0 0 は、長手方向（y 方向）に沿って延び、底面と側面とを有する第 1 の溝 1 4 1 2（例えば、溝の微細パターンにおける溝）を含む層 1 4 1 0（例えば、基材の単一層）を含む。第 1 の溝 1 4 1 2 は、第 1 の溝内に配置された単一導電層 1 4 3 0 を含む。第 1 の溝の長手方向に垂直な少なくとも 1 つの断面において、導電層は、第 1 の溝の底面の少なくとも過半を覆っており、第 1 の溝の側面の少なくとも過半は、導電層の組成と同じ組成を有する材料と接触していない。いくつかの実施形態では、単一導電層 1 4 3 0 は、（例えば、導電層 1 4 3 0 上に単一導電体をめっきすることなく）トレースとして使用され得る。このことは、導電層 1 4 3 0 が十分な導電性をもたらし、かつ導電層 1 4 3 0 の耐久性が、溝の底面に層を配置することによって向上する用途において望ましい場合がある。

40

【 0 0 5 0 】

50

いくつかの実施形態では、非金属材料 1470 が第 1 の溝 1412 に少なくとも部分的に配置される。いくつかの実施形態では、第 1 の溝の少なくとも 1 つの断面において、非金属材料 1470 は、第 1 の溝 1412 の側面の少なくとも過半を覆う。図示の実施形態では、非金属材料 1470 は、第 1 の溝 1412 を充填する（かつ他の溝を充填する）連続層を形成する。例えば、非金属材料 1470 は、各溝を充填する連続層を形成する接着剤、ポリマー、又は誘電材料（例えば、光学的に透明なポリマー接着剤）のうちの 1 つ以上であってもよい。いくつかの実施形態では、材料 1470 は、層 1410 の屈折率から 0.02 以内の屈折率を有する。いくつかの実施形態では、材料 1470 は実質的に透明である。いくつかの実施形態では、材料 1470 は、層 1410 における溝にのみ実質的に配置される（例えば、溝の上方にあるコーティングされた材料の一部は、拭き取られ得る）。いくつかの実施形態では、材料 1470 は導電性材料（例えば、ポリ（3,4-エチレンジオキシチオフェン）（PEDOT）、PEDOT ポリスチレンスルホネート（PEDOT:PSS）、又はポリ（4,4-ジオクチルシクロペンタジチオフェン）などの透明導電性ポリマー）である。

10

【実施例】

【0051】

UV 硬化性樹脂の調製

75 部の PHOTOMER 6210（Cognis（Monheim am Rhein, Germany）から入手可能）、25 部のヘキサンジオールジアクリレートである SARTOMER SR238（Sartomer USA（Exton, PA）から入手可能）、及び 0.5% の LUCIRIN TPO（BASF（Ludwigshafen, Germany）から入手可能）を高速ミキサでブレンドし、ついで 160 °F（71 °C）のオープン内で 24 時間加熱した。その後、配合した樹脂を室温まで冷却した。

20

【0052】

実施例 1

線状チャネル配列を含む VISTAMAXX ツールの成形

0.47 mm 厚のシートである、1 層の VISTAMAXX 3588（Exxon Mobile Chemical（Houston TX）から入手可能）を、125 µm ピッチで、幅 40 µm でありかつ高さ 81 µm である線状リブを備える金属ツール上に配置した。フィルムのサイズは、250 mm × 280 mm であった。試料を圧縮成形機 Rucker PHI 400 トン（City of Industry, CA）でプレスして成形ツールを形成した。使用した成形条件は以下のとおりであった。

30

温度：225 °F

低圧：6,000 lbs、時間：1 分

上昇低圧：80,000 lbs、時間：20 分

名目上 100 °F まで冷却

【0053】

銀転写層の調製

転写可能なシード層薄膜を、米国特許第 8,658,248 号（Anderson ら）及び同第 7,018,713 号（Padiyath ら）に記載されているコートと同様の真空コート上で作製した。このコートに通した基材の形態は、Toray Plastics（America）, Inc.（North Kingstown, RI）から商品名 Toray FAN PMX2 として市販されている、980 マイクロインチ（0.0250 mm）厚、14 インチ（35.6 cm）幅のアルミニウム蒸着 2 軸配向ポリプロピレンフィルム の不定長ロールの形態であった。ついで、この基材を、32 fpm（9.8 m / 分）の一定のライン速度で前進させた。

40

【0054】

Sartomer USA（Exton, PA）から SARTOMER SR833S という商品名のトリシクロデカンジメタノールジアクリレートベースのアクリレート液を、超音波噴霧及びフラッシュ蒸着により適用して、幅 12.5 インチ（31.8 cm）のコ

50

ーティングを製造することによって、基材上に第1の有機層を形成した。その後、このモノマーコーティングを、7.0 kV及び10.0 mAで作動する電子ビーム硬化銃により直下流で硬化させた。蒸発器への液体モノマーの流れを0.67 mL/分とし、窒素ガスの流量を100 sccmとし、蒸発器の温度を500 °F (260)と設定した。処理用ドラムの温度は、14 °F (-10)であった。

【0055】

この第1の有機層の上に、銀反射体層を、銀99%超のカソードターゲットのDCスパッタリングによって堆積させた。システムは、30 fpm (毎分9.1メートル)のライン速度で3 kWで動作させた。同じ電力及びライン速度で2回の後続の堆積を行い、90 nmの銀層を作製した。

【0056】

この銀層の上に、酸化ケイ素アルミニウムの酸化物層をAC反応性スパッタリングによって堆積させた。カソードは、Soleras Advanced Coatings US (Biddford, (ME))から得られるSi (90%) / Al (10%)のターゲットを有した。スパッタリング中のカソードに対する電圧を、フィードバック制御ループにより制御し、制御ループは、電圧が高く維持され、ターゲットの電圧をクラッシュさせないように、電圧をモニターし、酸素流量を制御した。出力16 kWでシステムを動作させて、銀反射体上に12 nm厚の酸化ケイ素アルミニウムの層を堆積させた。

【0057】

国際公開第2018/178802号 (Gottrickら)又は同第2018/178803号 (Gottrickら)に記載されているものと同様に、Toray FAN PMX2 フィルムのアルミニウム表面と第1の有機層とは、約7.2 g/インチ (0.28 g/mm)の180剥離力で分離することが期待されている。

【0058】

二重層転写の手順

このプロセスで使用した器具及び材料は、圧縮成形されたVISTAMAXXツール試料、上記の銀転写フィルムのロール、片面が下塗りされている2 milのポリエチレンテレフタレート (PET) フィルムの1つのロール、UV硬化性樹脂、0.6インチ (1.52 cm)の直径及び9インチ (22.9 cm)の長さを有する1つのゴムハンドローラ、MASTER HEAT GUN model HG-501A、OMEGA社製Type J熱電対、RPC Industries (Hampton, VA) UV処理装置 (Model QC120233AN)、プラスチック製トランスファーピペット、及び11インチ x 15インチ (27.9 cm x 38.1 cm)の金属プレートを含んでいた。

【0059】

VISTAMAXXツールを8.5インチ x 9.5インチ (21.5 cm x 24.1 cm)のシートで供給し、微細構造を上向きにして平らな表面上に置いた。銀転写層フィルムを、10インチ x 11インチ (25.4 cm x 27.9 cm)片に切断した。ヒートガンからの熱風を試料の表面に均一に行き渡らせて、150 °Fまで加熱した。試料は高温下で変形するため、熱電対を使用して表面温度を監視した。所望の温度に達したとき、熱風を断ち、銀転写層フィルムを下向きにして加熱したVISTAMAXXフィルム上に置いた。ゴムハンドローラを使用して穏やかな力を加えることによって、試料を1回手でラミネートした。銀転写層を直ちにVISTAMAXX試料から引き離した。すると、銀転写層は、リップの頂部に軽く付着しているが、リップ間の開いているチャンネルが位置決めされたところには付着していないことが分かった。銀転写層の転写の品質を光学顕微鏡下で評価し、電氣的に導通していることが分かった。

【0060】

銀転写層は、VISTAMAXXツールに転写させた後、以下のように樹脂層に転写させた。ランプを通常の設定とし、コンベアベルト速度を50 RPMとして、取扱説明書に従ってUV処理装置をオンにした。銀転写層を有するVISTAMAXX試料を、金属プレート上にテープで貼り付けた。転写ピペットで、UV硬化性樹脂のラインを試料の片側

10

20

30

40

50

に分注した。下塗りされた 2 mil の PET フィルムを 10 インチ × 11 インチ (25.4 cm × 27.9 cm) 片に切断し、下塗りされた側を下向きにして VISTAMAXX 試料の上に積み重ねた。試料をゴムハンドローラでゆっくりとラミネートして、VISTAMAXX フィルムと PET フィルムとの間の閉じ込められた気泡を除去した。その後、試料を不活性ガス下で 2 回 UV 処理装置に通して、硬化プロセスを完了させた。PET フィルムを VISTAMAXX ツールからゆっくりと取り外した。ポリマーフィルムへの銀転写層の転写の品質を光学顕微鏡下で評価した。銀転写層は、UV 硬化されたフィルムの底部に完全に転写していた。更なる分析の前に、試料を周囲条件で 24 時間超保存した。

【0061】

転写された層から誘電体層を RIE 除去する手順

26 インチの低出力電極及び中央ガス排気を有する市販のバッチ式プラズマシステム (Plasma-Therm (Petersburg, FL) Model 3032) を用いて、反応性イオンエッチング (RIE) により誘電体層 (酸化ケイ素アルミニウム層) を除去した。チャンバを、ドライメカニカルポンプ (Edwards Model iQD P80) によってバックアップされたルーツプロア (Edwards (Burgess Hill, UK) Model EH1200) によって排気した。RF 電力は、5 kW の 13.56 MHz ソリッドステート発電器 (RF Plasma Products Model RF50S0) によって、インピーダンス整合回路を介して送達した。このシステムは、5 mTorr の公称ベース圧力を有していた。ガスの流量は、MKS フローコントローラ (MKS Instruments (Andover, MA) から入手可能) によって制御した。

【0062】

基材の試料を、バッチプラズマ装置の給電された電極上に固定した。チャンバを < 10 mTorr に排気した後、500 SCCM の酸素をチャンバ内に供給することによって、プラズマエッチングを完了した。一旦流量が安定化したら、rf 電力を電極に対して印加して、1000 W でプラズマを発生させた。プラズマを 15 秒間オンのままにした。

【0063】

プラズマ処理が完了した後、チャンバを大気に通気し、基材をチャンバから取り出した。

【0064】

溝内の銅めっき

RIE エッチングされた膜を DI 水ですすぎ、硫酸銅 (29 オンス / ガロン) 及び硫酸 (8 オンス / ガロン) で作った溶液に入れた。溶液流量は、11 ガロン / 分であった。めっきは、DYNATRONIX (Amery WI)、Model DPR20-250-500 による電源を用いて、定電位モードで実施した。溶液温度は 21 °C であった。めっきを 1.6 V で 25 分間制御した。めっき後、部品をすすぎ、乾燥させ、顕微鏡下で検査した。RIE エッチングによって誘電体層が除去された銀転写層上に銅がめっきされたことを確認した。

【0065】

実施例 2 ~ 3

NovaCentrix 導電性インクを用いてツールにシーディングするための手順

導電性銀インクを、構造化ニッケルツール上のリップの上部に手で印刷することによって適用した。ニッケルツールは、六角形部分及び三角形部分 (例えば、バスバー部分に対応) を有していた。六角形部分は、1 mm の対辺間の幅、25 マイクロメートルのリップ幅、及び 25 マイクロメートルのリップ高さを有する六角形を含んでいた。三角形部分は、六角形部分と同じ形状を有する六角形を含み、かつこの六角形の各頂点から六角形の中心まで延びる追加のリップを含んでいた。導電性銀インクを以下のように適用した。

(1) NovaCentrix (Round Rock, TX) DSPI-420 Silver Dispersing Ink の連続層を、番線 5 のパーコータ (Mayer Rod) で PET フィルム上にコーティングすることによってインク源として調製し、約 10 µm の湿潤フィルム厚さを得た。

10

20

30

40

50

(2) 平坦なフォトリソフレキシ印刷プレートを、3M E1120 CUSHION-MOUNTテープ(3M Company (St. Paul, MN)から入手可能)で直径約4インチのマンドレルに取り付け、(1)のコーティングの上に直ちに手で転がし、乾燥前に銀インクの一部をフレキシ印刷プレートの表面に転写した。

(3) 次に、(2)のフレキシ印刷プレートをニッケルツールの表面上に直ちに手で転がし、銀インクが印刷プレート表面上で乾燥する前に、構造化ニッケルツールの上部レリーフ表面にのみ銀インクを転写させた。

【0066】

ついで、Despatch (Minneapolis, MN) 溶媒対応 (solvent-rated) オープン (Model LFC1-38-1) を使用して、銀インクを240°Fで少なくとも2分間乾燥及び焼結させた。

10

【0067】

フィルム形成の手順

本プロセスで使用した器具及び材料は、約10フィート/分で稼働し、ハロゲン球で硬化させるFusion UV Processor、ChemInstruments (Chester Township, OH) ラミネータ (Model: Hot Roll Laminator)、及び両面が下塗りされた5milのPETフィルムを含んでいた。

【0068】

プロセスを開始するために、PETフィルムを約6.5インチ×7.5インチ(16.5cm×19.1cm)片に切断してツールの表面全体を覆った。ランプを通常の設定とし、コンペアベルト速度を50RPMとして、取扱説明書に従ってUV処理装置をオンにした。また、窒素ガスも、硬化プロセスを支援するためにUV処理装置に供給した。

20

【0069】

プラスチック製トランスファーピペットを使用して、UV硬化性樹脂をツールの縁部に分注した。PETフィルムをツールの上部の上に置き、片端をツールにテープで貼り付けることによって所定の位置に保持した。樹脂をツール全体に均一に広げるラミネータを通して試料を処理した。

【0070】

ついで、樹脂の硬化を確実に完了させるために、UV処理装置に試料を2回通した。試料を90°の角度でそっと引っ張ることによって、試料をツールから取り外した。結果として得られたフィルムは、焼結された銀シード層が溝の底部にある、ツールからの反転像微細構造であった。

30

【0071】

銅めっきの手順

上述の複製されたフィルムを、硫酸銅及び硫酸で作った酸性銅めっき溶液に入れた。溶液流量は80リットル/分であった。めっきは、DYNATRONIX (Amery WI)、Model CRS12-200による電源を用いて、定電位モードで実施した。溶液温度は21°であった。実施例2及び3に対して、それぞれ1.4Vで12.5分間及び10分間めっきを制御した。めっき後、部品をすすぎ、乾燥させ、顕微鏡下で検査した。銅が溝内のシード層上にめっきされて、導電トレースの微細パターンを形成したことが確認された。

40

【0072】

実施例2では、六角形部分において、トレースは、UV硬化層の上面の上方に約15~22マイクロメートル延びていた。三角形部分では、トレースの頂部は、UV硬化層の上面とほぼ同じレベルであった。

【0073】

実施例3では、六角形部分において、トレースの頂部は、約20マイクロメートルだけUV硬化層の上面とほぼ同じレベルであった。三角形部分では、トレースの頂部は、UV硬化層の上面から約15~21マイクロメートル凹んでいた。

【0074】

50

上記において参照された参考文献、特許、又は特許出願のすべては、それらの全体が参照により本明細書に一貫して組み込まれている。組み込まれた参考文献の一部と本出願との間に不一致又は矛盾がある場合、前述の記載における情報が優先するものとする。

【 0 0 7 5 】

図中の要素の説明は、別段の指示がない限り、他の図中の対応する要素に等しく適用されるものと理解されたい。本明細書において特定の実施形態が例示され説明されているが、本開示の範囲を逸脱することなく、図示され説明されている特定の実施形態を様々な代替的实施態様及び/又は等価の実施態様によって置き換えることができる点が、当業者には理解されよう。本出願は、本明細書で論じられた特定の実施形態のあらゆる適応例又はバリエーションを包含することが意図されている。したがって、本開示は、特許請求の範囲及びその同等物によってのみ限定されるものとする。以下、例示的实施形態を示す。

10

[項目 1]

単一層を備える基材と、

前記単一層に少なくとも部分的に埋め込まれた導電トレースの微細パターンであって、各導電トレースは、前記導電トレースの長手方向に沿って延び、

上部主表面と、前記単一層と直接接触している反対側の底部主表面とを有する導電性シード層と、

前記導電性シード層の前記上部主表面上に配置された単一導電体であって、前記単一導電体と前記導電性シード層とが組成又は結晶形態のうちの少なくとも1つにおいて異なっており、前記単一導電体は、横方向側壁を有し、前記横方向側壁の総面積の少なくとも過半が前記単一層と直接接触している、単一導電体と、

20

を備える、導電トレースの微細パターンと、

を備える、パターン化された導電性物品。

[項目 2]

前記導電トレースの微細パターンが、80%～99.95%の範囲の開放面積率を有する、項目1に記載のパターン化された導電性物品。

[項目 3]

前記微細パターンにおける前記導電トレースの少なくとも過半の各導電トレースが、前記長手方向及び前記単一層の厚さ方向に直交する幅方向に沿った幅Wを有し、前記厚さ方向に沿った厚さTを有し、 T/W が少なくとも0.8である、項目1又は2に記載のパターン化された導電性物品。

30

[項目 4]

前記導電トレースの微細パターンが、溝の微細パターン内に少なくとも部分的に配置され、前記溝の微細パターンが、非導電材料で実質的に充填された少なくとも1つの溝を備える、項目1から3のいずれか一項に記載のパターン化された導電性物品。

[項目 5]

前記導電性シード層が、硬化された導電性インク又は硬化された導電性コーティングを備える、項目1から4のいずれか一項に記載のパターン化された導電性物品。

[項目 6]

前記導電性シード層が、架橋ポリマー層上に配置された導電層を備える、項目1から5のいずれか一項に記載のパターン化された導電性物品。

40

[項目 7]

パターン化された導電性物品であって、第1の溝をその中に備える基材であって、前記第1の溝は、長手方向に沿って延び、底面と側面とを有する、基材と、

前記第1の溝内に配置された導電性シード層と、

前記第1の溝内に少なくとも部分的に配置された単一導電体と、

を備える、パターン化された導電性物品であって、

前記第1の溝の前記長手方向に垂直な少なくとも1つの断面において、前記導電性シード層は、前記第1の溝の前記底面の少なくとも過半を覆っており、前記単一導電体が前記導電性シード層と前記第1の溝の前記側面の少なくとも過半とを覆っており、前記側面の

50

それぞれと前記単一導電体とが前記側面のそれぞれと前記単一導電体との間に導体 - 絶縁体境界面を画定し、前記単一導電体と前記導電性シード層とが前記単一導電体と前記導電性シード層との間に導体 - 導体境界面を画定する、パターン化された導電性物品。

[項目 8]

前記基材が溝の微細パターンをその中に備え、前記溝の微細パターンが前記第 1 の溝を備える、項目 7 に記載のパターン化された導電性物品。

[項目 9]

前記溝の微細パターンが第 2 の溝を備え、前記第 2 の溝の長さに直交する少なくとも 1 つの断面において、前記第 2 の溝が実質的に透明な材料で実質的に充填されている、項目 8 に記載のパターン化された導電性物品。

10

[項目 10]

第 1 の溝をその中に備える基材であって、前記第 1 の溝は底面と側面とを有する、基材と、

前記第 1 の溝内に配置された導電性シード層と、

前記第 1 の溝内に少なくとも部分的に配置された単一導電体と、

を備え、

前記導電性シード層は、前記第 1 の溝の前記底面の少なくとも過半を覆っており、前記単一導電体は、前記導電性シード層と前記第 1 の溝の前記側面の少なくとも過半とを覆っており、前記導電性シード層に平行であり、前記導電性シード層から離れている、前記単一導電体を通る平面では、前記単一導電体は、前記側面との第 1 の境界面において、より小さい第 1 のラインエッジラフネスを有し、前記導電性シード層が、前記導電性シード層の縁部において、より大きい第 2 のラインエッジラフネスを有する、パターン化された導電性物品。

20

[項目 11]

第 1 の溝をその中に備える基材であって、前記第 1 の溝は、長手方向に沿って延び、底面と側面とを有する、基材と、

前記第 1 の溝内に配置された単一導電層と、

を備え、

前記第 1 の溝の前記長手方向に垂直な少なくとも 1 つの断面において、前記導電層は、前記第 1 の溝の前記底面の少なくとも過半を覆っており、前記第 1 の溝の前記側面の少なくとも過半が、前記単一導電層の組成と同じ組成を有する材料と接触していない、パターン化された導電性物品。

30

[項目 12]

非金属材料が前記第 1 の溝内に少なくとも部分的に配置され、前記第 1 の溝の前記少なくとも 1 つの断面において、前記非金属材料が前記第 1 の溝の前記側面の少なくとも過半を覆っている、項目 11 に記載のパターン化された導電性物品。

[項目 13]

アンテナ、ヒータ、電磁干渉シールド、静電気消散構成要素、センサ、又は電極のうちの少なくとも 1 つである、項目 1 から 12 のいずれか一項に記載のパターン化された導電性物品。

40

[項目 14]

少なくとも 1 つの嶺を有するツールを準備することと、

前記少なくとも 1 つの嶺の第 1 の部分の側面の総面積の少なくとも過半が導電層を含まないように、前記少なくとも 1 つの嶺の前記第 1 の部分の表面上に前記導電層を配置することと、

前記導電層を前記配置する工程の後に、前記ツール上に樹脂を配置することと、

前記樹脂を固化させて、前記少なくとも 1 つの嶺に対応する少なくとも 1 つの溝を備えるポリマー層を形成することと、

前記導電層が前記少なくとも 1 つの溝の底面に配置されるように、前記ツールから前記ポリマー層及び前記導電層を取り外すことと、

50

を含む、パターン化された導電性物品の製造方法。

[項目 1 5]

導電材料が前記導電層を覆うように、前記導電材料を前記少なくとも1つの溝内に堆積させることを更に含む、項目 1 4 に記載の製造方法。

【 図面 】

【 図 1 】

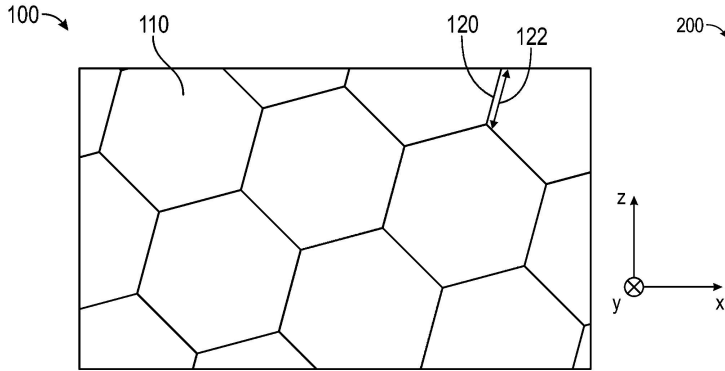


FIG. 1

【 図 2 】

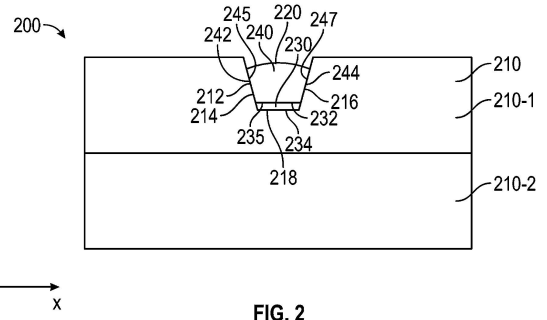


FIG. 2

【 図 3 】

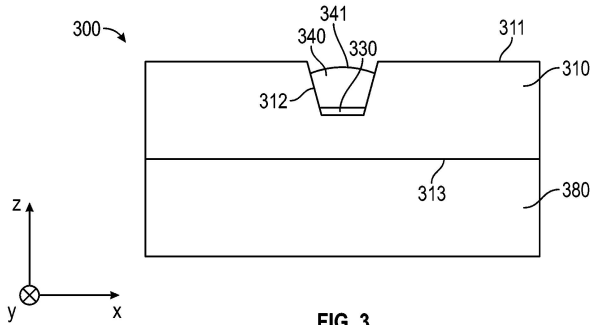


FIG. 3

【 図 4 】

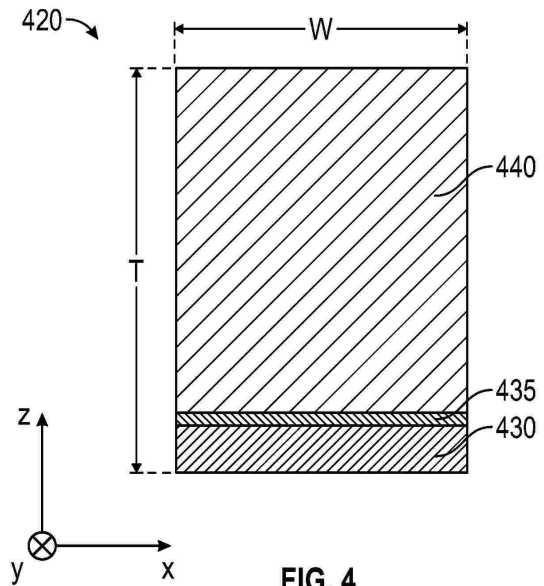


FIG. 4

10

20

30

40

50

【図 5 A】

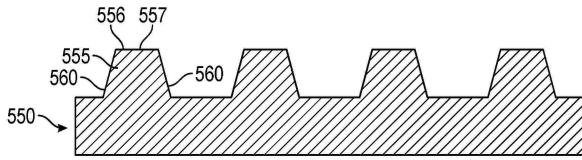


FIG. 5A

【図 5 B】

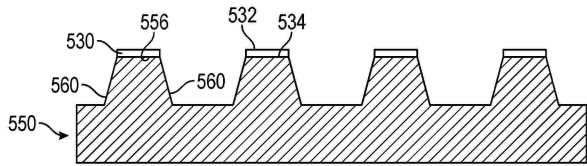


FIG. 5B

【図 5 C】

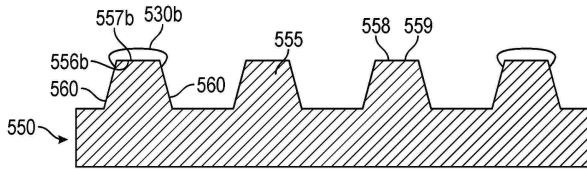


FIG. 5C

【図 5 D】

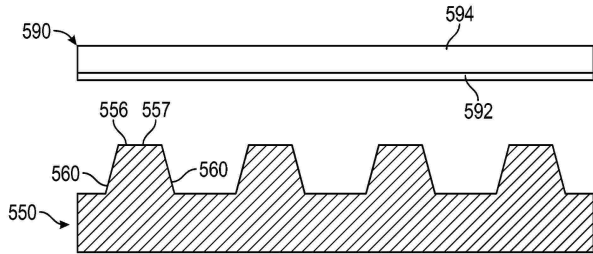


FIG. 5D

【図 5 E】

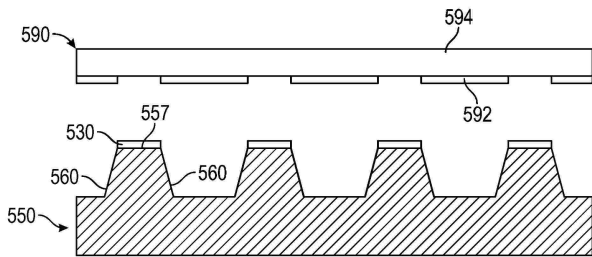


FIG. 5E

【図 5 F】

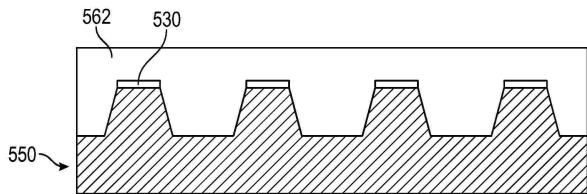


FIG. 5F

10

20

30

40

50

【 5 G 】

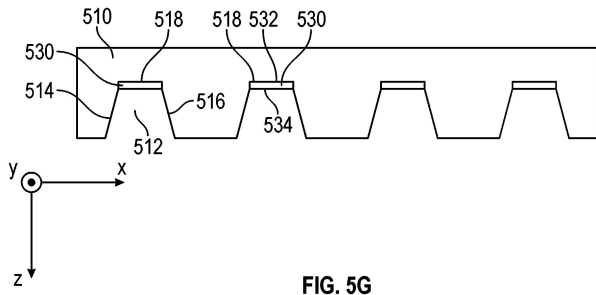


FIG. 5G

【 5 H 】

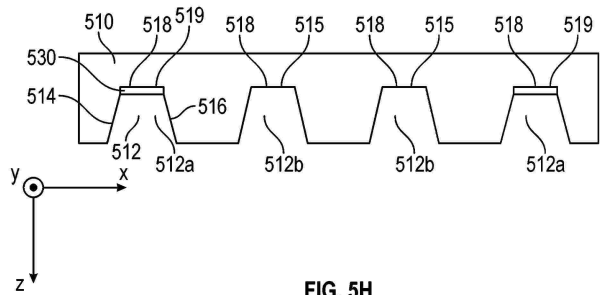


FIG. 5H

10

【 6 】

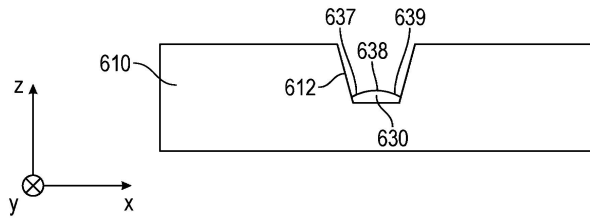


FIG. 6

【 7 】

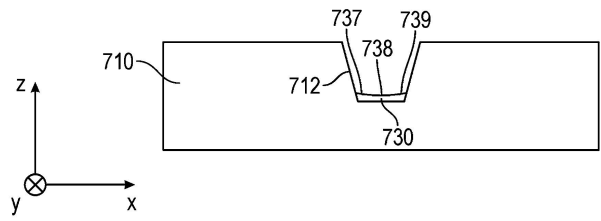


FIG. 7

20

【 8 】

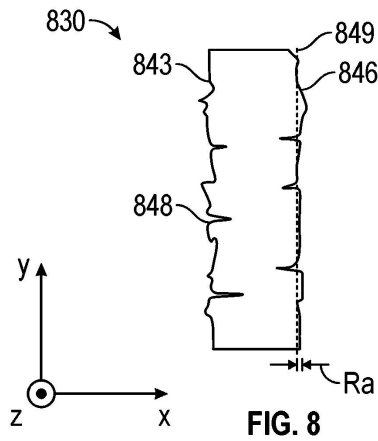


FIG. 8

【 9 】

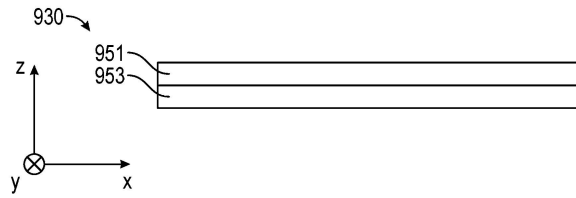


FIG. 9

30

40

50

【 1 0 】

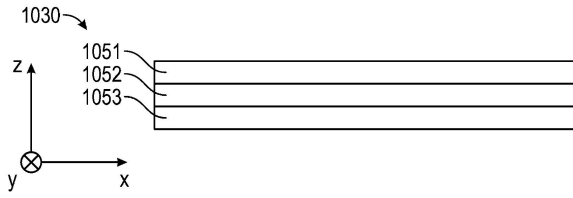


FIG. 10

【 1 1 A 】

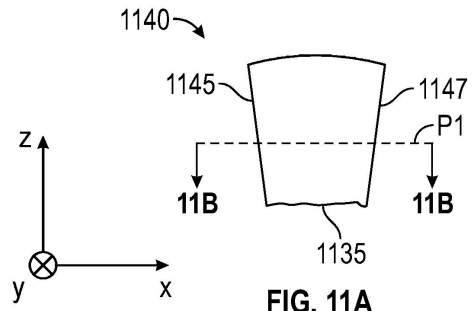


FIG. 11A

10

【 1 1 B 】

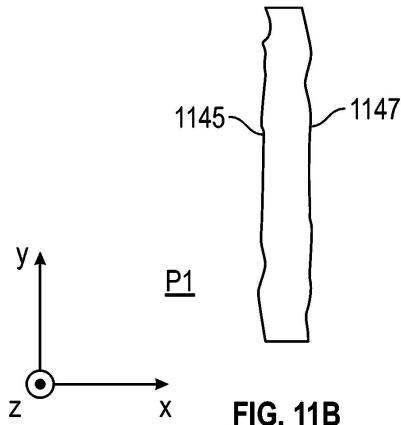


FIG. 11B

【 1 2 A 】

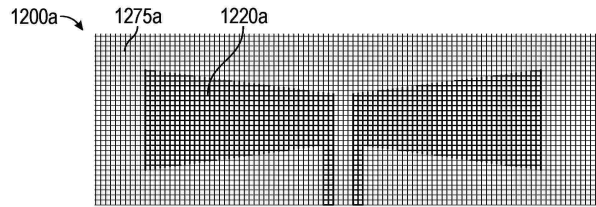


FIG. 12A

20

【 1 2 B 】

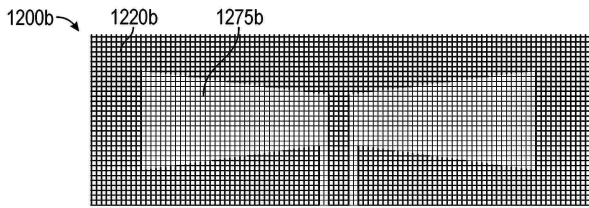


FIG. 12B

【 1 3 】

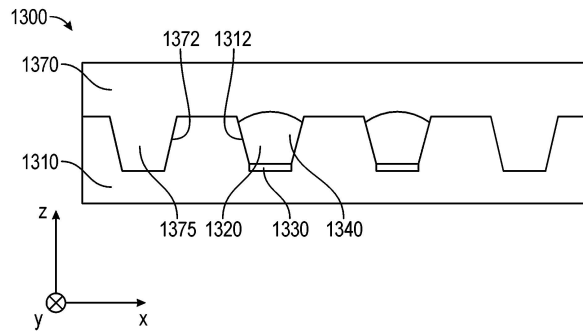


FIG. 13

30

40

50

【 1 4 】

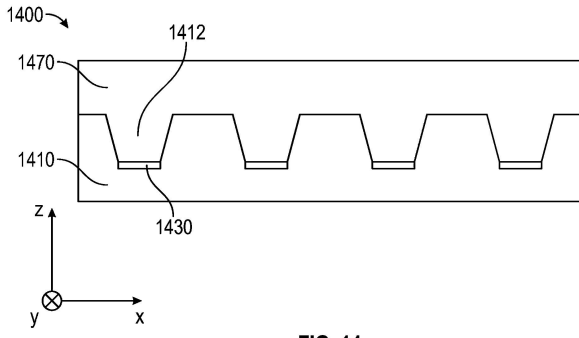


FIG. 14

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 100171701
弁理士 浅村 敬一
- (72)発明者 ジョンストン, レイモンド ピー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ゴトリック, ケビン ダブリュ.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 スリヴァン, ジョン ジェイ.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 メイヤー, ケネス エー. ピー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 キャロス, ジョセフ シー.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ヅァン, ハイヤン
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 アブラハム, グレゴリー エル.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ステイ, マシュー エス.
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス
3 3 4 2 7, スリーエム センター
- 審査官 内田 勝久
- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 3 6 6 2 7 (U S , A 1)
特表 2 0 1 1 - 5 1 3 8 4 6 (J P , A)
欧州特許出願公開第 0 2 1 2 4 5 1 4 (E P , A 1)
特開 2 0 0 8 - 2 1 8 4 5 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
H 0 5 K 3 / 1 0 - 3 / 2 6
H 0 5 K 3 / 3 8