

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-517091

(P2020-517091A)

(43) 公表日 令和2年6月11日(2020.6.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05K 1/09 (2006.01)</b>	H05K 1/09 A	2C056
<b>H01L 33/00 (2010.01)</b>	H01L 33/00 J	4D075
<b>B41J 2/01 (2006.01)</b>	B41J 2/01 129	4E351
<b>H05K 3/10 (2006.01)</b>	B41J 2/01 501	4J038
<b>H05K 3/18 (2006.01)</b>	B41J 2/01 401	4K018

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-552025 (P2019-552025)  
 (86) (22) 出願日 平成30年3月23日 (2018. 3. 23)  
 (85) 翻訳文提出日 令和1年10月10日 (2019. 10. 10)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2018/024002  
 (87) 国際公開番号 W02018/175873  
 (87) 国際公開日 平成30年9月27日 (2018. 9. 27)  
 (31) 優先権主張番号 62/476, 228  
 (32) 優先日 平成29年3月24日 (2017. 3. 24)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(71) 出願人 517151372  
 ナノディメンション テクノロジーズ、  
 リミテッド  
 イスラエル国、ネスジオナ 74036、  
 イラン・ラーモン・ストリート 2  
 2 Ilan Ramon St., 7  
 4036 Nes Ziona, Isr  
 ael  
 (74) 代理人 110001656  
 特許業務法人谷川国際特許事務所  
 (72) 発明者 エドリッツ, ヨチャイ  
 イスラエル国 74036 ネス ジオナ  
 , イラン ラモン ストリート 2

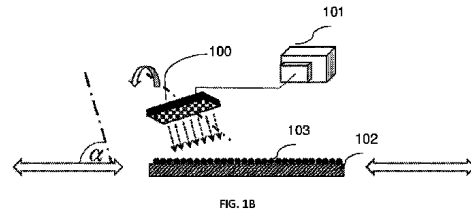
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルス発光ダイオードの焼結

(57) 【要約】

本開示は、金属ナノ粒子を含む導電性インク組成物のフォトニック焼結のためのシステムおよび方法に関する。具体的には、本開示は、パルス発光ダイオード (LED) のアレイを含む照明源を使用して金属ナノ粒子を含むインク組成物を焼結するための方法およびシステムに関する。

【選択図】 図 1 B



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

a . 所定の厚さを有する金属ナノ粒子組成物のパターンで基板をコーティングすることと、

b . 金属ナノ粒子組成物のコーティングされたパターンを、所定の方向に所定の基板速度でパルス発光ダイオード ( L E D ) のアレイにさらすことと、を含む金属粒子を焼結する方法。

## 【請求項 2】

前記 L E D は実質的に単色で、前記金属ナノ粒子の平均サイズ依存 (  $D_{2,1}$  ) 表面プラズモン共鳴 ( S P R ) ピーク波長に対応する波長の光を発する、請求項 1 に記載の方法

10

## 【請求項 3】

前記 L E D は実質的に単色であり、前記金属の平均ナノ粒子サイズ (  $D_{2,1}$  ) は、表面プラズモン共鳴を生成するように構成された前記単色 L E D の前記ピーク波長発光に対応する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記組成物中の前記金属ナノ粒子は、銀、金、銅、アルミニウム、それらの塩、酸化物および前駆体のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記実質的に単色の L E D は、約 290 ナノメートル (  $n m$  ) ~ 約 1100  $n m$  の間の波長の光を発する、請求項 2 または 3 に記載の方法。

20

## 【請求項 6】

前記 L E D は、約 16 ワット /  $c m^2$  ~ 約 10,000 ワット /  $c m^2$  の間の光強度を提供するように構成されている、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【請求項 7】

パルス発光ダイオード ( L E D ) の前記アレイは、約 1.0  $k H z$  ~ 約 10.0  $M H z$  の間の周波数で光パルスを発するように構成されている、請求項 2 または 3 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記アレイを通る前記基板速度は、2  $m m / 秒$  ~ 約 10  $m m / 秒$  の間である、請求項 1 に記載の方法。

30

## 【請求項 9】

パルス発光ダイオード ( L E D ) の前記アレイと前記基板の間の前記角度は、垂直から約 5 ° ~ 約 60 ° の間である、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 10】

金属ナノ粒子の組成物の前記コーティングされたパターンを露出するステップの前に、前記基板を所定の温度に加熱する前記ステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記基板は 60 °  $C$  ~ 約 200 °  $C$  の間の温度に加熱される、請求項 10 に記載の方法

40

## 【請求項 12】

前記コーティングの厚さは約 0.3  $\mu m$  ~ 約 15  $\mu m$  の間である、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 13】

前記基板は取り外し可能である、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 14】

前記金属ナノ粒子を含むことは、光開始剤および溶媒をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 15】

前記光開始剤が、2 - イソプロピルチオキサントン、2,4 - ジエチルチオキサントン

50

、エチル - 4 - ジメチルアミノベンゾエート (EDMAB)、2 - イソプロピルチオキサントン、2 - ベンジル - 2 ジメチルアミノ - モルホリノフェニル) - ブタノン - 1、ジメチル - 1, 2 - ジフェニルレハン - 1 - オン、ベンゾフェノンまたはそれらの組み合わせである、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

金属ナノ粒子組成物の前記コーティングされたパターンをパルス発光ダイオード (LED) のアレイにさらず前記ステップは、前記溶媒を除去するステップに先行するか、または同時に起こる、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 17】

請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の前記金属ナノ粒子を含む前記コーティング組成物の前記パターンを前記基板に形成するように適合された、プロセッサと通信するプリントキャリッジに配置されたプリントヘッドと、パルス発光ダイオード (LED) の前記アレイとを含み、前記印刷キャリッジは、前記基板を前記所定の速度で動かすように構成されている、インクジェットプリンタ。

10

【請求項 18】

パルス発光ダイオード (LED) の前記アレイは、パルス発光ダイオード (LED) の前記アレイと前記基板の間に垂直からの可変角度を提供するように構成されたフレームに結合される、請求項 17 に記載のインクジェットプリンタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本開示は、金属ナノ粒子を含む導電性インク組成物のフォトリソグラフィのためのシステムおよび方法に関する。具体的には、本開示は、パルス発光ダイオード (LED) のアレイを含む照明源を使用して金属ナノ粒子を含むインク組成物を焼結するための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

プリント回路基板は一般に、エッチングなどの抽出法を使用したリソグラフィによって製造される。このような製造方法は、回路パターンに対応する部分と腐食溶液を含む回路が存在しない導電性膜の部分を溶解除去することによりエッチングした導電性膜の不要部分にのみコーティングされた耐酸性材料 (レジスト) で基板上に導電性膜を配置することによって導電性ラインの形成を提供し、これにより、必要な導電性ラインのみが残される。

30

【0003】

しかし、積層体の形成プロセス、レジストコーティング、レジストエッチングおよび洗浄などは複雑であり、しばしば連続して行うことができない多くの段階を必要とするため、製造プロセスはかなりの時間と生産コストを必要とし、したがって増加する。

【0004】

さらに、製造プロセス中に生成される排出溶液は環境問題を引き起こす可能性があり、多くの場合、中和などの処理を必要とし、これも製造コストの増加を引き起こす可能性がある。

40

【0005】

これらの欠点のいくつかは、例えば基板上に導電性インクを使用して回路パターンを直接印刷することにより、回路基板の積層造形プロセスを使用して部分的に解決できる。

【0006】

積層造形プロセスでは、導電性インクの焼結は、熱焼結とレーザー焼結に大きく分けられる。しかし、市販の熱焼結法とレーザー焼結法は高エネルギーと長い焼結時間を必要とするため、コストの増加などの問題が依然として残っている。

【0007】

したがって、上記のいくつかの欠陥を治療する、容易に入手可能なエネルギー源を使用

50

するためのシステムおよび方法が必要である。

【発明の概要】

【0008】

様々な実施形態において、パルス発光ダイオードを使用して金属ナノ粒子を含むインク組成物を焼結する方法およびシステムが開示されている。

【0009】

本明細書で提供される実施形態では、所定の厚さを有する金属ナノ粒子を含む組成物のパターンで基板をコーティングすることと、金属ナノ粒子組成物のコーティングされたパターンを、所定の方向に所定の基板速度でパルス発光ダイオード（LED）のアレイにさらすことを含む、金属粒子を焼結する方法が提供される。

10

【0010】

別の実施形態では、本明細書で提供されるのは、所定の厚さを有する金属ナノ粒子を含む組成物のパターンで基板をコーティングすることと、金属ナノ粒子組成物のコーティングされたパターンを、所定の方向に所定の基板速度でパルス発光ダイオード（LED）のアレイにさらすことを含む、金属粒子を焼結する方法であり、ここで、LEDは、実質的に単色であり、金属ナノ粒子の平均サイズ依存（ $D_{2,1}$ ）表面プラズモン共鳴（SPR）ピーク波長に対応する波長で発光する。

【0011】

さらに別の実施形態では、本明細書で提供されるのは、所定の厚さを有する金属ナノ粒子を含む組成物のパターンで基板をコーティングすることと、金属ナノ粒子組成物のコーティングされたパターンを所定の方向に所定の基板速度でパルス発光ダイオード（LED）のアレイにさらすことを含む金属粒子を焼結する方法であり、ここで、LEDは実質的に単色であり、金属の平均ナノ粒子サイズ（ $D_{2,1}$ ）は表面プラズモン共鳴を生成するように構成された単色LEDのピーク波長発光に対応する。

20

【0012】

パルス発光ダイオードのアレイを使用して金属ナノ粒子を含むインク組成物を焼結する方法およびシステムのこれらおよび他の特徴は、限定ではなく例示である図および例と併せて読むと、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

その実施形態に関して、パルス発光ダイオードを使用して金属ナノ粒子を含むインク組成物を焼結するための方法およびシステムをよりよく理解するために、添付の実施例および図面を参照する。

30

【0014】

【図1A】図1Aは、角度調整可能なLEDアレイを備えた実施形態を示す、図1Bで説明した方法を可能にするシステムの実施形態を示す概略図である。

【図1B】同上。

【図2】図2は、記載され請求された方法を使用して焼結された導電性パターンを示す写真である。

40

【図3】図3は、粒子表面上の電子ガスの集団的縦励起を示す概略図である。

【図4】図4は、本明細書に記載の方法の実施形態による焼結層を示す。

【0015】

パルス発光ダイオードを使用して金属ナノ粒子を含むインク組成物を焼結するための方法およびシステムのこれらおよび他の特徴は、限定ではなく例示である図および例と併せて読むと、以下の詳細な説明から明らかになる。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本明細書で提供されるのは、パルス発光ダイオードを使用して金属ナノ粒子を含む導電性インク組成物を焼結するためのシステムおよび方法の実施形態である。

【0017】

50

一実施形態では、本明細書で提供されるのは、所定の厚さを有する金属ナノ粒子を含む組成物のパターンで基板をコーティングすることと、金属ナノ粒子組成物のコーティングされたパターンを、所定の方向に所定の基板速度でパルス発光ダイオード（LED）のアレイにさらすことを含む金属粒子を焼結する方法である。基板にパターンをコーティングするためのさまざまな方法が考えられ、これらには、例えば、ディップコーティング、ロッドコーティング、ナイフコーティング、ブレードコーティング、エアナイフコーティング、グラビアコーティング、ロールコーティング、スロットコーティング、スライドコーティング、カーテンコーティング、ラングミュアプロジェクトコーティング、スプレーコーティング、スピンコーティング、インクジェット印刷、ペースト堆積などが含まれる。

【0018】

本明細書で説明および請求するパルスLEDを使用すると、銀を囲む誘電体を過熱する高い熱容量を持たずに、銀ナノ粒子の最上層のみを加熱するパルスLEDの能力により、連続LEDの代わりに有利になり得る。

【0019】

広帯域フォトニック光源と比較して、LEDを使用することの追加機能は、周囲の誘電体材料よりも銀ナノ粒子がスペクトルを大きく吸収するようにLED波長を調整することで、金属（銀など）の選択的な加熱と焼結を可能にすることである。

【0020】

さらに、金属ナノ粒子または導電性インクの特長（たとえば、溶媒や添加剤顔料など）が特定の波長で周囲の誘電体よりも優れた吸収性を持っている限り、ここで説明する方法およびシステムのパルスLEDは、プラズモンピークに関係なく使用できる。

【0021】

金属ナノ粒子を含む導電性インク組成物を焼結する方法で使用されるLEDは、例えば、実質的に単色であり得る。LEDは、金属ナノ粒子の平均サイズ依存（ $D_{2,1}$ ）表面プラズモン共鳴（SPR）ピーク波長に対応する波長で光を発するように構成できる。単色LEDの波長は、導電性インク組成物の特定の金属に合わせて調整できることが理解される。組成物中の金属ナノ粒子は、銀（Ag）、金（Au）、銅（Cu）、アルミニウム（Al）、それらの塩、酸化物、前駆体または前述のものを含む組み合わせを含む。

【0022】

本明細書で使用する場合、金属組成パターンの焼結に影響を与えるパルスLEDの使用に関して（例えば、図2、4を参照）、用語「プラズモン」は、パルスLEDなどの外部電場によって励起される（例えば、プラズモン共鳴体を形成する金属ナノ粒子の）金属表面上の自由電子の集団振動を指す。電子は帯電しているため、電子の振動によって引き起こされる自由電子の密度分布により分極が発生する。その分極と電磁界が組み合わせられる現象は、「プラズモン共鳴」と呼ばれる。用語「プラズモン共鳴体」または「PRE」は、プラズモン共鳴粒子（PRP）および印刷されたナノ粒子のパターンなどプラズモン共鳴粒子の組み合わせまたは結合の両方を含む（ただしこれらに限定されない）構造のプラズモン共鳴特性を示す任意の独立構造を指すために使用される。PREには、単一のPRP、または電磁エネルギー（EMR）で励起されるとプラズモン共鳴特性を示す2つ以上のPRPの集合体が含まれる。また、「プラズモン共鳴粒子」または「PRP」は、別の実施形態において、電磁エネルギーで励起されるとプラズモン共鳴を誘発する、例えば、球状粒子などの単一ピースまたは材料の断片を指す。プラズモン共鳴粒子は、約320ナノメートル（nm）から数ミクロンの波長を含む光学領域で顕著な散乱強度を示す場合、「光学的に観察可能」であり得る。プラズモン共鳴粒子は、人間の目で検出可能な約400nmから700nmの波長帯域で顕著な散乱強度を示す場合、「視覚的に観察可能」であり得る。プラズモン共鳴は、入射光と基本的に自由な伝導電子との相互作用によって生成される。特定の実施形態では、金属ナノ粒子または実体は、例えば、約25nm～600nmの $D_{2,1}$ 直径、例えば、約40nm～約300nmの寸法を有する。

【0023】

提供される特定の組成物で使用される前駆体は、金属有機分解化合物、例えば、アルカ

10

20

30

40

50

ノールアミンなどで化学修飾されているシュウ酸銀、銅 ( I I ) エチレングリコールカルボキシレート、アルミニウム - トリ - s e c - ブトキシド ( A l ( O - s e c - B u )<sub>3</sub> ) などで使用されるものであってもよい。

#### 【 0 0 2 4 】

逆に、別の実施形態では、球状銀ナノ粒子を使用する場合、S P R ピーク波長 (たとえば、単色 L E D の) は、平均粒子サイズ (直径、 $D_{2,1}$ ) および粒子表面近くの局所屈折率 (事前を選択された溶媒および / またはその他の添加剤を使用) を変えることによって、390 nm (紫光) から 1100 nm (N I R) に調整できる。電磁スペクトルの近赤外領域への S P R ピーク波長のより大きなシフトは、ロッドまたはプレート形状の銀ナノ粒子を生成することで実現できる (言い換えれば、アスペクト比  $>> 1$  を持つ)。したがって、一実施形態では、L E D は実質的に単色であり、金属の平均ナノ粒子サイズ ( $D_{2,1}$ ) は、表面プラズモン共鳴を生成するように構成された単色 L E D のピーク波長発光に対応する。「プラズモン」という用語は、量子化されたプラズマ振動を指し、プラズマ振動は、金属ナノ粒子の表面上の自由電子ガスの集合的な縦方向の励起である (例えば、図 3 を参照)。

10

#### 【 0 0 2 5 】

パルス L E D は、電源とパルス発生器に動作可能に結合された L E D のアレイを含む照明源の一部とすることができる。アレイは、パルス発生器と通信するアセンブリであってもよく、さまざまな波長、たとえば 395 nm、365 nm、または 540 nm の単色 L E D ライトを備え、それらのさまざまな組み合わせを使用することができる。さらに、図 1 A、図 1 B に示すように、アレイ 100 は、基板 102 上の導電パターン 103 への光の入射角  $\theta$  は、垂直 (換言すれば、例えば、図 1 A を参照して、基板 102 の動きの方向に対して 90°) でないように、傾斜させることができる。また、アレイ 100 内の実質的に単色の L E D は、約 290 ナノメートル (nm) ~ 約 3,500 nm の間の波長の光を発することができる。L E D は、水などと同様に他の添加剤との相互作用のために調整できることに注意されたい。同様に、L E D アレイ 100 は、インクのさまざまな成分をターゲットとする L E D 放射で構成できるため、事前を選択した結果が得られる。

20

#### 【 0 0 2 6 】

説明どおりアレイからのパルス光または連続光のいずれかを備えた単色および / または部分スペクトル L E D は、堆積可能な金属ナノ粒子を含む印刷インク組成物に垂直または角度 (たとえば図 1 B 参照) で入射するように構成されて、基板上に選択可能な導電パターンを形成できる。光エネルギーはナノ粒子によって (局所的に) 熱に変換され、インク組成物に存在する溶媒の急速な蒸発とナノ粒子濃度の増加をもたらす。インクの動的粘度の増加をもたらす。一実施形態では、金属のサイズ依存 S P R ピークに対応する波長で L E D を使用すると、従来のナノ粒子焼結プロセスは、低温条件下では大面積基板上でナノ粒子インクのより速い高密度化をもたらす得る (例えば、図 2 を参照)。

30

#### 【 0 0 2 7 】

本明細書で使用される「アレイ」という用語は、任意の数の行および列を指すことができ、各行および列に等しい数の L E D またはいくつかの行および列に異なる数の L E D を有することができる。さらに、L E D は行と列に配置でき、各行および / または列で L E D の波長が異なる。

40

#### 【 0 0 2 8 】

記載された方法を促進する多くの要因をシステムに組み込むことができ、一実施形態では、提供された方法を制御および可能にするように構成されたプロセッサに L E D アレイを結合することができる。プロセッサによって制御される要因には、とりわけ、 $W / c m^2$  単位の光強度、 $m m / 秒$  単位の基板速度、基板温度、パルス周波数とパルス持続時間、基板に対するアレイの角度、S P R 増強フォトリソグラフィ焼結の照明源として機能する L E D アレイによって生成されるピーク波長が含まれる。たとえば、金属ナノ粒子で使用される金属、導電性インクの用途、平均粒子サイズ、インクの屈折率、光開始剤の存在、印刷された導電性パターンの厚さ、層の数、および / または前述の 1 つ以上を含む要因の組み合

50

わせにより、プロセッサは、様々な処理パラメータを制御および変更するように構成されてもよい。

【0029】

<sup>2</sup> ~ 約 10,000 W/cm<sup>2</sup> の光強度を提供するように構成することができる。同様に、パルス周波数は約 1.0 kHz ~ 約 10.0 MHz の間であり得る。露光の持続時間は、基板の速度で制御でき、これは約 1.5 mm/秒から約 15 m/秒の間であり得、たとえば、2.5 mm/秒、4.0 m/秒、10 mm/秒、12 m/秒、または範囲の制限を含む任意の速度の間であり得る。

【0030】

加えて、照明源は、LEDアレイを含む照明源が基板の運動方向を横切る軸に対して回転することを可能にする軸（例えば、図1Bを参照）に結合することができ、パルス発光ダイオード（LED）のアレイと基板との間の角度が、垂直から（つまり、縦方向から）約5° ~ 約60°の間で変化する。一実施形態では、入射角の変更を使用して、発生する熱とEMR源（パルスLED）と粒子表面との間の共鳴を制御し、したがって粒子によって発生する熱に影響を与えることができる。

10

【0031】

さらに、プロセッサは、基板を保持しているチャックを加熱することもでき、それにより、基板を所定の温度に到達させる。基板の加熱は、使用する導電性インク組成物に存在する溶媒の除去、ナノ粒子の分別濃度の増加、高密度化、またはインクの動的粘度の増加、LEDアレイを使用したSPR増強フォトリソグラフィ焼結が開始できる前の拡散の防止に役立つ場合がある。したがって、一実施形態では、金属ナノ粒子を含む導電性インク組成物を焼結する方法は、照明源への金属ナノ粒子組成物のコーティングされたパターンをさらすステップの前に、基板を所定の温度まで加熱する（例えば、導電性インク組成物から溶媒を取り除くことを支援するように構成される）ステップをさらに含むことができる。例えば、基板が60 ~ 約300 の間の温度に加熱されるように、チャックを加熱することができる。焼結が完了すると、基板は取り外し可能に構成できる。

20

【0032】

示されるように、提供される方法は、例えば、例えば、0.3 μm、120 μmなど約0.05 μm ~ 約150 μmの間の所定の厚さの高密度化（言い換えれば、粘度が増加したインク組成物）をもたらす金属ナノ粒子を含む微量の導電性インク組成物に対して実施可能である。

30

【0033】

本明細書の用語「1つの(a)」、「1つの(an)」および「その(the)」は、量の制限を示すものではなく、本明細書で特に明記しない限り、または文脈により明らかに矛盾しない限り、単数および複数の両方を包含すると解釈されるものとする。本明細書で使用される接尾辞「(単数または複数)」は、それが修飾する用語の単数および複数の両方を含むことを意図し、それにより、その用語の1つ以上を含む（例えば、ヘッド(単数または複数)は1つまたは複数のヘッドを含む)。明細書全体にわたる「一実施形態」、「別の実施形態」、「実施形態」などへの言及は、実施形態に関連して説明された特定の要素（例えば、特徴、構造、および/または特性）が本明細書で説明される少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味し、他の実施形態では存在してもしなくてもよい。加えて、説明された要素は、様々な実施形態に任意の適切な方法で組み合わせられてもよいことを理解されたい。

40

【0034】

「動作可能に結合」、「結合」または「結合可能」などのさまざまな形を含む「結合」という用語は、直接または間接の構造的結合、接続または取り付け、あるいはそのような直接または間接の構造的または動作的結合、接続または取り付けの適合または特性を指し、それらを含み、一体的に形成されたコンポーネント、および別のコンポーネントを介して、または別のコンポーネントを通じて、または形成プロセス（たとえば、電磁界）によって、結合されるコンポーネントを含む。間接的な結合は、摩擦（例えば壁に対して）ま

50

たは物理的接続なしの別個の手段によるかどうかにかかわらず、中間部材または接着剤を介した結合、または当接およびそうでなければ静止することを含み得る。

【0035】

他のセンサー、たとえば画像（視覚）センサー（たとえば、インクの色、滴の形状／体積を監視するためのCMOS、CCD）、マイクロフロー（またはフロー）センサー（たとえば、EMベース、共鳴フィールドバックベース、ピトーベース）粘度センサー、タイミングセンサー、導電率センサー、または前述の1つ以上を含むアレイを、システムに組み入れることができる。温度センサーを含むセンサーは、プロセッサにドライバーと電子通信することを可能にする一式の実行可能な命令を有するコンピュータ可読媒体を有するメモリを含むプロセッサにデータを提供することができる。プロセッサは、本明細書に記載の方法を実行し、温度制御などを提供するように構成された一式の命令を含む、コンピュータ可読媒体が格納されたメモリモジュールをさらに有することができる。

10

【0036】

本明細書で使用される「含む」という用語およびその派生語は、述べられた特徴、要素、構成要素、グループ、整数、および／またはステップの存在を指定するが、他の記載されていない特徴、要素、コンポーネント、グループ、整数、および／またはステップの存在を除外しない制約のない用語であることを意図する。上記は、用語「含む」、「持つ」、およびそれらの派生語などの類似の意味を持つ単語にも適用される。

【0037】

本明細書で開示されるすべての範囲はエンドポイントを含み、エンドポイントは互いに独立して組み合わせることができる。同様に、「約」という用語は、量、サイズ、式、パラメータ、およびその他の量と特性が正確ではないことを意味するが、必要に応じて、許容範囲、変換係数、丸め、測定誤差など、および当業者に知られている他の要因を反映して、近似および／またはより大きいまたはより小さいことがある。一般に、量、サイズ、式、パラメータ、あるいは他の量または特性は、明示的にそうであるかどうかにかかわらず、「約」または「おおよそ」である。

20

【0038】

したがって、一実施形態では、所定の厚さを有する金属ナノ粒子を含む組成物のパターンで基板をコーティングすること、および所定の方向に所定の基板速度でパルス発光ダイオード（LED）のアレイに金属ナノ粒子組成物のコーティングされたパターンをさらすことを含む、金属粒子を焼結する方法が本明細書で提供され、ここで（i）LEDは、金属ナノ粒子の平均サイズ依存（ $D_{2,1}$ ）表面プラズモン共鳴（SPR）ピーク波長に対応する波長の光を実質的に単色で発し、（ii）または代替で、金属の平均ナノ粒子サイズ（ $D_{2,1}$ ）は、表面プラズモン共鳴を生成するように構成された単色LEDのピーク波長発光に対応し（言い換えると、一実施形態では、LEDのEMR放射波長は粒子の平均面積ベースの粒子サイズ（ $D_{2,1}$ ）に調整されるが、別の実施形態では、金属ナノ粒子の面積ベースの平均粒子サイズは、LEDの所定のEMR放射波長または両方の組み合わせに基づいて選択される）、（iii）組成物中の金属ナノ粒子は、銀、金、銅、アルミニウム、それらの塩、酸化物および前駆体のうちの少なくとも1つを含み、（iv）実質的に単色のLEDが約290ナノメートル（nm）～約1100nmの間の波長の光を発し、（v）約16ワット/cm～約10,000ワット/cm<sup>2</sup>の間の光強度を提供するように構成され、（vi）パルス発光ダイオード（LED）のアレイは、約1.0kHz～約10.0MHzの間の周波数で光パルスを発するように構成され、（vii）アレイを通る基板速度は2mm/sec～約10mm/秒の間であり、（viii）パルス発光ダイオード（LED）のアレイと基板の間の角度は、垂直から約5°～約60°の間であり、本方法はさらに（ix）金属ナノ粒子の組成物のコーティングされたパターンを露出するステップの前に所定の温度まで基板を加熱するステップを含む方法を含み、基板（xi）は60°C～約200°Cの間の温度に加熱され、（xi）取り外し可能であり、（xii）コーティングの厚さは約0.3μm～約15μmの間であり、（xiii）金属ナノ粒子を含む組成物は光開始剤と溶媒をさらに含み、（xiv）光開始剤は2-イソ

30

40

50

プロピルチオキサントン、2,4-ジエチルチオキサントン、エチル-4-ジメチルアミノベンゾエート(EDMAB)、2-イソプロピルチオキサントン、2-ベンジル-2ジメチルアミノ-モルホリノフェニル)-ブタノン-1、ジメチル-1,2-ジフェニルレハン-1-オン、ベンゾフェノンまたはそれらの組み合わせのうち少なくとも一つ(言い換えれば、および/または)であり、(xv)金属ナノ粒子組成物のコーティングされたパターンをパルス発光ダイオード(LED)のアレイにさらすステップが、溶媒を除去するステップに先行するか、同時に起こる。

【0039】

別の実施形態では、基板に上記で提供される金属ナノ粒子を含むコーティング組成物のパターンを形成するように適合されたプロセッサと通信するプリントキャリアに配置されるプリントヘッド、およびパルス発光ダイオード(LED)のアレイを含むインクジェットプリンタが本明細書で提供され、印刷キャリアは所定の速度で基板を移動するように構成され、(xvi)パルス発光ダイオード(LED)のアレイは、パルス発光ダイオード(LED)のアレイと基板との間に垂直からの可変角度を提供するように構成されたフレームに結合され、(xvii)パルス発光ダイオード(LED)のアレイは、パルス発光ダイオード(LED)のアレイと基板との間に垂直からの可変角度を提供するように構成されたフレームに結合される。

10

【0040】

前述の明細書では、パルス発光ダイオード(LED)のアレイを含む照明源を使用した導電性インク組成物のフォトリソグラフィのためのシステムおよび方法、ならびに多くの詳細が例示の目的で説明されているが、本開示は追加の実施形態の影響を受けやすく、本明細書に記載された特定の詳細および以下の特許請求の範囲でより完全に説明されるように、本開示の基本原則から逸脱することなく大幅に変更することができることは当業者には明らかであろう。

20

【図1A】

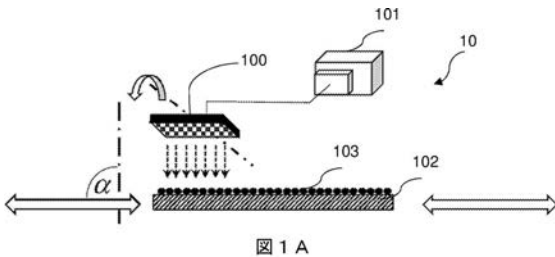


図 1 A

【図1B】

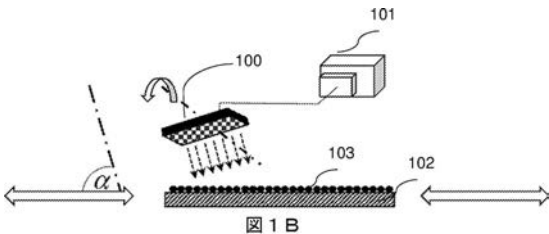


図 1 B

【図2】

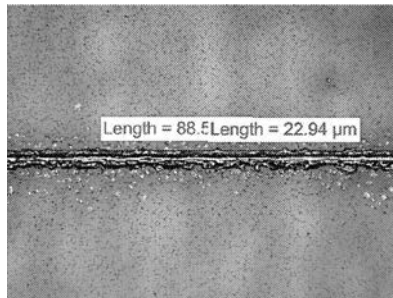


図 2

【図3】

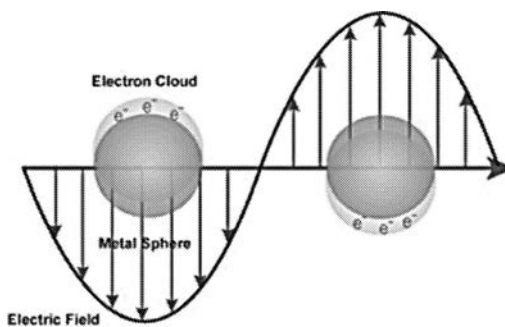


図 3

【 图 4 】

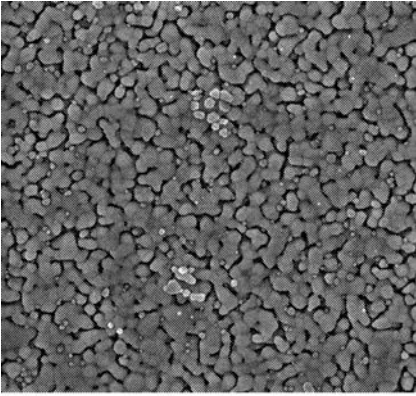


图 4

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 18/24002
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(B) - B82Y 30/00, B05D 3/00 (2018.01) CPC - F21K 9/00, H05K 3/1283, H05K 1/097, B82Y 30/00, B05D 3/00, B05D 3/06, H05K 2203/1131, C09D 11/52, G01N 21/658, G01N 21/554, Y10S 977/773		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) See Search History Document		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched See Search History Document		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History Document		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y --- A	US 2014/0065294 A1 (INTRINSIQ MATERIALS, INC.) 6 March 2014 (06.03.2014) para [0002], [0004], [0037], [0039], [0046]-[0047], [0052], [0055], [0060], [0066]-[0067], [0069]; figure 1B	1, 8-16 ----- 2-5 and 7
Y --- A	US 2012/0283349 A1 (LOCCUFIER) 8 November 2012 (08.11.2012) para [0015], [0031], [0039], [0054], [0095]-[0104], [0107], [0144]; title; abstract	1, 8-16 ----- 2-5 and 7
Y	US 2011/0287195 A1 (MOLIN) 24 November 2011 (24.11.2011) para [0023], [0046], [0053]	9
Y	US 2001/0046564 A1 (KOTOV) 29 November 2001 (29.11.2001) para [0008], [0016]	13
Y	US 2010/0143591 A1 (WU et al.) 10 June 2010 (10.06.2010) para [0006], [0040]; abstract	14-16
A	US 2014/0185282 A1 (HSU et al.) 3 July 2014 (03.07.2014) para [0008], [0063], [0067], [0070], [0080]-[0081]; figures 4A-4C; abstract	2-5 and 7
A	US 2014/0183582 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD) 3 July 2014 (03.07.2014) para [0057], [0059]-[0061]; figure 3B; abstract	2-5 and 7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 18 May 2018		Date of mailing of the international search report <b>11 JUN 2018</b>
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer: Lee W. Young  PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 18/24002

<b>Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)</b>	
This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:	
1. <input type="checkbox"/>	Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. <input type="checkbox"/>	Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. <input checked="" type="checkbox"/>	Claims Nos.: 6 and 17-18 because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).
<b>Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)</b>	
This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:	
1. <input type="checkbox"/>	As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. <input type="checkbox"/>	As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. <input type="checkbox"/>	As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. <input type="checkbox"/>	No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
<b>Remark on Protest</b>	<input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee. <input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation. <input type="checkbox"/> No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (2)) (January 2015)

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード (参考)
<b>B 2 2 F 3/16 (2006.01)</b>	B 4 1 J	2/01	1 2 5	5 E 3 4 3
<b>B 0 5 D 7/24 (2006.01)</b>	H 0 5 K	3/10	D	5 F 2 4 1
<b>B 0 5 D 3/06 (2006.01)</b>	H 0 5 K	3/18	Z	
<b>B 0 5 D 3/02 (2006.01)</b>	B 2 2 F	3/16		
<b>C 0 9 D 1/00 (2006.01)</b>	B 0 5 D	7/24	3 0 3 C	
<b>C 0 9 D 5/24 (2006.01)</b>	B 0 5 D	3/06	Z	
<b>C 0 9 D 7/63 (2018.01)</b>	B 0 5 D	3/02	Z	
<b>B 3 3 Y 10/00 (2015.01)</b>	C 0 9 D	1/00		
<b>B 3 3 Y 30/00 (2015.01)</b>	C 0 9 D	5/24		
<b>B 3 3 Y 70/00 (2020.01)</b>	C 0 9 D	7/63		
	B 3 3 Y	10/00		
	B 3 3 Y	30/00		
	B 3 3 Y	70/00		

(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, 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, NE, 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, JO, JP, 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, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

Fターム(参考) 2C056 EA24 EC07 EC12 EC14 EC31 EC35 EC38 EC72 EE18 FA10  
 FB05 FC01 FD20 HA40 HA44 HA46  
 4D075 AC06 AC09 AC88 AC91 AC92 AC93 AC94 AC96 BB21Z BB29Z  
 BB48Z BB91Z BB92Y BB93Z BB94Z BB95Z CA22 CA47 CA48 DA06  
 DC19 DC21 EA05 EA33 EC10 EC30 EC37 EC51 EC53  
 4E351 BB01 BB31 CC11 CC22 DD04 DD05 DD06 DD10 DD31 DD52  
 GG20  
 4J038 AA011 HA061 KA02 MA07 NA20 PA19 PA21 PC00  
 4K018 AA02 AA03 AA14 BA01 BA02 BA08 BB04 BB05 BD04 CA33  
 CA44 EA51 KA32  
 5E343 BB23 BB24 BB25 BB28 BB57 BB59 BB72 BB77 DD01 DD17  
 ER42 FF05 FF11 GG11  
 5F241 AA42 BB07 BD04 BD08 CB22 FF13