

(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2014-517350

(P2014-517350A)

(43) 公表日 平成26年7月17日(2014.7.17)

(51) Int.Cl.  
**G03G 15/16 (2006.01)**F I  
G O 3 G 15/16 1 0 3テーマコード (参考)  
2 H 2 0 0

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2014-513190 (P2014-513190)  
 (86) (22) 出願日 平成24年5月31日 (2012.5.31)  
 (85) 翻訳文提出日 平成26年1月28日 (2014.1.28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2012/060241  
 (87) 国際公開番号 W02012/164015  
 (87) 国際公開日 平成24年12月6日 (2012.12.6)  
 (31) 優先権主張番号 1109045.3  
 (32) 優先日 平成23年5月31日 (2011.5.31)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(71) 出願人 513302938  
 ユニバーシティ・オブ・ウォーリック  
 UNIVERSITY OF WARWICK  
 イギリス、シィ・ブイ・4 8・ユー・ダ  
 ブリュ コベントリー、カービー・コーナ  
 ー・ストリート、ユニバーシティ・ハウス  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 付加的構築

## (57) 【要約】

構築積層物を形成するよう複数の層を構築するための付加的構築方法が提供される。当該方法は、第1の電圧電位の導電性素子と第2の電圧電位のイオン源との間に変動可能な電位差をもたらすステップと、導電性素子とイオン源との間に電界をもたらすステップとを含む。電界は、構築積層物を通過して、転写媒体に最も近い構築積層物の最も近い表面にまで達する。当該方法はさらに、イオン源からの電荷(Q)を構築積層物の最も近い表面上に蓄積させるステップと、転写媒体から最も近い表面上に堆積材料を転写するステップとをさらに含む。構築積層物の最も近い表面における電界の強度は、最も近い表面上に堆積材料を均質に転写させるよう制御される。

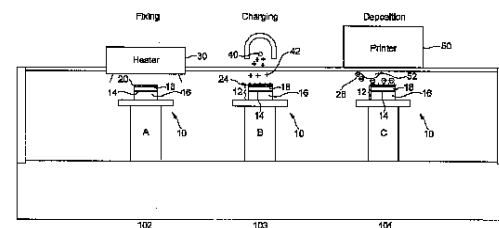


FIG. 2

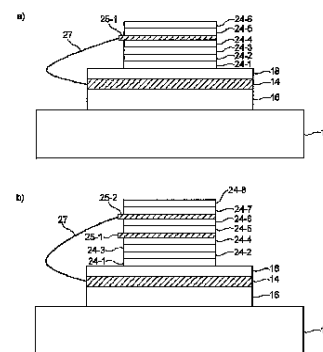


FIG. 5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

構築積層物を形成するよう複数の層を構築するための付加的構築方法であって、  
構築積層物を設けるために、連続して重なる層に堆積されるよう、帯電した粒子を転写媒体に供給するステップと、

連続的に重なる層の帯電粒子の層のうちの 1 つを基板上に堆積させて第 1 の層を設けるステップと、

第 1 の層上に次に堆積される層のうち第 2 の層のために第 1 の層の残留電荷の反発作用を低減させるステップと、

帯電粒子の層のうち第 2 の層を転写媒体から第 1 の層上に堆積させるステップとを含み、  
、

反発作用を低減させるステップは、連続的に堆積させた層に起因する残留電荷の蓄積を防ぎ、層を均質に堆積させるように実行される、方法。

**【請求項 2】**

堆積させた層に対する残留電荷の反発作用を低減させるために電界を印加するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

連続的に堆積させた層のために反発作用の低減を維持するよう電界の配置を調整するステップを含む、請求項 2 に記載の方法。

**【請求項 4】**

電界を生成するよう電位差を適用し、堆積させた層の数および / または厚さに応じて電位差を増すことによって電界の配置を調整するステップを含む、請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記層のうち第 1 の層と第 2 の層との間に導電層を差込むことによって電界の配置を調整するステップを含む、請求項 3 または 4 に記載の方法。

**【請求項 6】**

反発作用は、層のうち第 2 の層を堆積させる前に、層のうち第 1 の層を放電させることによって克服される、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 7】**

導電性コーティングを施すことによって層のうち第 1 の層を放電させるステップを含む、請求項 6 に記載の方法。

**【請求項 8】**

導電性コーティングでは層定着ステップを実行する、請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 9】**

残留電荷の極性とは逆の極性を有する帯電粒子からなるさらなる層を施すことによって、層のうち第 1 の層を放電させるステップを含む、請求項 6 に記載の方法。

**【請求項 10】**

イオン源から層のうち第 1 の層上にイオンを方向付けるステップを含み、前記イオンは、前記反発作用を低減させるように、残留電荷の極性とは逆の極性を有する、請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

**【請求項 11】**

構築積層物を形成するよう複数の層を構築するための付加的構築方法であって、前記方法は、

第 1 の電圧電位での導電性素子と第 2 の電圧電位でのイオン源との間に変動可能な電位差をもたらすステップと、

導電性素子とイオン源との間に電界を生成するステップとを含み、電界を、構築積層物を介して、転写媒体に最も近い構築積層物の最も近い表面にまで通過させ、前記方法はさらに、

構築積層物の最も近い表面上にイオン源からの電荷 ( Q ) を蓄積させるステップと、

最も近い表面上に転写媒体から堆積材料を転写するステップとを含み、構築積層物の最



も近い表面における電界の強度は、最も近い表面上に堆積材料を均質に転写させるために制御可能である、方法。

【請求項 1 2】

層の数が増えるのに応じて最も近い表面における電界の強度を高めるために、導電性素子とイオン源との間の電位差電圧を変化させるステップをさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

導電性素子を第 1 の電圧電位で維持するステップと、  
電位差を変化させるためにイオン源の第 2 の電圧電位を変化させるステップとをさらに含む、請求項 1 2 に記載の方法。

10

【請求項 1 4】

転写するステップの前に導電性素子を第 1 の電圧電位から切離すステップをさらに含む、請求項 1 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 5】

転写された堆積材料を自由面に溶融させるステップをさらに含む、請求項 1 1 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 6】

中間導電性面を層として構築積層物に差込むステップと、  
構築積層物を介する電界の浸透の深さを増すために、中間導電性面を導電性プレートに結合するステップとをさらに含む、請求項 1 1 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 1 7】

中間導電性面を層として構築積層物に差込むステップと、  
構築積層物を介する電界の伝搬の深さを増すために、中間導電性面を容量的に帯電させるステップとをさらに含む、請求項 1 1 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 8】

中間導電性面を絶縁させるステップをさらに含む、請求項 1 6 または 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

構築積層物全体にわたって複数の中間導電性面を堆積させるステップと、  
複数の中間導電性面のうち少なくとも 1 つを容量的に帯電させるステップと、  
電界の浸透の深さを増すために、複数の中間導電性面のうち少なくとも 1 つを導電性素子に結合するステップとをさらに含む、請求項 1 6 または 1 7 に記載の方法。

30

【請求項 2 0】

構築積層物内に容量性電荷が溜まるのを避けるために、層が堆積されるのに応じて前記層の各々を放電させるよう、転写ステップの後にイオン源を用いるステップをさらに含む、請求項 1 1 から 1 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 2 1】

熱源、固着化学剤、仮接着剤もしくは永久接着剤、超音波凝固、架橋および / または印加圧力を用いることによって、堆積させた層を溶融するステップを含む、請求項 1 1 から 2 0 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 2 2】

構築積層物を形成するよう複数の層を構築するための付加的構築装置であって、  
構築積層物を設けるために、連続して重なる層に堆積されるよう、帯電した粒子を供給するよう構成される転写媒体と、

第 1 の層上に次に堆積される層のうち第 2 の層に対する、堆積させた層のうち第 1 の層の残留電荷の反発作用を低減させるための手段とを含み、反発作用の低減により、連続的に堆積させた層に起因する残留電荷の蓄積を防ぎ、層の均質な堆積をもたらすようにする、装置。

【請求項 2 3】

構築積層物を形成するよう複数の層を構築するための付加的構築システムであって、

50



導電性素子に結合され、第 1 の電圧電位で前記導電性素子を配置するよう構成された直流 (DC: direct current) 電圧源と、

導電性素子とイオン源との間に電界を引起こすための、第 2 の電圧電位のイオン源とを含み、電界は構築積層物を通じて伝搬し、転写手段に最も近い構築積層物の最も近い表面上に電荷 (Q) の蓄積をもたらし、転写手段は、転写媒体から堆積材料を最も近い表面上に転写するためのものであり、構築積層物の自由面における電界の強度は、堆積材料を最も近い表面に均質に転写させるために制御可能である、システム。

【請求項 24】

層の数が増加するのに応じて最も近い表面における電界の強度を高めるために、導電性素子とイオン源との間の電位差電圧を制御するよう、導電性素子に印加された DC 電圧を制御するための電圧コントローラをさらに含む、請求項 23 に記載のシステム。

10

【請求項 25】

層の数が増加するのに応じて最も近い表面における電界の強度を高めるために、導電性素子とイオン源との間の電位差電圧を制御するよう、イオン源に印加された DC 電圧を制御するための電圧コントローラをさらに含む、請求項 24 に記載のシステム。

【請求項 26】

電圧コントローラは、自由面における電界の強度を監視し、電界強度を臨界電界強度で維持するために電位差を調整するよう配置される、請求項 24 または 25 に記載のシステム。

【請求項 27】

導電性素子は、構築プラットフォーム上でサポートされる絶縁された導電性プレートであり、前記システムはさらに、

20

帯電ステーションと転写ステーションと溶融ステーションとの間で構築プラットフォームを移動させるための移動機構を含み、イオン源は帯電ステーションに位置し、転写手段は転写ステーションに位置し、溶融手段は溶融ステーションに位置する、請求項 23 から 26 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 28】

構築プラットフォームは、構築積層物の最も近い表面上において電荷 (Q) の所要の蓄積を達成するために、制御された速度でイオン源の下を移動するよう配置される、請求項 27 に記載のシステム。

30

【請求項 29】

イオン源はコロナワイヤである、請求項 23 から 27 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 30】

転写された堆積材料を自由面に溶融させるための溶融手段をさらに含む、請求項 23 から 29 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 31】

溶融手段は、熱源、固着化学剤、仮接着剤または永久接着剤、超音波凝固、架橋および / または印加圧力から選択される群のうち 1 つ以上である、請求項 30 に記載のシステム。

40

【請求項 32】

少なくとも 1 つの中間導電性面は、構築積層物における連続層の間に設けられる、請求項 23 から 31 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 33】

少なくとも 1 つの中間導電性面を導電性素子に結合するための電気結合手段をさらに含む、請求項 32 に記載のシステム。

【請求項 34】

複数の中間導電性面は、構築積層物を介して間隔を空けた位置に設けられる、請求項 23 から 33 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 35】

50



複数の中間導電性面のうち1つ以上を導電性素子に選択的に結合するための選択的結合手段をさらに含む、請求項34に記載のシステム。

【請求項36】

転写手段は転写ローラである、請求項23から35のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項37】

転写手段はブラシまたはローラである、請求項23から35のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項38】

層のための堆積材料は、磁性トナー、非磁性トナー、ポリマー、セラミック、半導電性材料、被覆された導電性材料、有機材料、導電性材料および無機材料からなる群から選択される材料のうち1つ以上を含む、請求項1から37のいずれか1項に記載の方法、装置またはシステム。

10

【請求項39】

第1の層の上に次に堆積される層のうち第2の層のために、第1の層の残留電荷の反発作用を低減させるステップは、第2の層の堆積を妨げないように、電荷が十分に消失する十分な滞留時間を与えるステップ、電磁波もしくはイオン化放射を用いるステップ；帯電粒子の移動を引起す移動磁界もしくは交番磁界を用いるステップ、または、堆積させた材料または層に噴霧された水もしくはIPAなどの付加的材料の相変化、のうち少なくとも1つを含む、請求項1から11のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

分野

本発明は、付加的構築に関し、特に、3次元(3D: three dimensional)印刷技術の向上に関する。

【背景技術】

【0002】

背景

3D印刷は、アディティブマニュファクチャリング(additive manufacturing)としても公知であり、連続した材料層を印刷するかまたは重ねることによって3次元オブジェクトを作成する製造技術である。3Dプリンタは、試作品オブジェクトを作成するための手っ取り早い方法を提供する。3Dプリンタは、オブジェクトの3Dコンピュータモデルを変換し、一連の断面スライスを作成することによって機能する。次いで、各スライスが順に重ねて印刷されて、3Dオブジェクトが作成される。

30

【0003】

単一部品に複数の材料を堆積させることができない3D印刷技術が圧倒的多数を占めている。現在、複数材料部品を同時に堆積させることのできる唯一のシステムは、押出し成形およびインクジェットの印刷システムに基づいたものである。このようなインクジェット印刷システムにおいては、プリンタは、紫外光源によって硬化される部分の断面の形状となるよういくつかの紫外線硬化性インクを堆積させることによって、一度に1層ずつモデルを作成する。このプロセスは、すべての層が印刷されるまで繰返される。

40

【0004】

3D印刷のためにインクジェット印刷システムを用いることに伴う1つの不利点は、それが「湿式」印刷技術であって、「印刷される」媒体が液体であること、または液体中に懸濁可能であることを必要とする点である。しかしながら、これは、この製造技術において使用可能な材料に対する制約となってしまう。というのも、すべての物質が液体中に懸濁可能であるとは限らないからである。

【0005】

別の不利点は、既存の技術を用いた場合に印刷画像の解像度が制限されてしまう点に関する。インクジェットでの液滴安定性により、最も機能的なインク用途が600DPI(

50



～ 42  $\mu$ m 解像度) のネイティブ解像度に制限されてしまう。

【0006】

さらに、付加的製造時に意図して得られる結果は固体(または半固体)である。上述のとおり、すべてのインクジェット堆積技術では液体担体が必要とされる。インクジェットヘッドから分配される各液滴の主成分は、通常、液滴の容量の60%以上を占める液体担体である。したがって、インクジェット技術を使用する場合、堆積させるべき媒体の総容量が、必要な容量の固体材料を蓄積させるのに必要とされる容量をはるかに上回っている必要がある。典型的には、総容量は、必要とされる固体材料の容量の2倍であり得る。加えて、US 7,322,688 に開示されるように、担体は印刷温度で比粘度範囲内に収まらなければならない、典型的な範囲は5～45センチポアズである。これは、この印刷技術を適正に機能させるための付加的な制御オーバーヘッドを表わしている。

10

【0007】

さらに、液体担体は除去されるかまたは固体に変化させなければならない。これは、各層を印刷し凝固させるのに必要な時間に密接な関係がある。概して、液滴が印刷された後の印刷(および、Z Corp<sup>TM</sup> および Voxeljet<sup>TM</sup> などのいくつかの付加的製造システム)用途においては、液滴の水性部分が蒸発するかまたは吸収される/基板と反応するのを待つ必要がある。

【0008】

加熱されたインクジェットヘッドは液体ワックスを印刷することができる。しかしながら、別の層を最上部に堆積させることができるようになる前にワックスが凝固(相変化)するのを待つ必要がある。このシステムは、Solidscape<sup>TM</sup> の付加的製造システムにおいて用いられる。インクに光開始剤を含有させて、これを紫外線硬化させてポリマーの架橋をもたらすことによって凝固または相変化を達成することができるが、新しい層を印刷または堆積できるようになる前にさらに時間の遅延が生じる。

20

【0009】

さらなる不利点は、付加的製造のための既存の印刷技術の拡張可能性に関する。インクジェット技術は、通常、整列して配置されるマイクロスケールの堆積ノズルに依拠する。印刷の幅全体にわたる配列(またはさらには配列のセット)を作り出し、このために、幅全体をカバーするよう印刷ヘッドを前後に移動させることは一般にコスト効率が良いものではない。これは印刷技術の速度にも影響を及ぼす。

30

【0010】

加えて、インクジェットヘッドにおけるマイクロスケールノズルは詰まる傾向がある。この問題は悪化することがあるが、それは、特にプリンタが断続的に使用される場合、または、印刷材料(インク)が時間の経過とともに架橋結合され易くなる化学的組成を有する場合である。

【0011】

背景技術によれば、電子写真術は、通常、印刷された画像を所望の媒体、たとえばレーザープリンタまたは写真複写機内の紙、上に転写するためにトナーと、しばしばローラまたはドラム上にある感光面とを用いる乾式印刷技術である。

【0012】

ドラムまたはローラの表面は感光性であり、受光体または光伝導体と称され得る。表面は、無機または有機的な感光性材料を用いてコーティングされてもよい。有機的な光導電体が広範囲に使用されていることにより、このドラムはしばしばOPCと称される。ドラムは、1回以上回転することによって印刷済み画像を転写する目的で回転するが、この回転の間に、ドラム面が以下に記載されるステップを経る。

40

【0013】

ステップ1：帯電

静電荷は、コロナワイヤからのコロナ放電によってドラムの表面上にわたって均一に分散される。この効果は、電荷が印加されたコンタクトローラを用いて達成することもできる。表面に印加された電荷の極性は、使用されるべきトナーの極性に応じて正または負と

50



なるよう選択されてもよい。

【0014】

ステップ2：露光

レーザまたはLEDプリンタにおいては、「潜」像を作成するために調光がドラム面に投影される。ドラムが照らされる場合、電荷が消散させられる。この露光後にドラムに残る電荷パターンが潜像である。

【0015】

ステップ3：現像

ドラムには、トナー粒子と金属性で大粒の担体粒子との混合物が施されている。担体粒子は、攪拌中に、ドラムの表面上にトナー粒子のコーティングを引寄せる一種の静電気を発生させるコーティングを有する。この混合物は、ドラム/ベルトの表面にトナーが一塗りされるよう磁気ローラで処理される。担体との接触により、中性のトナー粒子は各々、ドラム上の潜像の電荷とは逆の極性の電荷を有する。電荷はトナーを引寄せて、ドラム上に可視画像を形成する。転写されたトナーの量を制御するために、現像用ローラにバイアス電圧を加えて、トナーと潜像との間の引力を打ち消す。上述の説明においては、2成分現像剤システムが説明された。しかしながら、当業者であれば、単一成分の現像剤も使用され得ることを認識するだろう。

10

【0016】

ステップ4：転写

紙は、ドラムと、トナー上の電荷とは逆の極性を有する転写コロナとの間を通過する。トナー画像は、圧力と結果として得られる静電引力との組合せによって、ドラムから紙へと転写される。

20

【0017】

ステップ5：引離しまたは分離

紙上の電荷は転写コロナの後に中和される。結果として、トナー画像の（すべてではないが）ほとんどが完成した紙がドラムから引離される。

【0018】

ステップ6：定着または溶融

熱および圧力機構（ホットロールフューザ（Hot Roll Fuser））または放射溶融技術（オープンフューザ（Oven Fuser））を用いてトナー画像を永久的に紙に定着させて、トナー粒子を溶融させて紙に接着させる。

30

【0019】

ステップ7：クリーニング

分離中に既に部分的に放電されたドラムは、光や、ステップ6において転写されなかった残りのトナーによってさらに放電され、回転ブラシによってドラム面から除去される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

電子写真術のこれらの原理は、当該技術においては十分に理解されている。電子写真術を使用する利点として、各ページ毎に印刷する場合にはより安価であり、2400 dpiまでのより優れた解像度を達成することができ、印刷時間がより高速であり、この技術では毎分何百ページも印刷することができることが挙げられる。

40

【0021】

電子写真術についての上述の利点にもかかわらず、この印刷技術は、付加的製造のために材料を直接堆積させるための3D印刷ではこれまで用いられていなかった。なぜなら、既存の電子写真術では、層数が増えるのに応じて印刷品質を保証することができなくなってしまうからである。

【0022】

印刷面が劣化する理由として、各層が印刷された状態では電荷の蓄積が存在する点が挙げられる。この電荷蓄積の原因は2つある。すなわち、1) 堆積したトナー粒子自体は、

50



(たとえ、それら粒子が分離中に、時間の経過に応じて自然に電荷崩壊した結果、わずかに放電されていたとしても)依然としてかなりの電荷を担持している点と、2)帯電させた最終転写ローラが用いられる場合、基板および予め印刷されたトナー層が接触帯電されている、すなわち、基板およびトナー層が互いに接触する際に電荷が転写ローラから基板/その前の層にまで伝わってしまう点とが挙げられる。これは、新しいトナー粒子が、予め印刷された面上に同符号の電荷が蓄積するのに比例して跳ね返されているために、予め堆積させた層の上に均一に転写されないことを意味する。従来、この問題により、電子写真術に限られた数の層(たとえば、最大で8層まで)を印刷することにしか適さないものとなることが確実にされてしまった。さらに、多層または3Dオブジェクトの印刷ができなくなるほどにまで、表面品質が低下する。

10

【課題を解決するための手段】

【0023】

概要

本発明は、構築積層物を形成するよう複数の層を構築するための付加的構築方法を提供する。当該方法は、構築積層物を設けるために、連続して重なる層に堆積されるよう、帯電した粒子を転写媒体に供給するステップと、帯電粒子の層のうちの1つを基板上に堆積させて第1の層を設けるステップと、第1の層上に次に堆積される層のうち第2の層のために第1の層の残留電荷の反発作用を低減させるステップと、帯電粒子の層のうち第2の層を転写媒体から第1の層上に堆積させるステップとを含み、反発作用の低減は、たとえば、連続的に堆積させた層に起因する残留電荷の蓄積を防ぎ、層を均質に堆積させるよう

20

【0024】

第1の層は、構築積層物のうち最初に堆積させた層であってもよく、または積層物の中間層を含んでもよい。

【0025】

堆積した層に対する残留電荷の反発作用は、電界を印加することによって少なくとも部分的に低減されてもよく、電界の配置は、連続的に堆積させた層に対する反発作用の低減を維持するよう調整されてもよい。

【0026】

電界の配置は、電界を生成するよう電位差を適用し、堆積させた層の数および/または厚さに応じて電位差を増すことによって調整されてもよい。導電層は、上記層のうち第1の層と第2の層との間に差込まれてもよい。

30

【0027】

残留電荷の反発作用も、層のうちの第2の層が堆積する前に層のうちの第1の層を放電させることによって低減され得るかまたは克服され得る。これは、導電性コーティングを施すことによって層のうちの第1の層の上面を放電させることを含んでもよい。

【0028】

また、当該方法は、残留電荷の極性とは逆の極性を有する帯電粒子からなるさらなる層を施すことによって、層のうちの第1の層を放電させるステップを含み得る。

【0029】

第1の堆積層上の残留電荷の反発作用を低減させることにより、連続して層を堆積させる場合の品質向上が容易になる。

40

【0030】

本発明はまた、堆積方法を実施するためのシステムを含む。

本発明の一実施例は、転写媒体と印刷面との間に電位差をもたらすために、導電性面、たとえば銅またはアルミニウムのシート、を用いる。代替的には、当該面は、導電性ポリマーとして提供されてもよく、好ましい実施例においては、当該面は半導体材料として提供されてもよい。この実施例においては、半導体材料は、選択的に帯電されるように作用する。別の実施例における導電性面はコロナワイヤのような導電性素子と置換えられてもよい。いずれの場合でも、導電性面または導電性素子は、帯電させた面を均質にさせると

50



いう利点を有する。これにより、印刷された層の表面品質が向上する。

【0031】

図面の簡単な説明

ここで、本発明の実施例を、添付の図面に関連付けて例示により説明する。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明に従った付加的構築方法を示す概略図である。

【図2】本発明の一実施例を示す概略図である。

【図3】図2に示される本発明の実施例についての方法ステップを示すフローチャートである。

【図4a】堆積層の厚さを増しその数を増やすことで残留電荷が如何に補償され得るかを示す、本発明の一実施例の転写手段を示す概略図である。

【図4b】堆積層の厚さを増しその数を増やすことで残留電荷が如何に補償され得るかを示す、本発明の一実施例の転写手段を示す概略図である。

【図4c】堆積層の厚さを増しその数を増やすことで残留電荷が如何に補償され得るかを示す、本発明の一実施例の転写手段を示す概略図である。

【図4d】堆積層の厚さを増しその数を増やすことで残留電荷が如何に補償され得るかを示す、本発明の一実施例の転写手段を示す概略図である。

【図5a】本発明の「リープフロッギング (leap-frogging)」の実施例を示す図である。

【図5b】本発明の「リープフロッギング」の実施例を示す図である。

【図6】本発明の「リープフロッギング」の実施例を示す図である。

【図7a】図1に概略的に示される転写構成を示す図である。

【図7b】本発明の容量性転写の実施例を示す図である。

【図8】図7aの転写構成と図7bの容量性転写との比較を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

詳細な説明

図1は、3D構造を付加的に構築するための本発明の一実施例に従った構成を示す。図1に示される実施例は、静電的に帯電された粒子、たとえば電子リソグラフィ印刷プロセスによって層状に堆積されたトナー粒子、からなる重なり合う層を堆積させるための堆積プロセス101と、個々の堆積層のための定着プロセス102と、結果として生じる積層物における層のうち次の層が堆積する前に、この明細書中において帯電防止手段と称される堆積層から、蓄積された電荷を除去するプロセス103と、を含む複数のプロセスを含む。図1に示される概略的な例においては、3D構造の個々の層は、レーザ印刷プロセスによって形状が規定され、静電転写プロセスによって、ステーションCにおいて転写ドラムから基板上に堆積され、その後、堆積した層がステーションAにおいて定着させられる。その後、基板がステーションBにまで移動し、そこで、帯電防止対策が実行されて、ステーションCにおいて次の層に堆積される帯電粒子をはね返すよう作用する残留電荷が、堆積した層の表面から除去される。これにより、結果として、均質な層が連続的に堆積することとなる。

【0034】

図1の原理に従った印刷構成の一例が図2においてより詳細に示される。構築プラットフォーム10をステーションAとBとCとの間で移動させる。一実施例においては、構築プラットフォーム10は、コンベヤベルト（図示せず）上に位置してもよいが、他の構成が当業者によって予想され得るだろう。たとえば、構築プラットフォーム10はある位置で固定されてもよく、ステーションA、BおよびCを構築プラットフォームの位置にまで移動させてもよい。加えて、複数の構築プラットフォームがステーション間を往復可能であってもよい。この例においては、第1の層上に次に堆積させた次層のための帯電粒子に対する堆積層の表面上の残留電荷の反発作用を低減させるのに静電界が利用される。



## 【 0 0 3 5 】

構築プラットフォーム 10 はベースプレート 12 を含み、その上に、印刷体が、重なり合う複数の印刷層として構築される。図示のとおり、ベースプレート 12 は、第 1 の絶縁層 16 上に位置する導電性プレート 14 を含む。第 2 の絶縁層 18 は導電性プレート 14 の上に形成される。複数の印刷層 20 は、ベースプレートまたは最後の印刷層上に連続的に堆積または印刷される。

## 【 0 0 3 6 】

ステーション A では、印刷層をステーション C において堆積させた後に定着プロセスが実行され、このステーション A は、この例においてはヒータ 30 を含み、上述のステップ 6 において説明されるように動作し得る。

10

## 【 0 0 3 7 】

この例においては、ステーション B は、次の印刷層に備えられた帯電防止対策として以下に記載されるイオン転写（帯電）プロセスのための高電圧コロナワイヤ 40 を含む。

## 【 0 0 3 8 】

ステーション C は堆積プロセスのためのプリンタ 50 である。プリンタ 50 は電子リプログラフィプリンタであって、印刷ドラムを含み、その上において、印刷されるべき 3D オブジェクトの各連続層のために静電潜像が連続的に形成される。潜像は各々、負に帯電されたトナー粒子で現像され、転写ローラ 52 上に供給されることにより、プレート 12 上に転写させることができる。各層は、たとえば、レーザを用いてドラムを露光させることによって潜像を作成する従来の電子リプログラフィ技術に従って正確に寸法決めすることができる。

20

## 【 0 0 3 9 】

図 2 に示される実施例は、電界アシストイオン転写実施例と称され、図 3 のフローチャートに関連付けて説明される。以下の説明のために、負電荷を有するトナー 26 を参照する。当業者であれば、これが必須ではなく、プロセスが容易に適合可能であり、このため正電荷を有するトナーにも適用可能であることを認識するだろう。

## 【 0 0 4 0 】

ステーション B においては、またはステーション B のまわりでは、ステップ S3.1 において、導電性プレート 14 が負電圧で帯電される。これにより、（ステップ S3.2 において）高電圧コロナワイヤとプレートとの間の電位差によって電界が生成される。

30

## 【 0 0 4 1 】

電界は、印刷体 20 の上面 24 上における正電荷の蓄積（ステップ S3.3）を支援するかまたは加速させる正イオン 42（またはカチオン）を引寄せ。表面は、印刷されている第 1 の層の場合にはベースプレート 12 の第 2 の絶縁層 18 であってもよく、または前の印刷層 20 であってもよい。

## 【 0 0 4 2 】

上に述べたように、トナーからなる複数の層が電子リソグラフィプロセスによって互いに重ねて印刷されると、表面上の残留電荷の蓄積によって、層の数が増えるにつれて表面品質が低下し、これにより、帯電したトナー粒子からなる次の層をプリンタの転写ローラ 52 から均一に転写することが阻止される。そうしない場合に上面 24 上に蓄積するであろうこのような不所望な負の残留電荷は、表面 24 上に均一な正の表面電荷を形成する（ステップ S3.4）ことによってステーション B において除去され、これによっても、以下に記載するステーション C における印刷プロセスでの次のトナー層の転写が支援される。

40

## 【 0 0 4 3 】

帯電状態は、表面上に十分な電荷密度を蓄積させて上面 24 上における負の残留電荷を相殺し、かつ、均一に分配された正の表面電荷を蓄積させて、ステーション C における印刷プロセスを支援するために、ステーション B において十分な期間にわたって維持される。一実施例においては、これは、高電圧コロナワイヤ 40 の下において構築プラットフォーム 10 をゆっくりと駆動させることによって達成される。構築プラットフォーム 10 を

50



コロナワイヤ 40 の下を通して通過させるための期間は、(イオン源によってもたらされるイオン密度と、それらのイオンを引寄せ電界の強度とに応じて) 0.1 ~ 60 秒の範囲であってもよい。代替的な実施例においては、構築プラットフォーム 10 は、設定期間、たとえば 0.1 ~ 60 秒、にわたってワイヤ 40 の下で停止し、休止するよう配置される。与えられる時間枠は単なる指標に過ぎず、使用されるタイミングに対する如何なる制限をも示すものではない。

#### 【0044】

上述の割り当てられた期間の終わりにおいて、正電荷が十分に蓄積されていれば、構築プラットフォームはステーション C に移動する。ステーション C に到達する前に、導電性プレート 14 に供給された負電圧がオフにされる(ステップ S3.5)。これは、電圧がオフに切替えられなければ、ベースプレート 12 とプリンタ 50 内にある転写ローラ 52 との間に不所望な電界が起こされる可能性があるからである。この電界は、引寄せるよりもむしろ、印刷体 20 からトナー 26 をはね返すよう不所望に作用するだろう。

10

#### 【0045】

構築プラットフォーム 10 がステーション C にある場合、ステップ S3.6 に示すように、印刷体の表面上の正電荷が、負に帯電されたトナー 26 を転写ローラ 52 から印刷体 20 の上面 24 上に引寄せる。

#### 【0046】

一実施例においては、この引寄せは、ローラ 52 から印刷体 20 の表面 24 に対して圧力を加えることによって支援される。加えて、印刷体において少なくとも 1 つの印刷層 20 が既に存在する場合、先に印刷された層 20 は依然として熱い可能性がある。この場合、最後に印刷された層は粘着性質を有しており、このことによって、最後に印刷された層上へのトナー 26 の引寄せおよび保持が支援される。構築プラットフォーム 10 がステーション A に移動する(ステップ S3.7)間、トナー 26 は適所に静電的に捕らえられたままとなる。

20

#### 【0047】

ステーション C における印刷の後、プラットフォームをステーション A に移動させ、そこで、新たに堆積させたトナー 26 を適所に溶融または定着させる。この溶融はヒータ 30 を用いて行われる(ステップ S3.8)。

#### 【0048】

別の実施例においては、トナーは、各層の堆積後、化学物質またはバインダを塗布することによって適所において溶融され得る。代替的には、別の実施例においては、ばね接着剤が用いられてもよい。

30

#### 【0049】

ステーション A において最後に印刷された層を定着させた後、構築プラットフォーム 10 はステーション B に戻ることができ(ステップ S3.9)、ステーション C において別の印刷層が堆積され得るようにコロナワイヤによって再び帯電され得る。

#### 【0050】

当業者であれば、図 2 における別個のプロセスとして示されるイオン源がステーション C におけるプリンタまたは堆積プロセスから独立している必要がないことを認識するだろう。イオン源 40 と導電性面 / 素子 14 との間に電位差を発生させることが重要な要件となる。この電位差により、さらに、電界の強度が制御され、これにより、印刷体の表面 24 上への堆積材料またはトナーの均質な転写を確実にすることができる。

40

#### 【0051】

上述の説明は印刷およびプリンタに関するものであるが、記載された技術がブラシ(EMB)コーティング技術、粉末コーティングなどの帯電した粉末を用いる如何なるプロセスにも使用され得ることが認識されるはずである。

#### 【0052】

上述のとおり、イオン源またはコロナワイヤ 40 を用いて印刷体の表面に帯電させる。上面 24 上での十分な帯電を確実にするために、導電性プレート 14 は、非常に高い電圧

50



源、たとえば1000ボルトDCを上回る電圧源、に電氣的に接続される。このような高電圧、およびさらに高い電圧（たとえば、3000ボルトDC）であれば、平均粗さが1 $\mu$ m Raとなるように表面品質が十分に改善される。

【0053】

導電性プレートに印加される電圧は変動可能であり、印刷プロセスの一環として制御される。実際には、電圧は、印刷体20の上面24における電界の強度を制御するために制御される。電圧は、印刷される層の数が連続的に増加するにもかかわらず、各々の連続した層が印刷された後に生じる残留電荷を打ち消すための最適な電界強度を上面24において達成するように制御される。

【0054】

導電性プレートの電圧と、これにより電界強度とを積極的に制御することにより、摩擦帯電させた（摩擦によって帯電させた）トナーまたは粉末粒子で多層体に印刷することができる。層が連続的に印刷され、印刷体20の深さが増すと、上面24上の電界強度を維持するためにプレートに印加される電圧が増分される。一実施例においては、次の連続する印刷層が施されたとき、ステーションCにおいて実行される転写および分離ステップのために（臨界電界強度とも称される）最適な電界強度が維持されるように、各層が印刷された後に電圧が増分される。このため、新しいトナーまたは印刷層の蓄積によってもたらされる如何なるシールド効果または分極効果をも相殺するために電圧を漸進的に増やす。

【0055】

図4a～図4cは、図1のステーションCの転写または堆積プロセスをより詳細に示す。

【0056】

図4aは、たとえば、レーザ（図示せず）を用いる上述の従来の技術によって、ドラムに予め記録された静電潜像54を現像した負に帯電されたトナー粒子53が空間的に配列されているステーションCにおけるドラムまたは転写ローラ52を示す。トナー粒子53が、第2の絶縁層18上にトナー24-1の第1の層として転写されているプロセスで示される。ステーションBにおける直前の帯電ステップにおいては、比較的低い負電圧がベースプレート12に印加された。

【0057】

図4bは、ドラム52上における、トナー現像された第2の潜像から転写されているトナーの第2の層24-2を示す。ステーションBにおける直前の帯電ステップにおいて、高い負電圧がベースプレート12に印加された。高い電圧は、電界がトナーの第1の層24-1を通過することを可能にし、図4bに図示されるように堆積された次の層24-2を引寄せよう適切なレベルの均一な正の表面電荷を実現するために必要とされる。

【0058】

図4cは、転写されているトナーのn番目の層を示す。次の印刷層24をステーションCにおいて堆積させる前に、好適なレベルの正の表面電荷を生成させるよう、電界が前のトナー層をすべて通過することを確実にするために、ステーションCにおいて予め電圧をさらに再び上げる必要がある。

【0059】

印加される電圧の大きさは、三角形の高電圧符号の大きさに対して概略的に示される。上述のとおりトナーが構築プラットフォームからはね返される可能性があるため、電圧が転写プロセスまたは堆積プロセス中に印加されていないことが認識されるはずである。電圧の符号は、ステーションBにおいて帯電プロセス中に印加された電圧の高さに基準を与えるために含まれている。

【0060】

図4dは、転写に必要な電界を発生させるのに用いられる電圧が積極的に制御されていなかった場合に起こるであろうことを示す。電界が所望のとおり複数の印刷層に浸透することを確実にするのに十分な大きさの一定電圧であれば、最初の層の印刷中に火花が生じるだろう。これは電圧が高すぎるからであり、第2の絶縁層および複数の印刷層によ

10

20

30

40

50



てもたらされる絶縁が不十分であるからである。加えて、火花の問題にもかかわらず、印刷体の上面上の電界強度が不十分であり、このため、より多くの層が追加された場合には結果として表面品質が不良なものとなるだろう。

【0061】

一実施例における導電性プレート14はアルミニウムから作られる。しかしながら、プレートは好適な如何なる導電性金属もしくはポリマーまたは半導体材料からも作ることができる。

【0062】

一例においては、標準的な黒のポリエステルトナー、たとえばサムスン (Samsung) の Poly - J Z T M を、記載された手順に従って、表面むらを最小にしつつ1mm厚になるまで堆積させた。

10

【0063】

さらに、より厚みのある(たとえば、100mm以上の)3D部品を作成することができる。

【0064】

このようなより厚みのある3D部品を構築するには、材料を蓄積させて3Dオブジェクトを形成するように層を重ねて印刷する必要がある。導電性プレート14が所与の電圧で帯電される場合、臨界電界強度を達成するためには、所望の結果を達成すべく電界が浸透する蓄積材料の深さには限界がある。

20

【0065】

十分に大きな電位差であるのであれば、如何なる厚さの材料をも通る電界を設けることは理論的に可能であるが、そのようにすることはもはや実用的でも安全でもなくなっている。さらに、(堆積させた材料の組成、密度および温度のばらつきに応じて)印刷表面がもはや均質でなくなっている。これにより、この技術を用いて構築することのできる材料の深さに制限が課される。

【0066】

この制限を克服するために、発明者らが発明した技術によれば、プレート14に印加される電圧を許容できないほどの高さにまで上げる必要なしに、電界を材料にさらに浸透させることにより、ますます多くの層を構築することができるようになる。この明細書中において、当該技術はリーフフロッギングと称され、漸進的に構築される印刷層の積層物の上部と、導電性プレート14上に発生した電位との間の距離の変化を最小限にすることを必要とする。

30

【0067】

当該技術は図5aに示されており、ベース層12は、上述のように、2つの絶縁層16と18との間に導電性プレート14を含む。一実施例においては、導電性プレート14は約-3000VDCではアルミニウムプレートである。図示のとおり、構築物の本体は、複数の印刷層を呈する非導電性絶縁体材料からなる複数の層を含む。絶縁体材料24-4の第4の層と絶縁体材料24-5の第5の層との間には、第1の中間導電性面25-1がある。一実施例においては、中間導電性面25-1は、導電性領域27を介してプレート14に電氣的に接続される1枚または1層のアルミ箔である。構築が進行するのに応じて、そして、電界が複数の印刷層または絶縁層を通して十分に進むことができない場合、導電性プレート14に電氣的に結合されている中間導電性面25-1により、絶縁材料からなり連続的に施される印刷層を通じて電界をさらに伝搬させる。

40

【0068】

層同士の間には火花が起こるのを防ぐために、導電性面25は互いから絶縁されており、接地されている。加えて、中間導電性面を絶縁することにより、中間面が、材料を介する電界の伝搬をシールドするかまたは妨げるのを防止する。実際には、中間導電性面/層は、絶縁されているので、電界が材料内を伝搬することを可能にする浮遊電位となる。

【0069】

図5bに図示のとおり、絶縁材料24からなるさらなる印刷層が、第1の中間導電性面

50



25 - 1の上に追加される。第2の中間導電性面25 - 2は、第6の印刷層24 - 6と第7の印刷層24 - 7との間に位置する。この第2の中間導電性面25 - 2も、構築時に電界をさらに層に伝搬させるために、導電性プレート14に電氣的に結合される。

【0070】

上述の態様で電界を伝搬させることにより、印刷された材料の表面上に十分な電界がもたらされ、これにより、新しい層が表面に十分に引寄せられて、さらなる印刷層を追加することが可能となる。

【0071】

図6は、ステーションCにおける転写ステップに関連して、上述のリープフロッギング技術を用いて実行される実験の詳細を示す。この実験中、導電性プレートは3000VDCからはじめられたが、これは高すぎた。というのも、これにより火花が生じて、図示のとおり電圧が2500VDCにまで低下したからである。

【0072】

リープフロッギングをうまく用いて（構築積層物とも称される）印刷体に電界を伝搬させるためには、堆積した層が印刷可能な最大厚さに達する前に中間導電性面を差込むことが必要である。この最大厚さは、ユーザによって規定される電圧限度および目標電界強度によって判断される。

【0073】

たとえば、3000VDCの電源を用いる場合、表面において1.5MV/mの電界強度を維持しつつ電界が通過し得るトナーの最大厚さは約2mmである。したがって、この厚さに達する前に、中間導電性面が差込まれる。図6に示される実験においては、中間導電性面は約1.0mmの中間点において挿入された。

【0074】

この導電性面は多くの様々な方法で差込まれた。たとえば、中間導電性面は、1)構築積層物にアルミ箔または同様のタイプの箔を追加することによって、2)導電性材料（たとえば金）で構築積層物の上面をスパッタリングすることによって、3)構築積層物の上面に導電性コーティングを噴霧することによって、または、4)十分な導電性を有する材料を印刷することによって、形成され得る。

【0075】

上述のとおり、導電性面は、電界から新しいトナーをシールドすることのないように、浮遊電位のままにされる。また、電圧は導電性プレート、または、印刷装置の他の部分、すなわち光受容体または転写ローラを用いて、火花を発生させないように調整される。このようにして、中間導電性面が絶縁されるので、新しい導電性面においてはまだ発生していない電界が、帯電したベースプレートから（または他のいずれかの中間導電性面から）ここを通過することが可能となり、そして、ステーションCにおけるその後の転写および分離中にその目的を果たすことが可能となる。

【0076】

印刷装置と導電性面との間に火花を発生させるリスクを最小限にするための予防策として、いくつかの層を印刷してから、中間導電性面が電圧源に接続される。

【0077】

印刷装置が、絶縁されたコーティングを有する最後の転写ローラを用いる場合、上述の例よりも少ない数の層を用いることも可能である。電圧源は中間導電性面に接続される。導電性面がプリンタ装置の近くにあるのであれば、電圧を下げて火花を防止する。

【0078】

新しい導電性面が必要になるまで、構築積層物における層の蓄積をさらに増やす。このようにして、電界が構築積層物を通してさらに伝搬できるように、高電圧電源への接続が印刷積層物の上に「リープフロッグ（leap frogged）」される。

【0079】

このため、一定の強度を有する電界を層積層物の上面にわたって確立させることができ、これにより、トナー粒子が表面に引寄せられて、滑らかで均質な表面が形成される。層

10

20

30

40

50



が構築されると、表面における電界強度を同じままに維持することが必要となる。これを確実にするために、層が構築されるのに応じてベースプレートに印加される電圧が制御される。初期の層の場合、構築物の深さが比較的浅ければ、電位差が小さく維持され、そして、層が増えるのに応じて、電界強度が構築プロセスの間中ずっと表面上で一定のままとなるように、電位差が大きくされる。

#### 【0080】

電界強度を表面において維持できる1つのメカニズムとして、表面のための目標電圧を設定することが挙げられる。層が構築されると、表面上の電圧を測定して、フィードバックループでフィードバックすることができるので、印加される電圧を高め、こうして、印加される電界により表面電圧を目標電圧で維持することを確実にすることができる。

10

#### 【0081】

火花を防ぐために、電位差は大きくなりすぎないようにされる。恒温恒湿室での空気は、 $3 \text{ M V/m}$  ( $3 \times 10^7 \text{ V/m} - 1$ ) で絶縁破壊するので、この値は回避されなければならない。転写ニップにおける典型的な電界強度は  $0.5 \text{ M}$  から  $1.5 \text{ M V/m}$  の間で変化する。

#### 【0082】

当業者であれば、電圧を維持するために、たとえば、材料の厚さが増すのに応じて電圧が漸進的に上げられ得るといった他の方法が存在することを認識するだろう。加えて、電圧は、層の数/厚さが増すのに応じて漸進的に上げられるように手動で制御されてもよい。

20

#### 【0083】

アルミ箔層27(中間導電性面)は、帯電プレートから電界をシールドしないように構成されなければならない。図6に示される実験データは、ベース層から絶縁材料のいくつかの層にまでリープフロッグし、依然として上層上に滑らかな表面の印刷を維持する能力を示している。

#### 【0084】

上述のリープフロッグ技術は、高電圧プレートにアルミ箔を接続することを必要とする。しかしながら、構築時にオブジェクトの容量性質によって電界を転写することもできる。容量性質は導電層と非導電層とを交互に重ねてできる副生成物である。この例においては、これは、アルミ箔およびセラミックプレートを物理的に接続することなく交互に重ねることによって達成される。ベースプレートが帯電されると、絶縁層によって隔てられているベースプレートとアルミ箔の第1の層との間に電位差が生じる。これにより、結果として、電界が表面にまで伝搬するのに応じて、アルミニウム層が誘導的に帯電されて、電界の均質性および強度が高められる。

30

#### 【0085】

電界内における浮遊電位での中間導電性面は、平行なプレートコンデンサと同様の態様で誘導的に帯電されることとなる。導電性プレート上の誘導電荷を計算することにより、これらの導電性プレートによって電界を伝搬させることができるように電圧源を調整することができるが、この場合、これらの導電性プレートを電圧源に物理的に接続する必要はない。

40

#### 【0086】

臨界電界の強度および均質性を維持するために、高電圧源への有線接続を用いたリープフロッグを、誘導的に帯電させた導電性面と組み合わせて用いることができる。

#### 【0087】

図7aおよび図7bは、図2に関連付けて説明された転写技術と容量性転写技術との比較を示す。

#### 【0088】

図7aにおいては、アルミニウムベースプレート12は+3000ボルトDCで帯電されており、基板が上に印刷される前に、セラミック29の代替層とその上に追加のセラミック基板30とが重ねられている。この技術を用いて、約0.140mmの印刷厚で20

50



枚の層を印刷することができる。

【0089】

図7bは、アルミ箔の形状の中間導電層28がセラミック層29同士の間にある場合の結果を示す。この例においては、容量性転写により、約0.110mmの印刷厚で20枚の層を印刷することができる。

【0090】

図7aの従来の転写と図7bの容量性転写との比較の結果が図8aおよび図8bに示される。

【0091】

図8bは、この技術を用いて（すなわち、中間導電層をベースプレートに物理的に接続することなく）層を印刷することができることを示す。これは、単に構築プラットフォームの表面を介する電界の伝搬を引起す異なるプレートの誘導帯電によって達成された。発明者らは、このような誘導帯電が材料の深さの点で制限され、このため、電界のこの伝搬がオブジェクト全体を通過し得ないかもしれないことを認識していた。しかしながら、この技術は、上述のリープフロッギング技術で補うことができる。

【0092】

誘導帯電技術が機能し得る深さは電界強度および分極に応じたものであり、この分極とは、印刷された材料が電界にある場合にこの印刷された材料に生じるものである。実験データは、帯電された導電性ベースプレートから5mm離れた電界効果の証拠を示唆している（この場合、底からの積層物は、3000VDCに帯電される1mmのアルミニウム（Al）プレート；1mmのセラミックプレート；1mmのAlプレート；1mmのセラミックプレート；1mmのAlプレート；および1mmのセラミックプレート、ならびに、1つ以上の印刷された層を含む）。

【0093】

発明者らによって実行された実験のうちいくつかにおいては、印刷された材料に何らかのクラッキングが認められた。これは、ポリエステルトナーを用いる場合には印刷された材料が脆くなるという結果によるものと理解される。このことは十分に特徴づけられ、理解されている。

【0094】

発明者らは、これらの問題を克服する1つの方法が、さほど脆くない材料を用いて印刷することであることを認識していた。代替的には、または加えて、別の方法では、印刷されたオブジェクトを制御された態様で室温に冷却することを必要とする。発明者らは、さほど脆くない特別な印刷材料を開発した。

【0095】

別の解決策は、クラッキングが起こりにくい、より多くのより薄い層を印刷することにある。一実施例においては、いくつかの層は、構築積層物の厚さ全体にわたって層を重ねて直接印刷するのではなく、ブロック単位で印刷され、ブロックとして組立てられる。

【0096】

さらに別の解決策として、上述のように、高温では実行されない溶融方法の使用が挙げられる。このような一溶融方法は、上述のヒータ溶融プロセスの代替例として、各層の間にあるバインダ（すなわち、接着剤）にまで噴霧するステップを含む。これは我々に2つの利点をもたらす。すなわち、第1に、容易に溶けない材料、たとえばセラミックを用いることができること、および、第2に、バインダの導電性を、上述のとおり導電的帯電またはリープフロッギングのための導電性面が形成されるように選択することができることである。このような導電性バインダ層は、上述の導電性面の代替例として用いることもできる。さらなる利点として、容量測定的に帯電された（volumetrically charged）本体を生成することを望まない場合に帯電防止対策としてバインダを用いることもできる点が挙げられる。

【0097】

3Dオブジェクトを印刷するためにレーザ印刷技術などにおいて上述の付加的構築技術

10

20

30

40

50



を用いることの主な利点は、如何なる物質も、それが絶縁されている限り帯電させることができる点である。したがって、如何なるポリマー、セラミックまたは無機材料が用いられてもよい。シェルを印刷しその後を除去する目的で、非導電層において何らかの導電性材料をコーティングすることができる。インクジェットを用いる従来の３Ｄ印刷技術においては、一部品毎に単一の材料を用いることしかできなかった。さまざまな段階において、複数の材料を必要とする複雑な要素を準備しなければならない。

【００９８】

この技術の主な利点は、レーザ印刷技術を用いて材料を混合できる点である。このため、積層物の連続層は異なる材料組成を含み得るので、たとえば、電子部品およびそれらのハウジングを１回の迅速なプロセスにおいてさまざまな層材料から作製することができる。

10

【００９９】

加えて、インクジェット印刷ではなくレーザ印刷を用いるさらなる利点として、液相が存在しない点が挙げられる。さまざまな材料として、たとえば、支援材料として付加的製造時に広範囲に使用される水可溶性ポリマー、水溶性であるために別の望ましい層材料となる砂糖が挙げられるが、これら材料は、インクジェット印刷で使用される液体中に懸濁させることができない。したがって、液相を除去することにより、レーザ印刷技術でこれらの材料を用いることが可能となる。

【０１００】

記載された印刷プロセスは、付加的製造技術で層を形成するために乾燥粉末で印刷区域を覆い、選択的にバインダを堆積させることが公知である公知の乾式印刷技術に勝るさらなる利点を有する。このような既存の技術においては、各層において複数の材料を用いて印刷することができない。これは、複数の粉末の配置を正確に制御する方法がないからである。本発明は、転写プロセスにおいて制御されるのが、バインダの配置だけでなく材料自体の配置である点からも有利である。

20

【０１０１】

当業者であれば、材料を用いて３Ｄオブジェクトを製造するために、この明細書中に記載された付加的製造技術をどのように用いることができるかを認識するだろう。３Ｄオブジェクトをブロック毎またはより小さな部品毎に製造してこれらを組み立ててオブジェクト全体を形成するためにこの方法が使用され得ることも認識されるはずである。

30

【０１０２】

他の帯電防止対策はステーションＢにおいて用いられてもよく、これらの対策は、層が連続的に堆積されるのに応じて層毎に残留電荷を管理することを必要とする。たとえば、残留電荷は、次の層を堆積させる前に、最後に堆積された層の上面を接地された導電性素子と接触させることによって放電されてもよい。

【０１０３】

別の方策は、最後に堆積された層の最上面に導電性コーティングを噴霧するかまたは塗布し、これにより、導電層１２に導電性経路を設けることである。たとえば、塩水噴霧が利用されてもよく、この塩水噴霧が蒸発してから次の層が堆積される。代替的には、コーティングにはポリマーが含まれてもよく、堆積された層のための定着ステップも実行されるが、この場合、別個の定着ステーションＡの使用が回避されるという利点がある。

40

【０１０４】

さらなる帯電防止対策は、残留電荷を中和させるように最後の層を形成するのに用いられる粒子とは逆の符号をもつ粒子をプリントすることである。たとえば、連続した堆積層または連続した群の堆積層は、残留電荷を相殺するように逆の符号をもつ帯電粒子から形成されてもよい。

【０１０５】

主張された発明の範囲内に収まる他の多くの変更例および変形例が当業者にとって明らかになるだろう。たとえば、図１に示されるステップは、必ずしも図に示される順序で実行される必要はなく、他のプロセスシーケンスが用いられてもよい。

50



## 【 0 1 0 6 】

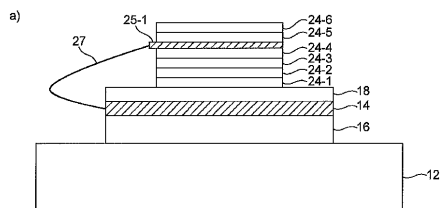
また、転写のために静電的に好ましい条件を達成するための、または、固化体上で目標の正味電荷を達成するためのさらなる帯電防止対策は、構築プロセスを妨げないかまたは固化体の使用を停止させないように電荷が十分に消失する十分な滞留時間を提供すること；電磁波（ガンマ、マイクロ波など）またはイオン化放射（アルファ、原子など）を用いること；帯電粒子の移動を引起こす移動磁界または交番磁界；および、堆積させた材料または層上に噴霧された水またはＩＰＡなどの付加材料の相変化、たとえば蒸発、昇華、を含む。

## 【 0 1 0 7 】

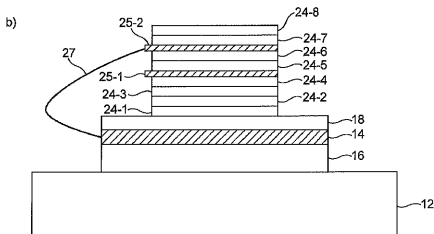
添付の特許請求の範囲内にある上述の記載を考慮すると、さらなる変更例が当業者にとって明らかになるだろう。

10

## 【 図 5 a ) 】



## 【 図 5 b ) 】





【図 1】

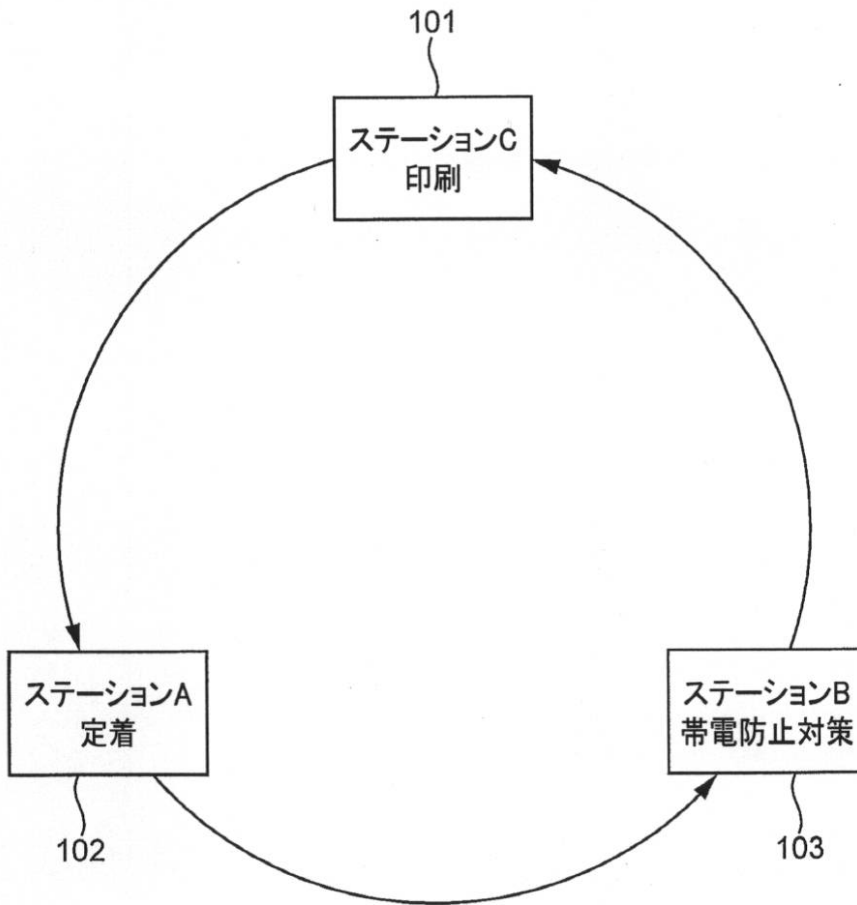


FIG. 1



【図 2】

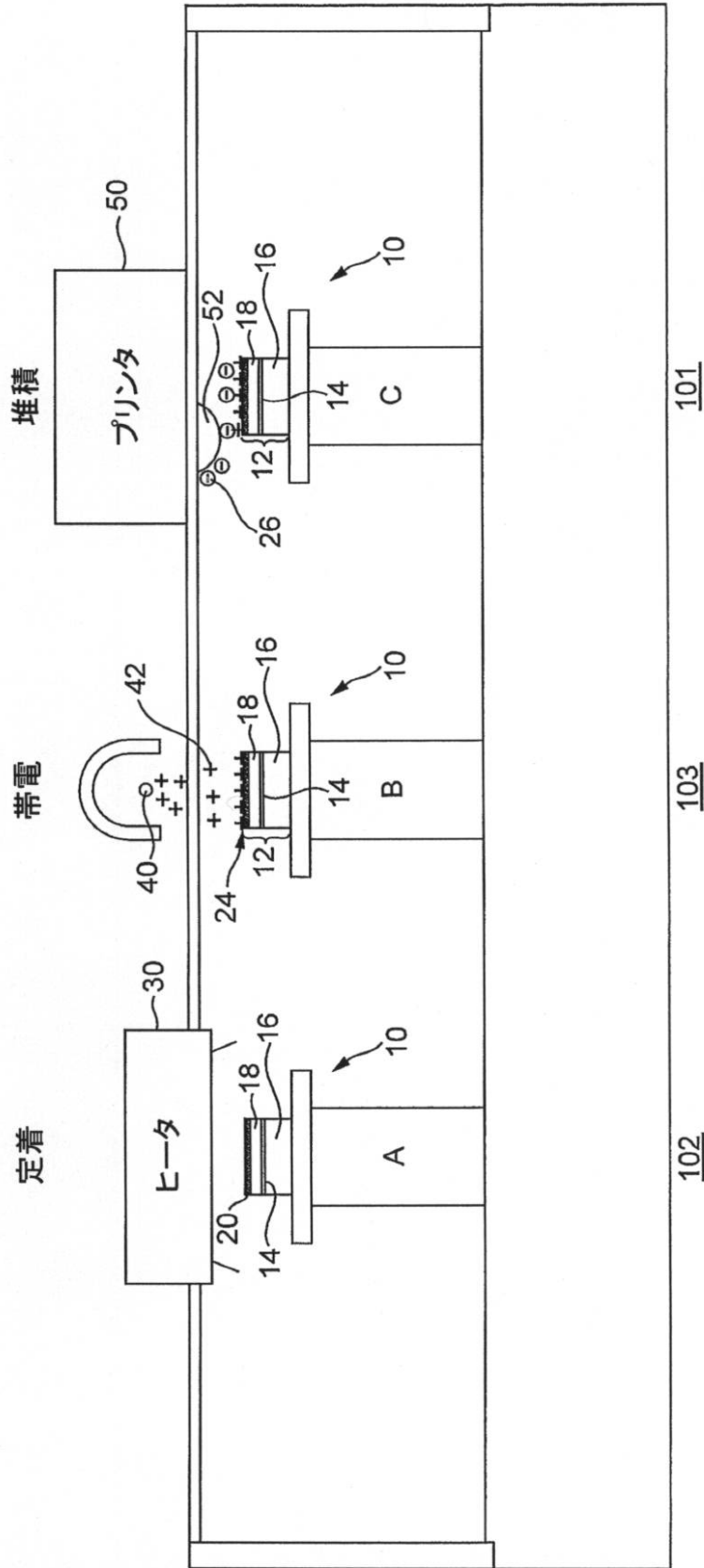


FIG. 2



【図 3】

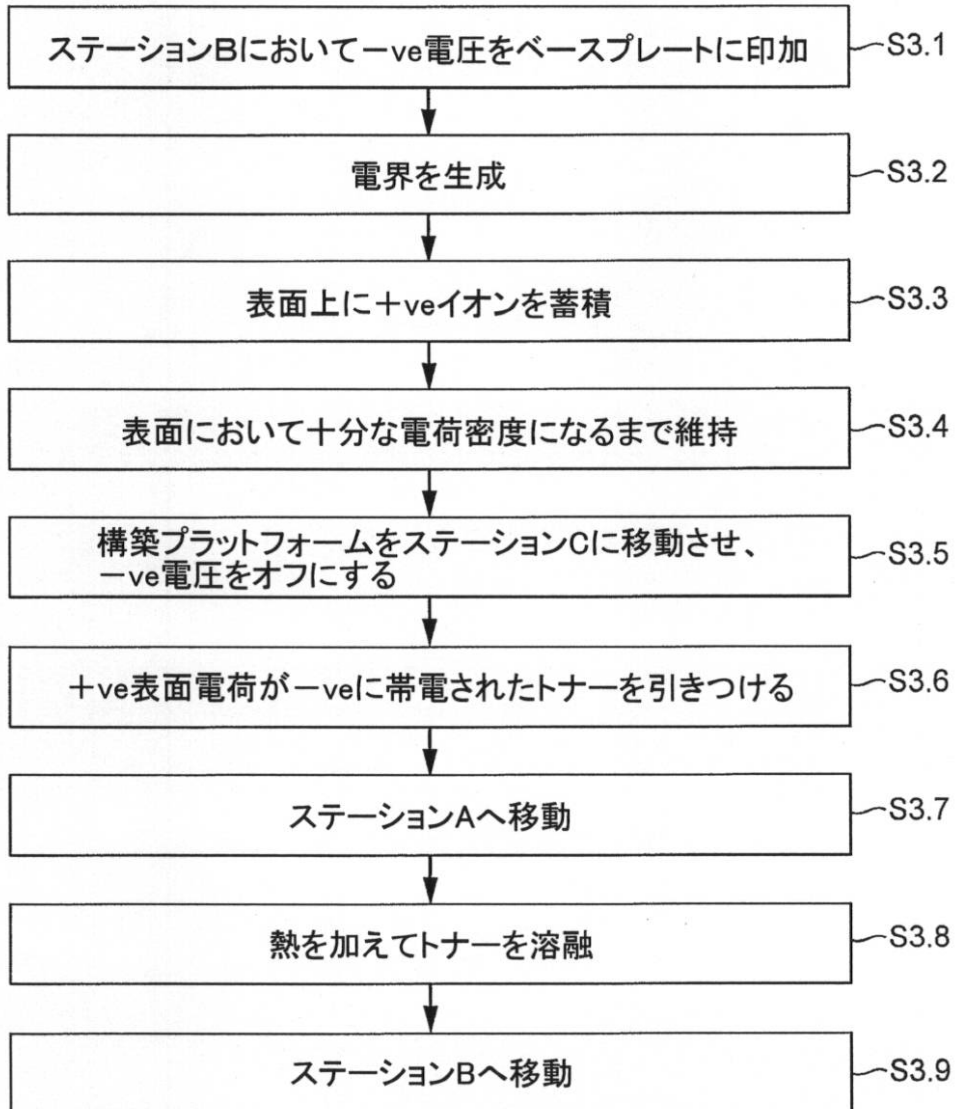


FIG. 3



【図 4 a】

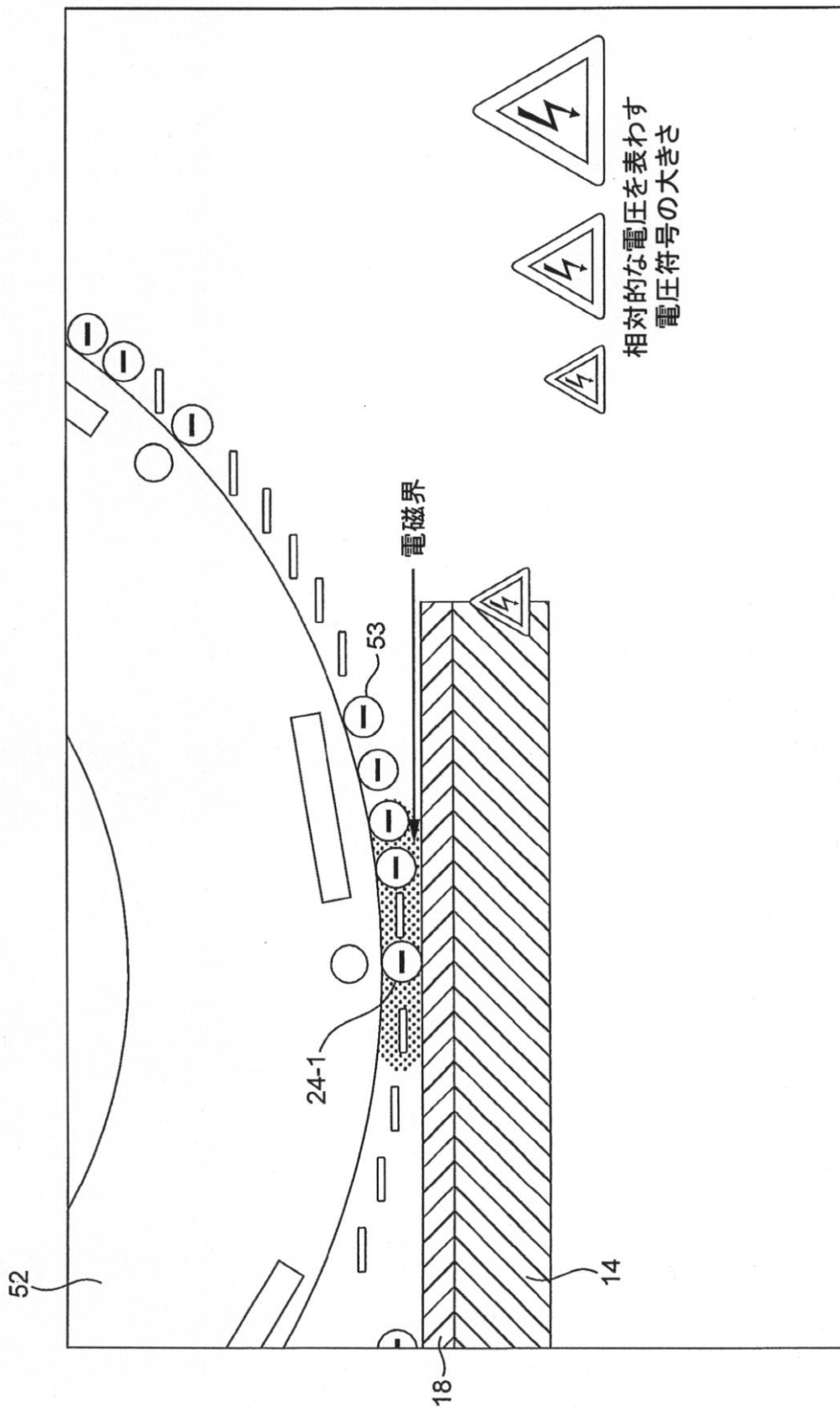


FIG. 4a







【図 4 c】

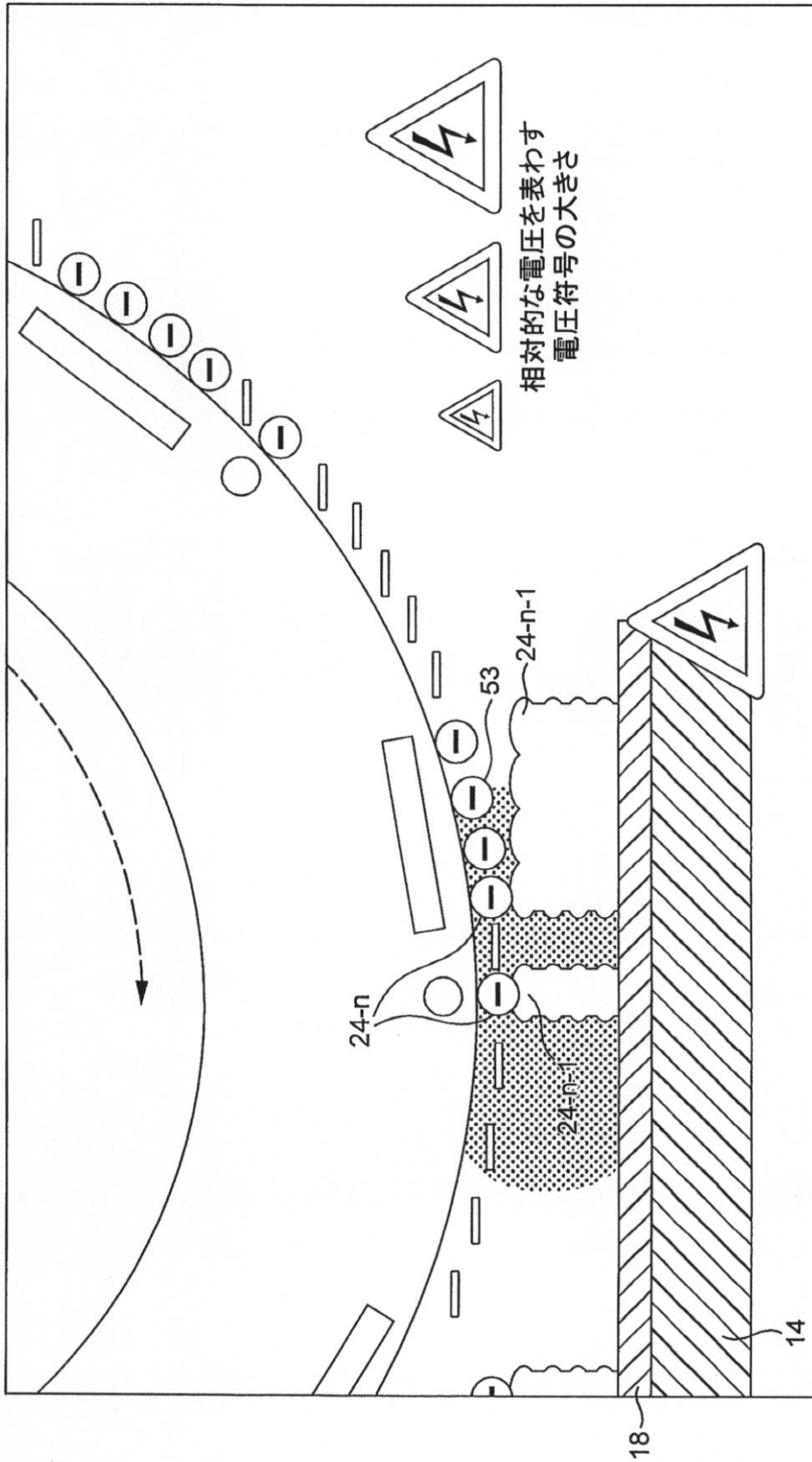


FIG. 4c



【図 4 d】

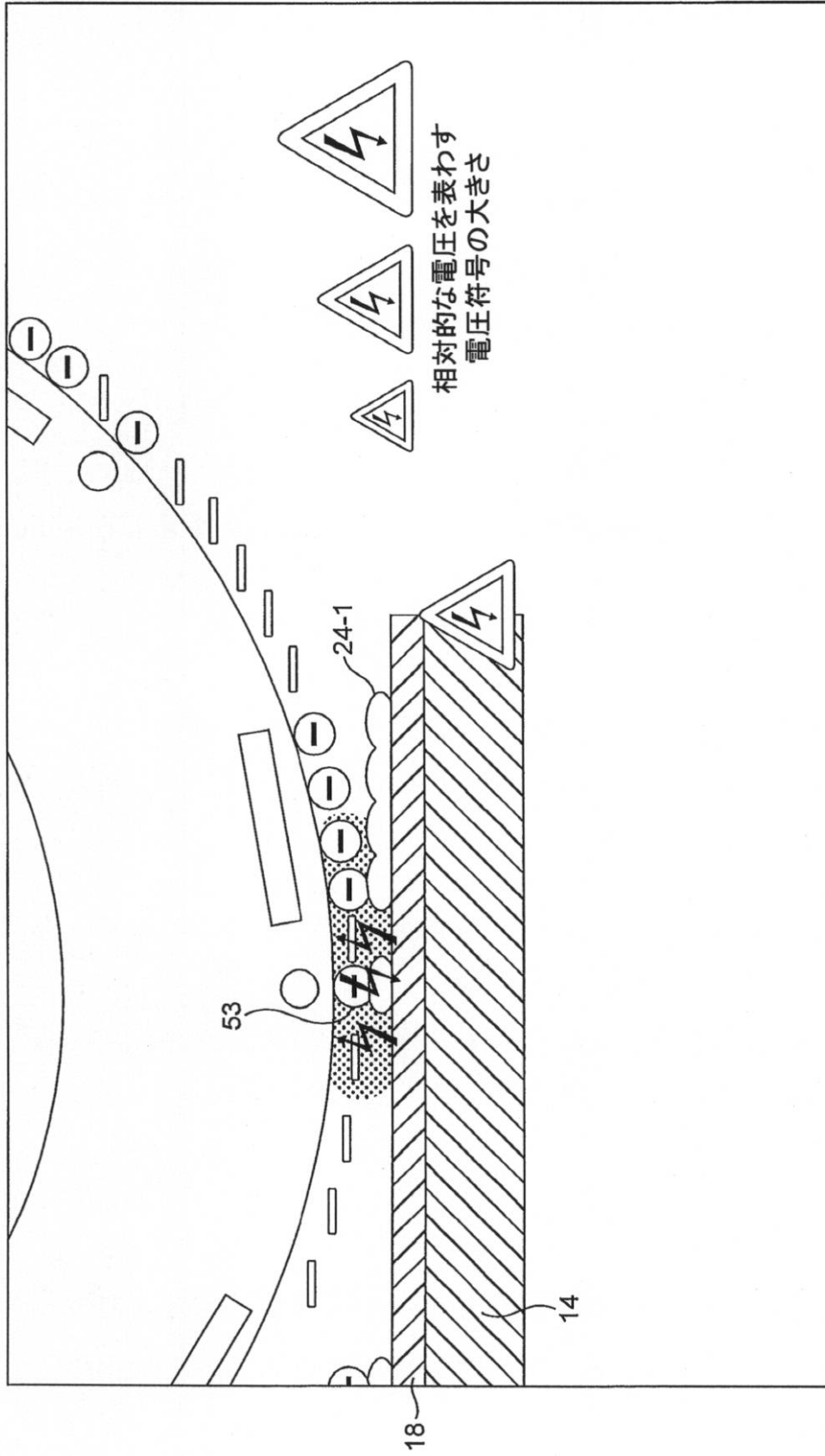


FIG. 4d



【図 6】

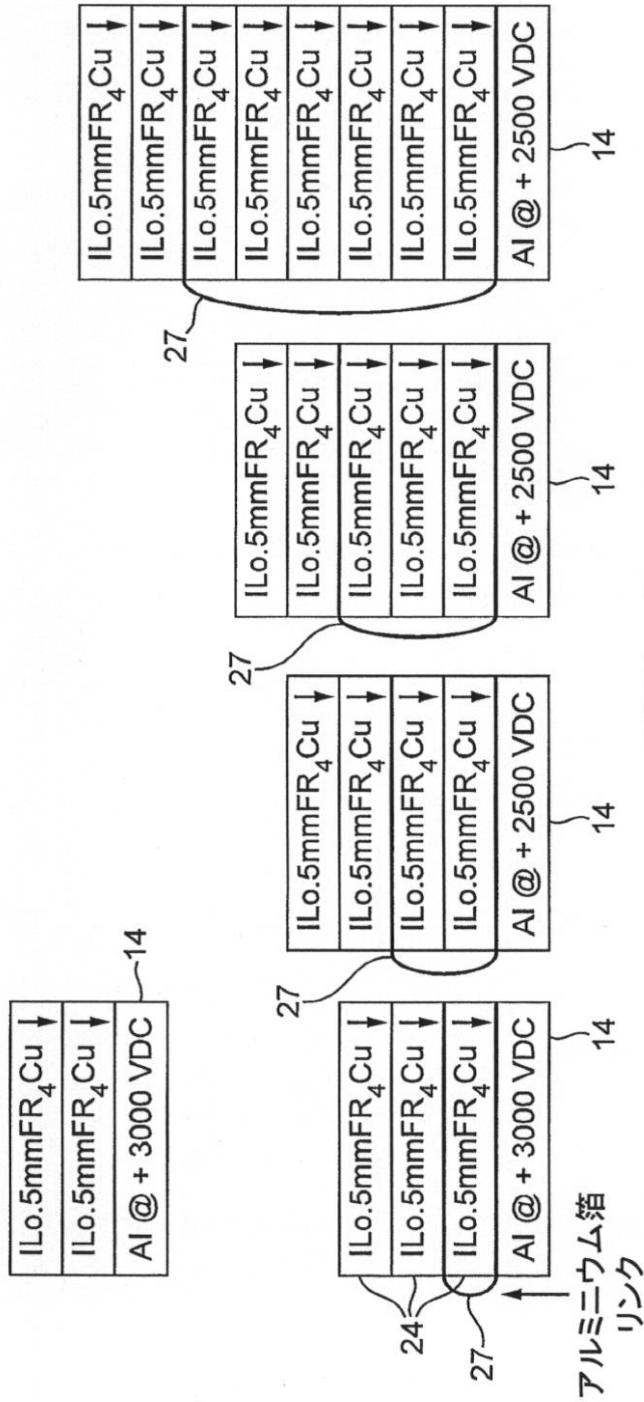


FIG. 6



【図 7 a】

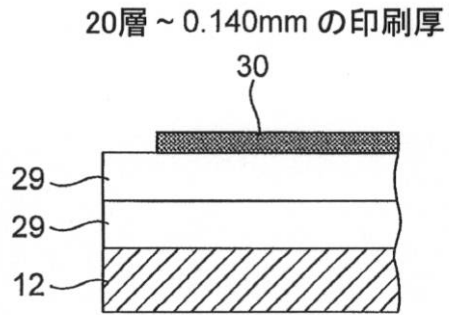


FIG. 7a

【図 7 b】

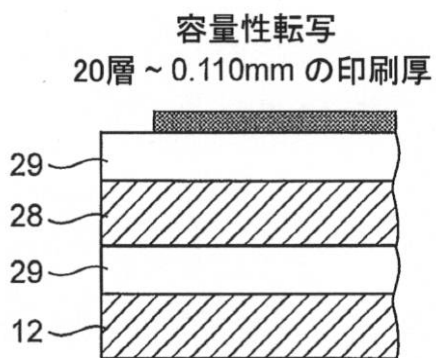


FIG. 7b



【 図 8 】

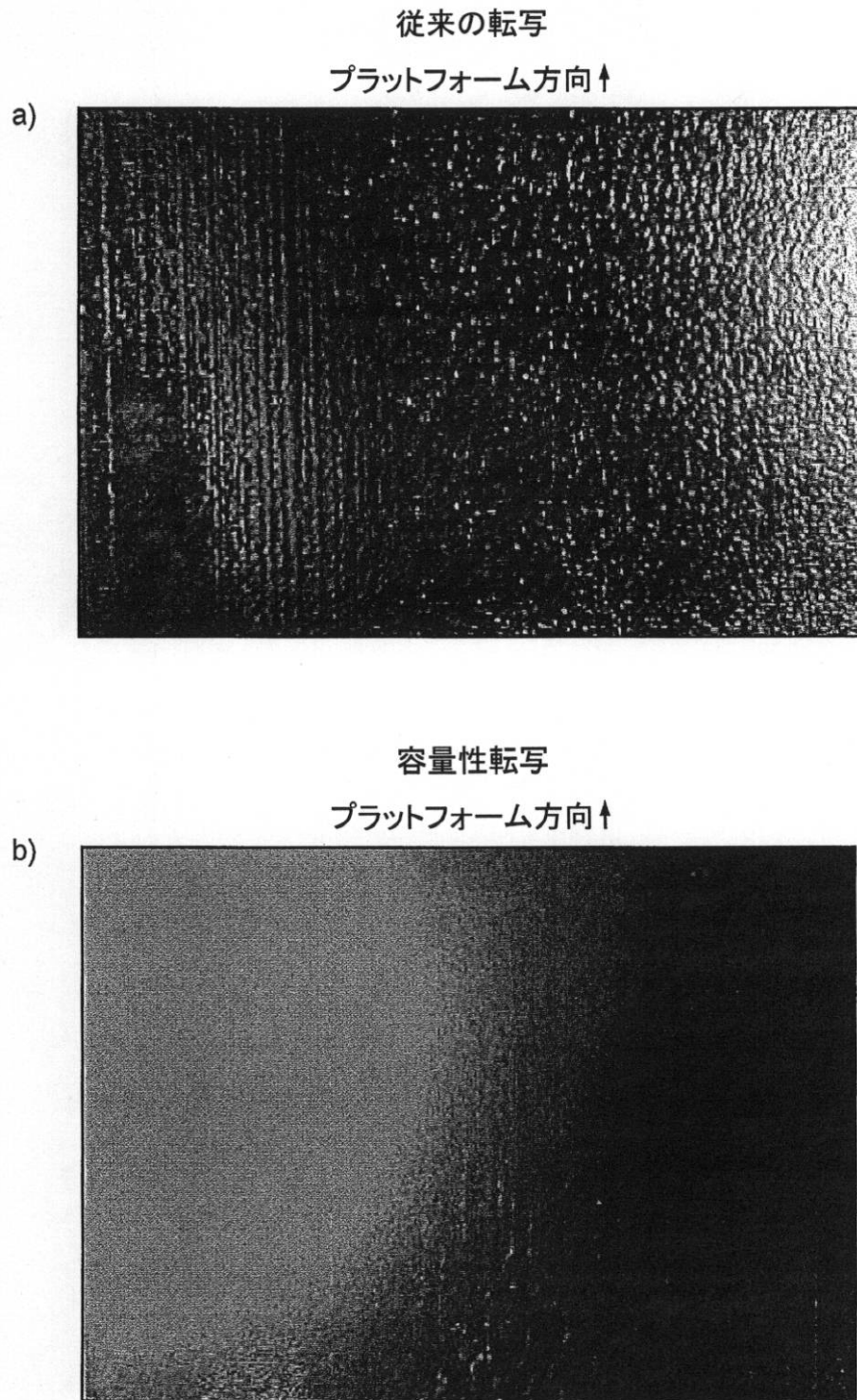


FIG. 8



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/060241

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G03G15/16 G03G15/22 B41J3/407 B29C67/00  
ADD.

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)

G03G B41J B29C

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)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 6 066 285 A (KUMAR ASHOK V [US]) 23 May 2000 (2000-05-23) columns 4,5; figures column 6, lines 23-52 -----	1,2,6, 21,22,38 3-10,39
X A	WO 2008/096105 A1 (UNIV MONTFORT [GB]; WIMPENNY DAVID IAN [GB]; BANERJEE SOUMYA [GB]) 14 August 2008 (2008-08-14) page 9, lines 11-21; figures -----	1,2,6, 21,22,38 3-5, 7-20, 23-37,39
Y A	DE 41 22 326 C1 (JETHON) 4 February 1993 (1993-02-04) column 3; figure 3 ----- -/--	3-5 1,2,6-39

☒ 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

26 October 2012

Date of mailing of the international search report

15/11/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lipp, Günter



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/060241

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 3 764 312 A (HONJO S) 9 October 1973 (1973-10-09) columns 3,4; figures	6-9 1-5, 10-39
Y	----- JP 2000 311797 A (TOTSUKA TADAO) 7 November 2000 (2000-11-07) abstract; figures	39
Y A	----- US 2009/017219 A1 (PAASCHE NORMAN [DE] ET AL) 15 January 2009 (2009-01-15) paragraphs [0021] - [0023], [0025], [0027], [0029], [0036]; figures	11-20, 23-37 1-10,21, 22,38,39
Y A	----- US 6 136 257 A (GRAF BERNHARD [DE] ET AL) 24 October 2000 (2000-10-24) columns 3,4; figures	11-20, 23-37 1-10,21, 22,38,39
Y A	----- JP 2007 320063 A (ULVAC CORP) 13 December 2007 (2007-12-13) figures	10 1-9, 11-39
A	----- US 2004/182510 A1 (PFEIFER ROLF [DE] ET AL) 23 September 2004 (2004-09-23) the whole document	1-39
	-----	



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP2012/060241**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ 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. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
  
3. ☐ 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. ☒ 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.:  
1, 2, 21, 22, 38

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ 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.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.



International Application No. PCT/ EP2012/ 060241

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1, 2, 21, 22, 38

method and an apparatus for additively building a plurality of layers to form a build stack

---

2. claims: 3-5

adjustment of an electrical field with respect to the number or thickness of layers

---

3. claims: 6-10

coating a conductive layer or applying oppositely charged particles to the surface layer

---

4. claims: 11-20, 23-37

surface charge accumulation using an ion source and electrical field strength control between a conductive element and an ion source

---

5. claim: 39

using electromagnetic waves or ionising radiation, moving or alternating magnetic fields or phase change of materials to control the dwell of sufficient time for the charge decay

---



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/060241

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6066285	A	23-05-2000	NONE	
WO 2008096105	A1	14-08-2008	GB 2446386 A WO 2008096105 A1	13-08-2008 14-08-2008
DE 4122326	C1	04-02-1993	NONE	
US 3764312	A	09-10-1973	AU 469375 B2 AU 3744171 A CA 957541 A1 DE 2165031 A1 FR 2120854 A5 GB 1356610 A JP 49026903 B NL 7117937 A US 3764312 A	12-02-1976 05-07-1973 12-11-1974 20-07-1972 18-08-1972 12-06-1974 12-07-1974 30-06-1972 09-10-1973
JP 2000311797	A	07-11-2000	NONE	
US 2009017219	A1	15-01-2009	AT 501834 T DE 102007029142 A1 EP 2104605 A1 JP 2010531929 A US 2009017219 A1 WO 2009000360 A1	15-04-2011 02-01-2009 30-09-2009 30-09-2010 15-01-2009 31-12-2008
US 6136257	A	24-10-2000	DE 19813742 C1 DE 59901586 D1 EP 0945202 A2 JP 3138815 B2 JP 11342542 A US 6136257 A	15-07-1999 11-07-2002 29-09-1999 26-02-2001 14-12-1999 24-10-2000
JP 2007320063	A	13-12-2007	JP 4800113 B2 JP 2007320063 A	26-10-2011 13-12-2007
US 2004182510	A1	23-09-2004	DE 10306886 A1 US 2004182510 A1	02-09-2004 23-09-2004



## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA

(72)発明者 ジョーンズ, ジェイソン・ブレア

イギリス、シィ・ブイ・４ ７・エイ・エル コベントリー、ジビット・ヒル・ロード、ザ・ユニバーシティ・オブ・ウォーリック、インターナショナル・マニファクチャリング・センター、 246、ウォーリック・マニファクチャリング・グループ

(72)発明者 ギボンズ, グレゴリー・ジョン

イギリス、シィ・ブイ・４ ７・エイ・エル コベントリー、ジビット・ヒル・ロード、ザ・ユニバーシティ・オブ・ウォーリック、インターナショナル・マニファクチャリング・センター、 246、ウォーリック・マニファクチャリング・グループ

Fターム(参考) 2H200 FA05 GA07 GA09 GA11 GA34 GA45 GA46 GB02 GB03 GB22  
GB40 GB48 GB49 HB03 HB26 JA02 JA07 JA12 JB13 LA31  
MB01