

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7115687号

(P7115687)

(45)発行日 令和4年8月9日(2022.8.9)

(24)登録日 令和4年8月1日(2022.8.1)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 B 5/14 (2006.01)

H 0 1 B 5/14

B

C 0 1 B 32/168 (2017.01)

H 0 1 B 5/14

A

C 0 1 B 32/158 (2017.01)

C 0 1 B 32/168

H 0 5 K 1/09 (2006.01)

C 0 1 B 32/158

H 0 5 K 1/02 (2006.01)

H 0 5 K 1/09

A

請求項の数 6 (全11頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-9614(P2019-9614)
 (22)出願日 平成31年1月23日(2019.1.23)
 (65)公開番号 特開2020-119744(P2020-119744
 A)
 (43)公開日 令和2年8月6日(2020.8.6)
 審査請求日 令和3年6月29日(2021.6.29)

(73)特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (73)特許権者 504139662
 国立大学法人東海国立大学機構
 愛知県名古屋市千種区不老町1番
 (74)代理人 110001128弁理士法人ゆうあい特許事
 務所
 (72)発明者 成瀬 淳一
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
 会社デンソー内
 (72)発明者 大島 久純
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
 会社デンソー内
 (72)発明者 藤原 良道

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 カーボンナノチューブパターン配線、それを有する透明導電基板およびヒータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

一面を有する基台(1)と、

前記一面上に形成され、高さ(H)が1 μ m以上とされたライン状のカーボンナノチューブであるカーボンナノチューブライン(2a)を有するCNTパターン(2)と、を備え、

前記一面上の一方方向に切断した断面において、隣り合う複数の前記カーボンナノチューブラインの間に開口部(5)が位置したラインアンドスペース状膜とされ、
前記カーボンナノチューブラインは、前記一面に対する法線方向を高さ方向とする基部(2b)を有し、該基部の幅が350 μ m以下とされていると共に、前記一面側において前記基部から張り出した鰭部(2c)を有し、前記基部の幅となる第1幅(W1)に対して前記鰭部の幅となる第2幅(W2)の比が1.35以上になっており、前記鰭部同士の間では前記基台が露出しているカーボンナノチューブパターン配線。

【請求項2】

前記カーボンナノチューブラインを構成する前記カーボンナノチューブが前記基台に対してランダムに配向した状態で配置されている請求項1に記載のカーボンナノチューブパターン配線。

【請求項3】

密度が0.1 g/cm³ ~ 1.1 g/cm³の範囲の請求項1または2に記載のカーボンナノチューブパターン配線。

【請求項 4】

前記カーボンナノチューブラインの高さが $5\ \mu\text{m}$ 以上とされている請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載のカーボンナノチューブパターン配線。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載のカーボンナノチューブパターン配線 (1 0 0) を有し、

前記基台が透明基板によって構成されており、

前記基部の幅が $10\ \mu\text{m}$ 以下とされている透明導電基板。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載のカーボンナノチューブパターン配線にて構成されたヒータ。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カーボンナノチューブ (以下、CNT という) パターン配線、それを有する透明導電基板およびヒータに関する。

【背景技術】

【0002】

基台上に CNT 導電膜を形成した CNT 配線として、例えば基台となる透明基板上に CNT 導電膜を形成したフレキシブルな CNT 透明電極が知られている。CNT 導電膜は金属メッシュ導電膜に比べて、ヘイズ値が小さい、また伸縮に対しての導電性の変化が小さい特性を有しているため、CNT 透明電極は、3D ディスプレイパネルや透明ヒータなどへの適用が期待されているものである。 20

【0003】

近年、デバイスの微細化に連れて CNT 配線の低抵抗化が求められている。しかしながら、CNT 配線における光透過率 T とシート抵抗 R_s とは、所定の定数 K を用いて次式に示す関係で表現されるため、高導電性、つまり低抵抗と高光透過率を両立することが困難である。

【0004】

(数 1) $T = \exp [- 1 / (K \times R_s)]$ 30

このため、CNT 配線における CNT 導電膜をパターン化し、CNT 導電膜を網目状に形成することで CNT 透明電極とすることが検討されている。例えば、非特許文献 1 には、複数の畝によって CNT パターン配線を製造することが開示されている。具体的には、メンブレンフィルタを用意し、メンブレンフィルタ上または下に CNT パターンを形成するためのマスクレジストを配置したのち、マスクレジストおよびメンブレンフィルタを介して CNT を含むガスを濾過する。これにより、メンブレンフィルタ上に CNT による薄膜が形成される。そして、メンブレンフィルタ上に形成された CNT を基台に転写することにより、CNT パターン配線を形成している。

【先行技術文献】

【非特許文献】 40

【0005】

【文献】ACS Nano, 2014, 8 (4) , pp 3285 - 3293

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、非特許文献 1 に開示されているように、上記した製造方法によって CNT パターン配線を形成した場合、CNT パターン配線の厚みが $0.14\ \mu\text{m}$ 程度にしかない。この厚みだと、光透過率は高くできるものの、シート抵抗 R_s が例えば $60 \sim 70 [\quad / \quad]$ と高くなり、低抵抗を実現することができない。

【0007】 50

本発明は上記点に鑑みて、低抵抗と高光透過率の両立を図ることができるCNTパターン配線、それを有する透明導電基板およびヒータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、請求項1に記載のCNTパターン配線は、一面を有する基台(1)と、一面上に形成され、高さ(H)が $1\mu\text{m}$ 以上とされたライン状のCNTであるCNTライン(2a)を有するCNTパターン(2)と、を有し、前記一面上の一方に切断した断面において、隣り合う複数のCNTラインの間に開口部(5)が位置したラインアンドスペース状膜とされている。そして、カーボンナノチューブラインは、前記一面に対する法線方向を高さ方向とする基部(2b)を有し、該基部の幅が $350\mu\text{m}$ 以下とされていると共に、前記一面側において基部から張り出した鰭部(2c)を有し、基部の幅となる第1幅(W1)に対して鰭部の幅となる第2幅(W2)の比が1.35以上になっており、鰭部同士の間では基台が露出している。

10

【0009】

このような構成のCNTパターン配線は、基台の上に複数本のCNTラインを形成した構造とされている。そして、各CNTラインの間には、CNTが形成されておらず開口部とされた部分が設けられ、CNTラインと開口部とが交互に配置されたラインアンドスペース状膜が構成されている。したがって、開口部を通じて光を透過させることが可能となる。一方、CNTラインの高さについては、 $1\mu\text{m}$ 以上とされている。このため、CNTパターンの低抵抗化を図ることが可能となる。よって、低抵抗と高光透過率の両立を図ることができるCNTパターン配線とすることが可能となる。

20

【0010】

なお、各構成要素等に付された括弧付きの参照符号は、その構成要素等と後述する実施形態に記載の具体的な構成要素等との対応関係の一例を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態にかかるCNTパターン配線の上面図である。

【図2】図1のII-II断面図である。

【図3】CNTの厚みとシート抵抗の関係を示した図である。

【図4】CNTパターン配線の光の透過の様子を示した図である。

30

【図5A】図1および図2に示すCNTパターン配線の製造工程を示した断面図である。

【図5B】図5Aに続くCNTパターン配線の製造工程を示した断面図である。

【図5C】図5Bに続くCNTパターン配線の製造工程を示した断面図である。

【図5D】図5Cに続くCNTパターン配線の製造工程を示した断面図である。

【図5E】図5Dに続くCNTパターン配線の製造工程を示した断面図である。

【図5F】図5Eに続くCNTパターン配線の製造工程を示した断面図である。

【図5G】図5Fに続くCNTパターン配線の製造工程を示した断面図である。

【図6】電子顕微鏡により撮影したCNTラインの画像を2値化した図である。

【図7】他の実施形態で説明するCNTパターン配線の断面図である。

【図8】他の実施形態で説明するCNTパターン配線の断面図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、同一符号を付して説明を行う。

【0013】

(第1実施形態)

第1実施形態について説明する。本実施形態では、CNTパターン配線がヒータに適用される場合を例に挙げて説明する。

【0014】

図1に示すように、基台1の上に、CNTパターン2が形成されると共にCNTパター

50

ン 2 の両端に第 1 電極 3 と第 2 電極 4 がそれぞれ配置されることで CNT パターン配線 1 0 0 が構成されている。

【 0 0 1 5 】

基台 1 は、例えば透明プラスチックフィルムのようなフレキシブルな透明基板などで構成されている。ここでは、基台 1 として、光が透過して基台 1 と反対側まで視認できるような透明基板を用いているが、基台 1 の一面が視認できる非透明のものが用いられていても良い。

【 0 0 1 6 】

例えば、基台 1 を介して CNT パターン配線 1 0 0 の取り付け対象を視認でき、CNT パターン配線 1 0 0 については視認できないように、もしくは目立たないようにしたい場合には、基台 1 が透明基板で構成される。また、CNT パターン配線 1 0 0 が取り付け対象に直接 CNT パターン 2 などが形成されることで取り付け対象の一部と共に CNT パターン配線 1 0 0 が構成される場合は、基台 1 は例えば取り付け対象の筐体などで構成される。その場合、基台 1 の一面が視認できてよいことから、基台 1 が非透明のもので構成されていても良い。

【 0 0 1 7 】

CNT パターン 2 は、基台 1 の一面上に所望のパターンに形成された CNT である。本実施形態の場合、CNT パターン 2 は、図 1 に示すように複数本の CNT ライン 2 a が一定間隔に並べられることでストライプ状とされている。また、本実施形態では、各 CNT ライン 2 a は、図 2 に示すように、断面形状が、基台 1 の一面に対する法線方向を高さ方向とする面状または棒状の基部 2 b と、基台 1 側において基部 2 b から張り出した鍔部 2 c とを有した形状とされている。本実施形態の場合、基部 2 b は、第 1 幅 W 1 とされ、鍔部 2 c は、第 1 幅 W 1 のうち最も幅広な部分よりも大きくされた第 2 幅 W 2 とされている。なお、図 2 では、CNT ライン 2 a の第 1 幅 W 1 を小さくした縮尺で図示したため、CNT ライン 2 a の断面形状が逆 T 字形状になっているが、この形状は第 1 幅 W 1 や第 2 幅 W 2 および高さ H によって変わる。

【 0 0 1 8 】

第 1 幅 W 1 は、要求されるシート抵抗や高等化率に基づいて設定されており、例えば 3 5 0 μm 以下とされている。具体的には、第 1 幅 W 1 は、CNT パターン 2 自体が視認できないようにする場合には 1 0 μm 以下とされ、視認できてよい場合には例えば 5 0 ~ 1 0 0 μm とされる。第 2 幅 W 2 については任意であるが、例えば第 1 幅 W 1 : 第 2 幅 W 2 が 1 : 1 . 3 5 とされている。CNT ライン 2 a のうち第 2 幅 W 2 とされた鍔部 2 c については必須ではなく、すべて第 1 幅 W 1 の基部 2 b とされていても良い。また、鍔部 2 c が備えられる構造とされる場合、ここで説明した第 1 幅 W 1 : 第 2 幅 W 2 の値も一例を示したに過ぎず、他の値であっても構わない。ただし、CNT ライン 2 a に鍔部 2 c を備えることにより、この部分で基台 1 との密着性が向上し、幅狭で構成した場合の CNT ライン 2 a の横倒れを抑制できることから、鍔部 2 c を備えることが好ましい。特に、第 1 幅 W 1 に対する第 2 幅 W 2 の比が上記した 1 . 3 5 以上になると、より高い密着性を得ることができる。

【 0 0 1 9 】

鍔部 2 c の幅や厚みについては任意であるが、光透過率を考慮して設定される。例えば、第 2 幅 W 2 が大きければ、基台 1 が鍔部 2 c で覆われる部分の面積が大きくなる。CNT の厚みが薄ければ高光透過率が得られるが、厚くなると得られない。このため、光透過率を考慮して鍔部 2 c の幅と厚みが設定される。

【 0 0 2 0 】

なお、各 CNT ライン 2 a の形成ピッチは、基部 2 b の部分と基部 2 b 以外の部分とが 1 : 9 となるようにしてある。つまり、基台 1 のうち CNT パターン 2 が形成された部分の面積に対し、基部 2 b 同士の間において CNT が形成されておらず開口部 5 とされた部分の形成割合が 9 0 % の割合となるようにしている。この開口部 5 の形成割合は、要求される光透過率に応じて決めれば良く、9 0 % 以上にすると、より高光透過率を得ることが

10

20

30

40

50

可能となる。

【0021】

また、各CNTライン2aの高さHは等しくなっており、基台1から先端までの高さが1 μ m以上、好ましくは5 μ m以上とされている。この高さHと抵抗値とは相関関係があり、高さHが高いほど低抵抗にできる。なお、CNTの厚み、つまりCNTライン2aの高さHとシート抵抗[Ω/\square]との関係は例えば図3のように示される。この関係は、CNTへのドーパントの種類など膜質によって異なったものになるが、図3と同様の傾向になる。そして、高さHが1 μ mのときにシート抵抗が30[Ω/\square]となるため、高さHが1 μ m以上となるようにすることで、より低抵抗化を図ることが可能となる。また、CNTライン2aを構成するCNTは、密度が0.1g/cm³~1.1g/cm³の範囲となっている。CNTライン2aを構成するCNTの配向については任意であるが、基台1に対してランダムに配向したものとすることができる。

10

【0022】

第1電極3と第2電極4は、それぞれ、各CNTライン2aの一端側と他端側とを連結するように配置されている。第1電極3と第2電極4は、銀などの電極材料で構成されており、例えば一方が電源の正極、他方が負極に接続されることでCNTパターン配線100に対して電流を流すようになっている。

【0023】

以上のようにして、本実施形態のCNTパターン配線100が構成されている。このように構成されるCNTパターン配線100は、基台1の上に複数本のCNTライン2aを有するCNTパターン2を形成した構造とされている。そして、各CNTライン2aの間における基部2b同士の間には、CNTが形成されておらず開口部5とされた部分が設けられている。このため、CNTライン2aと開口部5とが交互に配置されたラインアンドスペース状膜が構成されている。したがって、図4に示すように、開口部5を通じて光を透過させることが可能となり、開口部5の形成割合を90%以上にすれば、光透過率も90%以上という高い値にすることができる。

20

【0024】

一方、各CNTライン2aの高さHについては、1 μ m以上とされている。このため、シート抵抗が30[Ω/\square]以下となるようにでき、CNTパターン2の低抵抗化を図ることが可能となる。

30

【0025】

よって、低抵抗と高光透過率の両立を図ることができるCNTパターン配線100とすることが可能となる。そして、基台1を透明基板とした場合には、基部2bの第1幅W1を10 μ m以下とすることで、低抵抗と高光透過率の両立を図ることができるCNTパターン配線100を有する透明導電基板とすることができる。

【0026】

さらに、本実施形態のようなCNTパターン配線100をヒータとして適用することもできる。CNTパターン配線100が適用されるヒータとしては、車両用空調装置における除霜運転を行う際のヒータなどが挙げられる。その場合、霜が付着する室外機などにCNTパターン配線100を取り付けることでヒータとして機能させることができる。さらにカメラなどの除霜・結露防止用ヒータなどに適用できる。

40

【0027】

また、車両における車室内の様々な場所にヒータを配置すること、例えばダッシュボードの下面に配置するフットヒータなどが検討されているが、そのようなヒータとしてCNTパターン配線100を適用することもできる。このようなヒータに用いる場合には、CNTパターン配線100が目立たないようにしたいため、基台1を透明基板で構成したり、ヒータの取り付け対象の筐体などによって基台1を構成すると好ましい。

【0028】

続いて、このように構成される本実施形態のCNTパターン配線100の製造方法について説明する。

50

【 0 0 2 9 】

〔 図 5 A に示す工程 〕

まず、フィルタ 1 0 を用意する。フィルタ 1 0 は、C N T の濾過を行うことができる材料で構成されており、例えばメンブレンフィルタなどによって構成されている。そして、このフィルタ 1 0 の一面側に、レジスト 1 1 を配置する。

【 0 0 3 0 】

レジスト 1 1 にはネガレジストを用いており、ここではアルカリ可溶材料で構成されるネガレジストを用いている。レジスト 1 1 については、スピコートなどの一般的な手法ではなく、ドライフィルムレジスト等の厚膜のフィルムレジストをフィルタ 1 0 に貼り付けることによって配置している。レジスト 1 1 の厚みについては、C N T パターン 2 を構成する C N T ライン 2 a の高さ H と同程度、すなわち $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上、好ましくは $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上とされ、例えば $10\text{ }\mu\text{m}$ とされる。

10

【 0 0 3 1 】

〔 図 5 B に示す工程 〕

例えば、クロム系のマスク 1 2 によって C N T パターン 2 の形成予定領域を覆い、マスク 1 2 上から紫外線による露光処理を行う。これにより、露光された部分が固化する。

【 0 0 3 2 】

〔 図 5 C に示す工程 〕

露光後のレジスト 1 1 およびフィルタ 1 0 に対して現像、リンス処理を行う。すなわち、マスク 1 2 を除去した後、露光後のレジスト 1 1 およびフィルタ 1 0 を炭酸ナトリウム水溶液などのリンス液に浸す。これにより、マスク 1 2 によって覆われて露光されなかった遮光部が溶解させられ、C N T パターン 2 の形成予定領域において溝部 1 1 a が形成される。

20

【 0 0 3 3 】

〔 図 5 D に示す工程 〕

C N T 捕獲処理を行う。この処理については、公知となっている手法を用いて実施することができる。例えば、C N T を含む気相分散媒となるエアロゾルや液相分散媒となるコロイド溶液などの分散媒を用意し、この分散媒を溝部 1 1 a が設けられたレジスト 1 1 側からフィルタ 1 0 を透過させる。これにより、分散媒に含まれる C N T がフィルタ 1 0 によって濾過され、溝部 1 1 a 内に C N T が捕獲されていく。

30

【 0 0 3 4 】

〔 図 5 E に示す工程 〕

上記した図 5 D に示す工程を連続的に行うと、溝部 1 1 a 内が埋込まれるように C N T が捕獲される。それをさらに続けると溝部 1 1 a の外部にはみ出すように C N T が捕獲され、T 字状の C N T パターン 2 が形成される。このとき、C N T パターン 2 を構成する各 C N T ライン 2 a の高さ H は、レジスト 1 1 の高さ以上になることから、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の高さ、ここでは $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上の高さとなる。

【 0 0 3 5 】

〔 図 5 F に示す工程 〕

透明基板などで構成される基台 1 を用意する。そして、その基台 1 の一面側に、C N T パターン 2 が形成されたレジスト 1 1 およびフィルタ 1 0 を配置する。このとき、フィルタ 1 0 側ではなく C N T パターン 2 側が基台 1 の一面側に向くようにして、C N T パターン 2 の一端が基台 1 の一面に当接するようにする。

40

【 0 0 3 6 】

〔 図 5 G に示す工程 〕

そして、フィルタ 1 0 およびレジスト 1 1 を持ち上げると、基台 1 に C N T パターン 2 が転写される。これにより、高さ H を有する C N T ライン 2 a で構成された C N T パターン 2 が形成される。なお、図 6 は、形成後の C N T ライン 2 a の試料について、電子顕微鏡で確認したときの画像を示している。この画像から判るように、C N T が成膜されていることが確認できる。また、C N T ライン 2 a の高さについても $10\text{ }\mu\text{m}$ となっており、

50

上記した高さ通りとなっている。図 6 については、C N T ライン 2 a を斜めから撮影した画像であるため、C N T ライン 2 a の上面も映り込んでいるが、上面も側面も滑らかな一面となっている。

【 0 0 3 7 】

この後の工程については図示しないが、C N T パターン 2 における各 C N T ライン 2 a の両端に第 1 電極 3 と第 2 電極 4 とを形成する。例えば、電極材料として銀などを所望パターンに塗布することによって第 1 電極 3 と第 2 電極 4 とを形成する。これにより、図 1 に示す C N T パターン配線 1 0 0 が完成する。

【 0 0 3 8 】

以上説明したように、本実施形態では、レジスト 1 1 をスピンコートなどにより形成するのではなく、厚膜のフィルムレジストによって構成している。このため、レジスト 1 1 を露光して溝部 1 1 a を設け、フィルタ 1 0 にて C N T を濾過するとき溝部 1 1 a 内に C N T が捕獲されるようにすることで、C N T ライン 2 a の高さ H を高くすることが可能となる。したがって、本実施形態で説明した低抵抗と高光透過率の両立を図ることができる C N T パターン配線 1 0 0 とすることが可能となる。

【 0 0 3 9 】

また、レジスト 1 1 としてフィルムレジストを用いることにより、従来の塗布により形成する場合と比較して、スピンコートやベークングが必要ない簡素な工程によってレジスト 1 1 を形成できる。また、フィルムレジストについてはロール状のものを用いることができ、塗布後に再びロール状に巻き取るロール to ロール方式とすることができることから、高い量産性を得ることができる。

【 0 0 4 0 】

(他の実施形態)

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。

【 0 0 4 1 】

例えば、上記実施形態では、C N T ライン 2 a の断面形状が図 2 のような逆 T 字形状となる場合を例に挙げているが、これ以外の形状であっても良い。すなわち、断面形状が基台 1 の一面に対する法線方向を高さ方向とする面状または棒状の基部 2 b が備えられた構造となっていれば良く、基部 2 b において C N T ライン 2 a の高さ H が 1 μ m 以上となっていれば良い。

【 0 0 4 2 】

例えば、図 7 に示すように、基部 2 b のみによって各 C N T ライン 2 a が構成されていても良い。また、図 8 に示すように、隣同士の C N T ライン 2 a において鍔部 2 c が繋がっていても良い。このような構造とされる場合、下地となる基台 1 の一面上に C N T が形成された構造となるが、C N T の膜厚が薄いほど光透過率が高いことから、薄い鍔部 2 c によって覆われていてもそれを透過して基台 1 が視認できる。したがって、隣同士の C N T ライン 2 a の間において鍔部 2 c が繋がった状態となっても、所望の光透過率を得ることができる。また、このような構造の場合でも、基部 2 b 同士の間において C N T が形成されていない部分が開口部 5 となる。

【 0 0 4 3 】

なお、C N T ライン 2 a の形状については、C N T 捕獲処理の条件に応じて決まる。例えば、分散媒をフィルタ 1 0 で濾過する際に、レジスト 1 1 の溝部 1 1 a 内に C N T が捕獲されることになるが、溝部 1 1 a 内のみで捕獲されるように処理時間などを制御すれば、C N T ライン 2 a は図 7 のような基部 2 b のみの形状となる。また、溝部 1 1 a からはみ出るように処理時間を増やせば、C N T ライン 2 a は第 1 実施形態のような形状もしくは図 8 のような形状となる。

【 0 0 4 4 】

さらに、基部 2 b の幅である第 1 幅 W 1 についても一定であっても良いし、図 2 に示したように、例えば先端に行くほど第 1 幅 W 1 が狭くなるような先細り形状となっても

10

20

30

40

50

良い。その場合でも、基部 2 b のうち最も幅広となる部分において第 1 幅 W 1 が 350 μ m 以下とされていれば良いし、視認できないようにするのであれば 10 μ m 以下にすると良い。鍔部 2 c の幅となる第 2 幅 W 2 についても一定である必要はなく、例えば基台 1 側に近づくほど幅広となる構造であっても良い。

【0045】

また、上記実施形態では、ラインアンドスペース構造の一例として、複数の直線状の CNT ライン 2 a がストライプ状に並べられた構造について説明した。しかしながら、これも一例を示したに過ぎない。すなわち、CNT パターン配線 100 を基台 1 の一面上の一方向に切断した断面上において、CNT ライン 2 a と開口部 5 が交互に並ぶ構造であれば良い。

10

【0046】

例えば、上面形状が CNT ライン 2 a を四角形格子状にレイアウトしたもの、複数の六角形状を並べてハニカム状にレイアウトしたものによって CNT パターン 2 を構成しても良い。

【0047】

なお、CNT ライン 2 a の第 1 幅 W 1 の幅や CNT ライン 2 a の上面形状については、レジスト 11 を形成する際の溝部 11 a の形状によって決まる。このため、溝部 11 a の深い位置に行くほど幅が徐々に狭くなる形状とすれば CNT ライン 2 a を先細り形状にできるし、溝部 11 a を四角形格子状もしくはハニカム状とすれば、その形状の CNT ライン 2 a にできる。

20

【0048】

また、上記実施形態では、CNT パターン配線 100 をヒータに適用した場合を例に挙げて説明したが、この他のものに適用することもできる。例えば、3D ディスプレイパネルなどに CNT パターン配線 100 が取り付けられる場合が想定される。その場合、例えば、3D ディスプレイパネルを構成する EL 素子などの駆動用の配線などに CNT パターン配線 100 を適用することができる。このように 3D ディスプレイパネルに対して CNT パターン配線 100 が取り付けられる場合、下地となる 3D ディスプレイパネルが視認でき、かつ、CNT パターン配線 100 が視認されないようにすることが望まれる。その反面、CNT パターン配線 100 が低抵抗であることも望まれる。このため、CNT ライン 2 a の幅を 10 μ m 以下とし、かつ、高さ H を 1 μ m 以上とすることで、低抵抗と高光透過率の両立が図れるようにすることが好ましい。

30

【符号の説明】

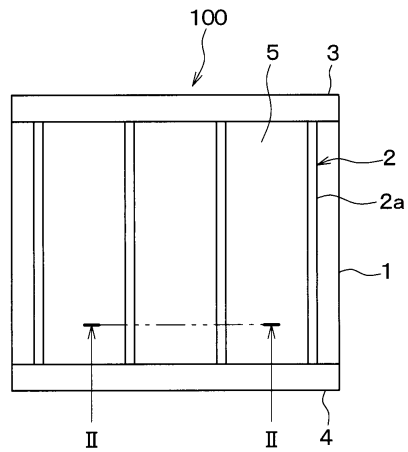
【0049】

- 1 基台
- 2 CNT パターン
- 2 a CNT ライン
- 2 b 基部
- 2 c 鍔部
- 5 開口部
- 10 フィルタ
- 11 レジスト
- 11 a 溝部
- 100 CNT パターン配線

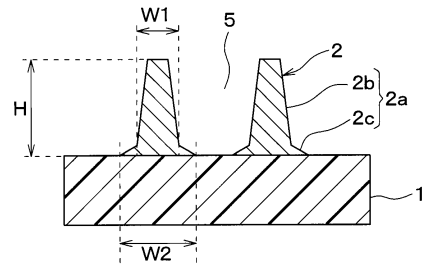
40

【図面】

【図 1】

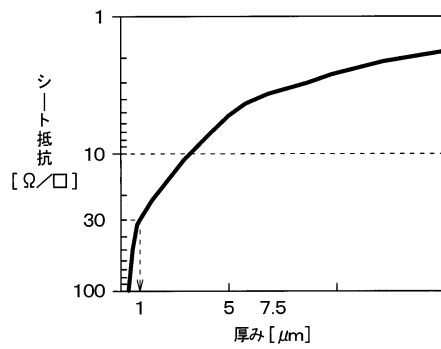


【図 2】

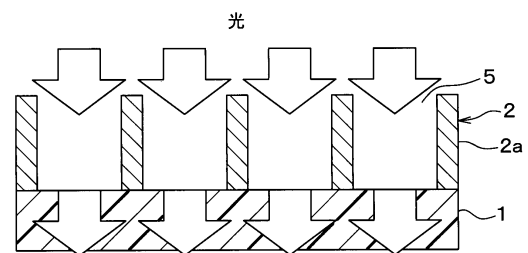


10

【図 3】

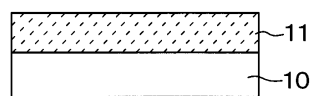


【図 4】

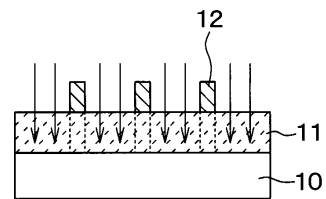


20

【図 5 A】



【図 5 B】

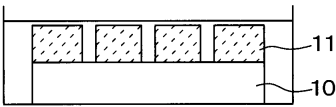


30

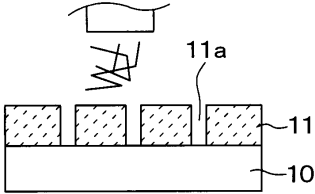
40

50

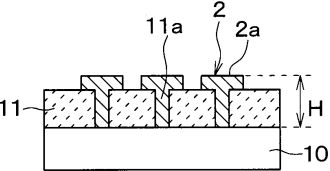
【図 5 C】



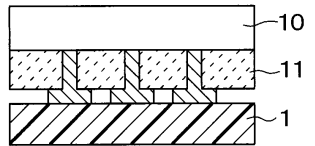
【図 5 D】



【図 5 E】

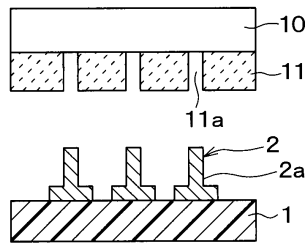


【図 5 F】

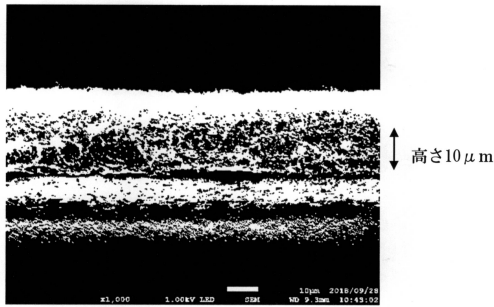


10

【図 5 G】

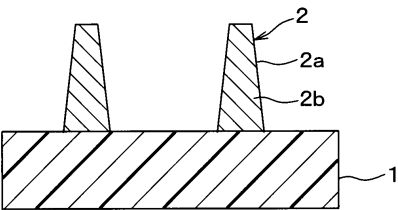


【図 6】

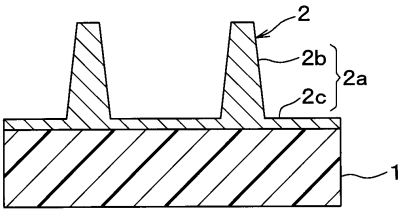


20

【図 7】



【図 8】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 5 B	3/10 (2006.01)	H 0 5 K	1/02	J
H 0 5 B	3/14 (2006.01)	H 0 5 B	3/10	A
H 0 5 B	3/20 (2006.01)	H 0 5 B	3/14	
		H 0 5 B	3/20	3 7 8

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 高橋 利幸

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 平松 秀彦

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 府金 慶介

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 大野 雄高

愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 国立大学法人名古屋大学内

審査官 北嶋 賢二

(56)参考文献

特開 2 0 1 4 - 4 4 8 3 9 (J P , A)

特開 2 0 1 5 - 1 4 6 2 2 9 (J P , A)

特開 2 0 1 4 - 1 2 0 3 5 3 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 6 / 1 0 4 7 2 3 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 0 1 B 5 / 1 4

C 0 1 B 3 2 / 1 6 8

C 0 1 B 3 2 / 1 5 8

H 0 5 K 1 / 0 9

H 0 5 K 1 / 0 2

H 0 5 B 3 / 1 0

H 0 5 B 3 / 1 4

H 0 5 B 3 / 2 0