

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-131229

(P2012-131229A)

(43) 公開日 平成24年7月12日(2012.7.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B29C 59/02 (2006.01)</b>	B29C 59/02 B	4F202
<b>H01L 21/027 (2006.01)</b>	H01L 21/30 502D	4F209
<b>B29C 33/38 (2006.01)</b>	B29C 33/38	5F146

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-286258 (P2011-286258)  
 (22) 出願日 平成23年12月27日 (2011.12.27)  
 (62) 分割の表示 特願2006-201431 (P2006-201431)  
 の分割  
 原出願日 平成18年7月25日 (2006.7.25)  
 (31) 優先権主張番号 11/189,010  
 (32) 優先日 平成17年7月26日 (2005.7.26)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 504151804  
 エーエスエムエル ネザーランズ ビー.  
 ブイ.  
 オランダ国 ヴェルトホーフエン 550  
 4 ディー アール, デ ラン 6501  
 (74) 代理人 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100109346  
 弁理士 大貫 敏史  
 (72) 発明者 アレクセイ ユーリービッチ コレスニー  
 チェンコ  
 オランダ国、ヘルモント、マルグリートラ  
 ーン 45

最終頁に続く

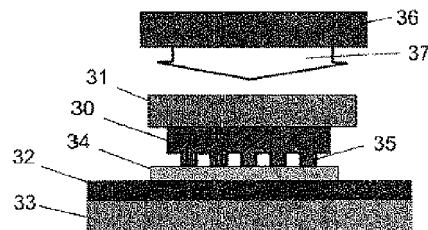
(54) 【発明の名称】 印写リソグラフィの方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 テンプレートに付けたパターンを印写可能媒体に印写することによってパターンを基板に転写する印写リソグラフィで、この印写可能媒体として熱可塑性または熱硬化性樹脂を使うとき、それだけを必要な温度に迅速に加熱する装置・方法を提供する。

【解決手段】 テンプレート30の転写すべきパターンの上に薄い金属層35が設けてあり、このテンプレート30を印写可能媒体34に接触させ、それとそれを保持するホルダ31を通してレーザー36のビーム37で照射する。このビーム37を金属層35が効率的に吸収し、この金属層からの熱を印写可能媒体34へ効率的に伝達するので、印写可能媒体34の加熱が迅速であり、熱が基板32に入って基板を歪めることがない。

【選択図】 図4 b



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

印写テンプレートおよび基板を保持するように構成した基板テーブルを含み、前記印写テンプレートがパターンを付けた表面、このパターンを付けた表面上に設けた熱吸収材料の層を有するリソグラフィ装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置に於いて、前記熱吸収材料が金属である装置。

## 【請求項 3】

請求項 2 に記載の装置に於いて、前記金属がニッケル、クロムまたはアルミニウムを含む装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載の装置に於いて、前記熱吸収材料の層が厚さ 10 nm 以上である装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 に記載の装置に於いて、前記熱吸収材料の層が厚さ 100 nm 以上である装置

。

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載の装置に於いて、前記熱吸収材料の層が厚さ 1 μm 未満である装置。

## 【請求項 7】

請求項 1 に記載の装置に於いて、更に、前記熱吸収材料の層が吸収する波長の放射線を出すように構成した放射線源を含む装置。

## 【請求項 8】

請求項 7 に記載の装置に於いて、前記印写テンプレートは、前記熱吸収材料の層を除いて、前記放射線源が出す放射線の波長に透明である装置。

## 【請求項 9】

請求項 7 に記載の装置に於いて、前記印写テンプレートをテンプレートホルダで保持し、このテンプレートホルダは、前記放射線源が出す放射線の波長に透明である装置。

## 【請求項 10】

請求項 7 に記載の装置に於いて、前記熱吸収材料が金属である装置。

## 【請求項 11】

印写可能媒体に印写するように構成したパターンを備える表面を有する印写テンプレートであって、前記パターンの上に位置する熱吸収材料の層を含むテンプレート。

## 【請求項 12】

請求項 11 に記載のテンプレートに於いて、赤外、可視、または紫外放射線に透明である材料で作ってあるテンプレート。

## 【請求項 13】

請求項 11 に記載のテンプレートに於いて、前記熱吸収材料が金属であるテンプレート

。

## 【請求項 14】

請求項 13 に記載のテンプレートに於いて、前記金属がニッケル、クロムまたはアルミニウムを含むテンプレート。

## 【請求項 15】

請求項 11 に記載のテンプレートに於いて、前記熱吸収材料の層が厚さ 10 nm 以上である装置。テンプレート。

## 【請求項 16】

請求項 11 に記載のテンプレートに於いて、前記熱吸収材料の層が厚さ 100 nm 以上であるテンプレート。

## 【請求項 17】

請求項 11 に記載のテンプレートに於いて、前記熱吸収材料の層が厚さ 1 μm 未満であるテンプレート。

## 【請求項 18】

10

20

30

40

50

請求項 1 1 に記載のテンプレートに於いて、上記熱吸収材料の層が放射線を吸収するように構成してあるテンプレート。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載のテンプレートに於いて、前記熱吸収材料の層を除いて、前記放射線の波長に透明であるテンプレート。

【請求項 2 0】

請求項 1 8 に記載のテンプレートに於いて、前記熱吸収材料が金属であるテンプレート。

【請求項 2 1】

10  
 印写リソグラフィの方法であって、基板上の印写可能媒体の層の上に印写テンプレートを配置し、この印写テンプレートのパターンを付けた表面上に設けた熱吸収材料の層が印写可能媒体と接触するようにする工程、前記熱吸収材料の層を加熱しおよび熱を印写可能媒体へ伝達するように熱吸収材料の層を放射線で照射する工程、および前記印写テンプレートをこの印写可能媒体の中へ押込む工程を含む方法。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載の方法であって、更に、前記印写テンプレートを前記印写可能媒体の中へ押込んでから前記放射線を止める工程を含む方法。

【請求項 2 3】

20  
 請求項 2 1 に記載の方法であって、前記印写テンプレートを前記印写可能媒体に押付ける前に、前記熱吸収材料の層を前記放射線で照射する工程を含む方法。

【請求項 2 4】

請求項 2 1 に記載の方法であって、更に、前記熱吸収材料の層を前記放射線で照射する前に前記印写テンプレートを前記印写可能媒体に押付ける工程を含む方法。

【請求項 2 5】

請求項 2 1 に記載の方法に於いて、前記熱吸収材料が金属である方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、印写リソグラフィに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

リソグラフィ装置は、基板の目標部分上に所望のパターンを付ける機械である。リソグラフィ装置は、通常、例えば、集積回路（IC）、フラットパネルディスプレイおよびその他の微細構造を伴う装置の製造に使う。

【0 0 0 3】

40  
 リソグラフィパターンの形態サイズを減少することは、与えられた基板面積上の形態の密度を大きくするので望ましい。フォトリソグラフィでは、解像度の向上を、短波長の光を使うことによって達成してもよい。しかし、そのような減少に伴う問題がある。現在のシステムは、193 nm の領域の波長の光源を採用し始めたが、このレベルでも回折限界が障害になる。低波長では、材料の透明性が非常に悪い。解像度向上ができる光リソグラフィ機械は、複雑な光学系および稀少材料を要し、従って非常に高価である。

【0 0 0 4】

50  
 サブ 100 nm 形態をプリントするための代替案は、印写リソグラフィとして知られ、物理的型またはテンプレートを使ってパターンを印写可能媒体に印写することによってパターンを基板に転写することを含む。この印写可能媒体は、基板または基板の表面上に塗被した材料でもよい。この印写可能媒体は、機能的であってもよく、またはパターンを下にある面に転写するために“マスク”として使ってもよい。この印写可能媒体は、例えば、テンプレートによって形成したパターンを転写すべき半導体材料のように、基板上に被着したレジストとして設けてもよい。それで印写リソグラフィは、本質的に、テンプレートの表面微細構造が基板上に創るパターンを形成する、マイクロメートルまたはナノメー

トル規模の成形プロセスである。パターンは、原理上、印写リソグラフィをIC製造のような用途に使えるように、光リソグラフィ同様、層を成してもよい。

【0005】

印写リソグラフィの解像度は、テンプレート作成プロセスの解像度によってのみ制限される。例えば、印写リソグラフィは、サブ50nm範囲の形態を従来の光リソグラフィプロセスで達成可能であるものに比べてかなり改善した解像度およびラインエッジ粗さで作るために使われている。その上、印写プロセスは、光リソグラフィプロセスが典型的に要求する、高価な光学系、高性能照明源または特殊レジスト材料を要しない。

【0006】

現在の印写リソグラフィプロセスは、以下に言及するように、特にオーバレイ精度および高スループットの達成に関して多くの欠点を有する。しかし、印写リソグラフィから達成できる解像度およびラインエッジ粗さのかなりの改善は、これらおよびその他の問題に取り組むための強い推進力である。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】米国特許第6,482,742号

【特許文献2】米国特許出願公報US2004/0046288

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0008】

熱可塑性または熱硬化性印写可能媒体を使うときは、この印写可能媒体を必要な温度まで加熱することが困難かも知れない。これに本発明の一つ以上の実施例が取り組む。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明の第1態様によれば、印写テンプレートおよび基板を保持するように構成した基板テーブルを含み、この印写テンプレートがパターンを付けた表面、このパターンを付けた表面上に設けた熱吸収材料の層を有するリソグラフィ装置が提供される。

【0010】

この発明の第2態様によれば、印写可能媒体に印写するように構成したパターンを備える表面を有する印写テンプレートであって、このパターンの上に位置する熱吸収材料の層を含むテンプレートが提供される。

30

【0011】

この発明の第3態様によれば、印写リソグラフィの方法であって、基板上の印写可能媒体の層の上に印写テンプレートを配置し、この印写テンプレートのパターンを付けた表面上に設けた熱吸収材料の層がこの印写可能媒体と接触するようにする工程、この熱吸収材料の層を加熱しおよび熱をこの印写可能媒体へ伝達するようにこの熱吸収材料の層を放射線で照射する工程、並びにこの印写テンプレートをこの印写可能媒体の中へ押込む工程を含む方法が提供される。

【0012】

40

この発明の一つ以上の実施例を、パターンを付けたテンプレートを流動可能状態の印写可能媒体に印写するあらゆる印写リソグラフィプロセスに適用でき、例えば、以下に説明するようなホット印写リソグラフィに適用できる。本発明の一つ以上の実施例を理解する目的のためには、この印写プロセスを以下に示す以上に詳しく説明する必要はなく、この技術で周知である。

【0013】

本発明の一つ以上の実施例の更なる特徴は、以下の説明から明白だろう。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1a】従来のソフトリソグラフィプロセスの例を示す。

50

【図 1 b】従来のホットリソグラフィプロセスの例を示す。

【図 1 c】従来の UV リソグラフィプロセスの例を示す。

【図 2】レジスト層をパターン化するためにホットおよび UV 印写リソグラフィを使うときに採用した 2 段エッチングプロセスを示す。

【図 3】テンプレートおよび基板上に被着した典型的印写可能レジスト層を概略的に示す。

【図 4 a】この発明の実施例による印写リソグラフィ装置の使い方を概略的に示す。

【図 4 b】この発明の実施例による印写リソグラフィ装置の使い方を概略的に示す。

【図 4 c】この発明の実施例による印写リソグラフィ装置の使い方を概略的に示す。

【図 4 d】この発明の実施例による印写リソグラフィ装置の使い方を概略的に示す。

【図 4 e】この発明の実施例による印写リソグラフィ装置の使い方を概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【0015】

次に、この発明の実施例を、例としてだけ、添付の概略図を参照して説明し、それらの図面に対応する参照記号は対応する部品を指す。

【0016】

印写リソグラフィへのアプローチには、一般的にホット印写リソグラフィおよび UV 印写リソグラフィと呼ばれる、二つの主なアプローチがある。ソフトリソグラフィとして知られる、第 3 の種類の“プリント”リソグラフィもある。これらの例を図 1 a ないし図 1 c に示す。

【0017】

図 1 a は、柔軟なテンプレート 10（典型的にはポリジメチルシロキサン（PDMS）で製作した）から分子の層 11（典型的にはチオールのようなインク）を、基板 12 並びに平坦化および転写層 12' 上に支持したレジスト層 13 上に転写することを伴うソフトリソグラフィプロセスを示す。このテンプレート 10 は、その表面上に形態のパターンを有し、これらの形態の上に分子層が配置してある。このテンプレートをレジスト層に押付けると、分子の層 11 がレジストにくっつく。このテンプレートをレジストから剥がすと、分子の層 11 がレジストにくっつき、このレジストの転写した分子層で覆われない領域を基板まで刻み込むようにレジストの残留層を蝕刻する。

【0018】

ソフトリソグラフィに使うテンプレートは、容易に変形してもよく、従って、このテンプレートの変形が印写したパターンに悪影響するかも知れないので、例えば、ナノメートル規模の、高解像度用途には適さない。更に、同じ領域を多数回重ね合わせる、多層構造体を製作するとき、ソフト印写リソグラフィは、ナノメートル規模の重ね合せ精度をもたらさないかも知れない。

【0019】

ホット印写リソグラフィ（またはホットエンボッシング）もナノメートル規模で使うときナノ印写リソグラフィ（NIL）として知られている。このプロセスは、例えば、摩耗および変形により強い、シリコンまたはニッケルで作った硬いテンプレートを使う。これは、例えば、米国特許第 6,482,742 号に記載してあり、図 1 b に示す。典型的ホット印写プロセスでは、固体テンプレート 14 を、基板の表面上に成形した、熱硬化性または熱可塑性ポリマー樹脂 15 に押付ける。この樹脂は、例えば、基板表面上に、またはより典型的には（図示する例のように）平坦化および転写層 12' 上に、スピニングおよびベーキングしてもよい。“ハード”という用語は、印写テンプレートを説明するとき、例えば、“硬質”ゴムのように、一般的に“ハード”と“ソフト”の間の材料と考えられるかも知れない材料を含むことを理解すべきである。特定の材料の印写テンプレートとして使うための適性は、その用途要件によって決る。

【0020】

熱硬化性ポリマー樹脂を使うときは、この樹脂を、テンプレートと接触すると、この樹脂がこのテンプレート上に形成したパターン形態内に流れ込むに十分流動可能であるよう

10

20

30

40

50

な温度に加熱する。次に、この樹脂の温度を上げてそれが固化して所望のパターンを不可逆的に採用するようにこの樹脂を熱的に硬化（例えば、架橋）する。次にこのテンプレートを除去してパターン化した樹脂を冷却してもよい。ホット印写リソグラフィプロセスに使用する熱可塑性ポリマー樹脂の例は、ポリ（メタクリル酸メチル）、ポリスチレン、ポリ（メタクリル酸ベンジル）またはポリ（メタクリル酸シクロヘキシル）である。この熱可塑性樹脂を、それがテンプレートによる印写直前の自由に流動可能な状態にあるように加熱する。熱可塑性樹脂をこの樹脂のガラス転移温度のかなり上の温度に加熱することが典型的に必要である。このテンプレートをこの流動可能樹脂に押付け、十分な圧力を加えてこの樹脂がこのテンプレートに形成した全てのパターン形態に流れ込むことを保証する。次にテンプレートをその場に置いてこの樹脂をそのガラス転移温度未満に冷却し、するとこの樹脂が所望のパターンを不可逆的に採用する。このパターンは、この樹脂の残留層からのレリーフでの形態から成り、次にこの残留層を適当なエッチングプロセスによって除去してパターン形態だけを残してもよい。

10

20

30

40

50

#### 【0021】

固化した樹脂からテンプレートを除去すると、図2(a)ないし(c)に示すように2段のエッチングプロセスを典型的に実施する。基板20は、図2(a)に示すように、直ぐその上に平坦化および転写層21を有する。この平坦化および転写層の目的は、二つある。それは、表面をテンプレートの表面と実質的に平行にするように作用し、それは、テンプレートとこの樹脂の間の接触が平行であることを保証するために重要であり、および、以下に説明するように、プリントした形態のアスペクト比を改善するようにも作用する。

#### 【0022】

テンプレートを除去してから、固化した樹脂の残留層22が平坦化および転写層21の上に残してあり、所望のパターンに具体化してある。この最初のエッチングは、等方性で残留層22の部分除去し、形態のアスペクト比(L1/D)が悪くなり、但し、L1は、図2(b)に示すように、形態23の高さである。第2エッチングは、異方性（または選択性）であり、このアスペクト比を改善する。この異方性エッチングは、平坦化および転写層21の固化した樹脂によって覆われない部分を除去し、図2(c)に示すように、形態23のアスペクト比を(L2/D)に増す。エッチング後に基板上に残るポリマー厚さ差異結果は、印写したポリマーが、例えば、リフトオフ・プロセスの1工程として十分耐性があれば、例えば、乾式エッチング用のマスクとして使うことができる。

#### 【0023】

ホット印写リソグラフィは、パターン転写を高温で実施しなければならないだけでなく、テンプレートを除去する前に樹脂が適切に固化することを保証するために、比較的大きな温度差が必要かも知れないという欠点がある。35°Cと100°Cの間の温度差が文献から知られている。すると例えば、基板とテンプレートの間の熱膨張差が転写したパターンの歪みに繋がるかも知れない。この問題は、この印写可能材料の粘性の性質のために、基板に機械的変形を持ち込み、再びこのパターンを歪めることがある、印写工程に使う比較的高い圧力によって悪化する。

#### 【0024】

他方、UV印写リソグラフィは、そのような高温および温度変化を伴わず、そのような粘性の印写可能材料も必要ない。そうではなくて、UV印写リソグラフィは、透明なテンプレートおよび、UV硬化性の液体、典型的には、アクリレートまたはメタクリレートのようなモノマーの使用を伴う。一般的に、モノマーと重合開始剤の混合物のような、あらゆる光重合可能材料を使うことができよう。この硬化性液体も、例えば、ジメチルシロキサン誘導体を含んでもよい。そのような材料は、ホット印写リソグラフィで使う熱硬化性および熱可塑性樹脂より遥かに粘性が少なく、従って遥かに速く動いてテンプレートパターン形態を埋める。低温および低圧作業も高スループット性能を支援する。

#### 【0025】

UV印写リソグラフィプロセスの例を図1cに示す。石英テンプレート16を図1bの

プロセスに類似する方法でUV硬化性樹脂17に当てる。熱硬化性樹脂を使うホットエンボッシングのような温度上昇または熱可塑性樹脂を使うときの温度サイクルの代りに、この樹脂を重合してそれを硬化するために、この石英テンプレートを通してこの樹脂にUV光を当てる。テンプレートを除去すると、レジストの残留層をエッチングする残りの工程は、上で説明したホットエンボッシング用と同じである。典型的に使うUV硬化性樹脂は、低印写圧力を使うように、粘性が典型的熱可塑性樹脂より遥かに低い。この低圧のために減少した物理的変形が、高温および温度変化による減少した変形と共に、UV印写リソグラフィを高重ね合せ精度を要する用途により適するようにする。その上、UV印写テンプレートの透明の性質が光学整列技術をこの印写に同時に適応させることができる。

#### 【0026】

この種の印写リソグラフィは、主としてUV硬化性材料を使い、それで包括的にUV印写リソグラフィと呼ばれるが、適当に選択した材料を硬化する（例えば、重合または交差結合反応を起動する）ために、他の波長の放射線を使ってもよい。一般的に、適当な印写可能材料が利用できれば、そのような化学反応を開始できるどのような放射線を使ってもよい。代替“起動光”は、例えば、可視光、赤外線、放射X線および電子ビーム放射線を含んでもよい。上の、および下の一般的説明で、UV印写リソグラフィを参照し且つUV光を使うことは、これらやその他の起動光の可能性を排除することを意図しない。

#### 【0027】

基板表面と実質的に平行に維持する平面テンプレートを使う印写システムの代案として、ローラ印写システムを開発した。テンプレートをローラ上に作るがその他の点では印写プロセスが平面テンプレートを使う印写に非常に似ている、ホットとUVの両方のローラ印写システムを提案した。文脈が別の要求をするのでなければ、印写テンプレートの参照は、ローラテンプレートの参照を含む。

#### 【0028】

ステップアンドフラッシュ印写リソグラフィ(SFIL)として知られる、特別に開発したUV印写技術があり、それは、従来、例えば、IC製造に使った光学ステップと類似の方法で基板を小刻みにパターン化するために使ってもよい。これは、テンプレートをUV硬化性樹脂に印写することによって一時に基板の小面積をプリントし、このテンプレートの下に樹脂を硬化するためにこのテンプレートを通してUV光を‘ぱっと当て’、このテンプレートを除去し、この基板の隣接する領域へ歩進しおよびこの作業を繰返すことを伴う。そのようなステップアンドリピート・プロセスの小さい照射範囲がパターン歪み(CD変動)を最小化し、それでSFILがICおよびその他の高重ね合せ精度を要するデバイスの製造に特に適するようになる。

#### 【0029】

原理上はこのUV硬化性樹脂を、例えばスピンコーティングによって、基板表面全体に塗布できるが、これはUV硬化性樹脂の性質が揮発性であるために問題がある。

#### 【0030】

この問題に取り組む一つのアプローチは、所謂‘ドロップオンデマンド’プロセスで、それは、樹脂をテンプレートで印写する直前に基板の目標部分上に液滴で分配する。この液体分配は、或る量の液体が基板の特定の目標部分上に付着するように制御する。この液体は、多種多様なパターンで分配してもよく、液量の注意深い制御とパターン配置の組合せを使って目標領域へのパターンングに限定することができる。

#### 【0031】

上述のように樹脂をオンデマンドで分配することは、瑣末なことではない。液滴の大きさおよび間隔を注意深く制御して、テンプレート形態を満たすに十分な樹脂があることを保証し、一方同時に、近隣の液滴が流体に触れると直ぐ樹脂が流れるところが無くなるので、望ましくない厚さまたは不均一な残留層に圧延できる過剰な樹脂を最少にする。過度に厚くまたは不均一な残留層に関する問題は、以下で議論する。

#### 【0032】

図3は、テンプレート、印写可能材料(硬化性のモノマー、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹

10

20

30

40

50

脂等)および基板の相対寸法を示す。硬化性樹脂層の厚さ $t$ に対する基板の幅 $D$ の比は、 $10^{-6}$ のオーダーである。テンプレートから投影する形態が基板を損傷するのを避けるために、寸法 $t$ は、テンプレート上の投影する形態の深さより大きくあるべきことが分るだろう。

#### 【0033】

スタンピングの後に残った残留層は、下にある基板を保護する際に有用であるが、上に述べたように、それは、特に高解像度および/または重ね合せ精度が望ましいとき、多くの問題の原因でもある。最初の‘画期的’エッチングは、等方性(非選択的)であり、それで残留層は勿論、印写した形態を或る程度浸蝕する。これは、残留層が過度に厚くおよび/または不均一であれば、悪化する。

10

#### 【0034】

この問題は、例えば、下にある基板に結局できるラインの太さの変動(即ち、限界寸法の変動)に繋がることがある。第2の異方性エッチングで転写層にエッチングするラインの太さの均一性は、このアスペクト比および樹脂に残された形態の形状の完全性に依存する。残留樹脂層が不均一であれば、この非選択的の第1エッチングは、これらの形態の幾つかの頂上の“角を取って”残すことがあり、それでそれらは第2およびその後のエッチングプロセスでライン太さの良い均一性を保証するために輪郭が十分はっきりはしていない。

#### 【0035】

原理上、上記の問題は、残留層が出来るだけ薄いことを保証することによって減少できるが、これは、望ましくなく大きい圧力(基板変形を増大する)と比較的長い印写時間(スループットを減らす)を掛ける必要が有り得る。

20

#### 【0036】

テンプレートは、印写リソグラフィシステムの重要な部品である。上に記したように、テンプレート表面上の形態の解像度は、基板上にプリントした形態の達成できる解像度の制限要因である。ホットおよびUVリソグラフィに使うテンプレートは、一般的に2段階プロセスで作る。最初に、レジストに高解像度パターンを与えるために、例えば、電子ビーム書込みを使って所望のパターンを書込む。次にこのレジストパターンをクロムの薄い層に転写し、それがこのパターンをテンプレートの基材へ転写するための最終、異方性エッチング工程用のマスクを形成する。例えばイオンビームリソグラフィ、X線リソグラフィ、超紫外線リソグラフィ、エピタキシャル成長、薄膜蒸着、化学エッチング、プラズマエッチング、イオンエッチングまたはイオンミリングのような他の技術を使うことができる。一般的に、このテンプレートが、このテンプレート上のパターンの解像度によって制限される転写したパターンの解像度を有する、事実上1xマスクであるので、非常に高解像度が可能な技術が好ましい。

30

#### 【0037】

このテンプレートの剥離特性も重要な考慮事項である。このテンプレートは、テンプレート上に表面エネルギーの低い薄い剥離層を作るために、例えば、表面処理材で処理してもよい(薄い剥離層を基板上にも被着してよい)。

#### 【0038】

以上ではUV硬化性の液体を基板上に付着することを参照するが、この液体をテンプレート上にも付着させることができ、同じ技術および考慮事項が当てはまる。

40

#### 【0039】

印写リソグラフィの開発でのもう一つの考慮事項は、テンプレートの機械的耐久性である。このテンプレートは、レジストのスタンピング中に大きい力を受け、およびホットリソグラフィの場合は、極端な圧力と温度も受ける。これは、テンプレートの摩耗を生じ、基板に印写したパターンの形状に悪影響するかも知れない。

#### 【0040】

ホット印写リソグラフィでは、テンプレートと基板の間の熱膨張差を減少するために、パターンを付けるべき基板と同じまたは類似の材料のテンプレートを使うことに潜在的利

50

点がある。UV印写リソグラフィでは、テンプレートが活性化光に少なくとも部分的に透明であり、従って石英テンプレートを使う。この本文では、ICの製造で印写リソグラフィを使用することを具体的に参照するかも知れないが、説明する印写装置および方法は、集積光学システム、磁区メモリ用誘導検出パターン、ハードディスク磁気媒体、フラットパネルディスプレイ、薄膜磁気ヘッド等の製造のような、他の用途があるかも知れないことを理解すべきである。

#### 【0041】

上の説明ではテンプレートパターンをレジストとして効果的に作用する印写可能樹脂を介して基板に転写するために印写リソグラフィを使うことを特に参照したが、ある状況ではこの印写可能材料それ自体が、例えば、導電性、光学的線形または非線形応答等のような、機能性を有する機能性材料でもよい。例えば、この機能性材料は、導電層、半導電層、誘電体層または他の望ましい機械的、電氣的若しくは光学的性質を有する層を形成してもよい。ある有機基板も適当な機能性材料であるかも知れない。そのような用途は、この発明の実施例の範囲内にあるかも知れない。

10

#### 【0042】

図4は、一実施例による印写リソグラフィ装置を概略的に示す。図4を参照すると、テンプレートホルダ31によって保持する印写テンプレート30が基板ホルダ33によって保持する基板32の上に位置する。印写可能媒体34の層がこの基板32の最上面の上に設けてある。印写テンプレート30の最下面は、印写可能媒体34に印写するためのパターン(凹凸状として概略的に示す)を備える。金属35の層が印写テンプレート30上のこのパターンの上に設けてある。この金属は、例えば、ニッケルまたはクロムでもよいが、他の金属を使ってもよい。典型的にこの金属層35は、ナノメートル厚さの数十倍ないし数百倍の間にあるだろう。印写可能媒体34の層は、典型的には二、三百ナノメートル厚さであろう。ある場合には、この印写可能媒体34の層は、例えば単一層だけを基板32上に印写すべきであり且つこの印写可能媒体が機能性材料であるならば、これよりかなり厚いかも知れない。

20

#### 【0043】

光源36がテンプレートホルダ31の上に位置する。この光源は、高エネルギーパルスビームを提供するように構成してあり、且つ、例えば、Nd:YAGレーザでもよい。印写テンプレート30とテンプレートホルダ31の両方は、この線源36が提供する照明の波長に実質的に透明な材料で作ってある。例えば、線源36が約1064nm(赤外)の光を出すNd:YAGレーザである場合、印写テンプレート30とテンプレートホルダ31を石英で作ってもよい。

30

#### 【0044】

本発明の実施例の使い方を図4bないし4eに概略的に示す。最初に図4bを参照して、印写テンプレート30を、この印写テンプレート上に設けたパターンの最下位置が印写可能媒体34と接触するまで下げる。次に、光源36が光のビーム37を出し、それがテンプレートホルダ31および印写テンプレート30を通過して、金属層35に入射する。この金属層35は、光のビーム37を吸収し、急速に熱くなる。これは、二・三マイクロ秒中に起るかも知れない。印写可能媒体34と接触している金属層35の部分がこの印写可能媒体に熱を伝達し、従ってそれが加熱する。光のビーム37は、印写可能媒体34と接触している金属層35の部分全てがこのビームによって照射されることを保証するに十分広い。印写可能媒体34は、そのガラス転移温度以上の温度まで、急速に加熱する。一旦これが起ると、印写可能媒体34は、流体状態になる。代替または付加的装置では、光のビーム37が、金属層35が印写可能媒体34と接触するようになる前にそれにも入射する。このアプローチの欠点は、それが金属層35を必要以上に加熱するかも知れないことである。

40

#### 【0045】

図4cを参照して、一旦印写可能媒体34をガラス転移温度以上に加熱すると、印写テンプレート30をこの印写可能媒体の中へ押下げる。印写可能媒体34は、テンプレート

50

30の最下面のパターンへ流れ込む。これは、印写可能媒体34が流体状態にあるので、迅速且つ容易に起る。代替アプローチでは、印写可能媒体34を完全に加熱する前に印写テンプレート30をこの印写可能媒体の中へ押下げてよく（例えば、この印写テンプレートに連続力を掛けて）、この印写テンプレートは、印写可能媒体がガラス転移温度を超えると直ぐこの印写可能媒体（このパターンに流れ込む）の中へ入り込むという効果を得る。これは、金属層35と印写可能媒体34の間の接触面積が増すので、金属層35から印写可能媒体34へより効率的熱伝達をもたらすかも知れないという利点を有する。

【0046】

図4dを参照して、印写テンプレート30が然るべき位置に留まる間に、光源36を消す（またはこの光源からの出力を阻止する）。印写テンプレート30上の金属層35、および印写可能媒体34が急速に冷却する。この印写可能媒体34の温度がガラス転移温度未満に下がり、それでそれが固体形の戻り、もう印写テンプレート30の下へ自由に流れられない。次に印写テンプレート30を、図4eに示すように、印写可能媒体34から離して上方に上げる。この印写可能媒体34は、印写テンプレート30が印写したパターンを保持する。

10

【0047】

この光源36を消す（または阻止する）瞬間は、試行錯誤で、またはこの印写プロセスの進捗をモニタして決めてもよい。一例では、印写可能媒体34が印写テンプレート30のパターンの中へ完全に流れ込んでから、この光源36を消し（または阻止し）てもよい。別の例では、印写可能媒体34が光源36を消し（または阻止し）てからしばらくの間流体状態に留まる（それが十分熱いなら）かも知れないので、光源36をその点の前に消し（または阻止し）てもよい。

20

【0048】

本発明のこの実施例の利点は、金属層35が光ビーム37を効率的に吸収し、それで非常に急速に加熱することである。米国特許出願公報US2004/0046288は、基板上に設けた印写可能媒体を加熱するためにレーザを使う印写方法を開示する。この構成は、印写可能媒体がレーザ放射線の効率的吸収体ではなく、従ってエネルギーを吸収してガラス転移温度まで加熱するためには遅いかも知れないという欠点をもつ。本発明に実施例は、ビーム37を金属層35によって効率的に吸収し、この金属層からの熱を印写可能媒体34へ効率的に伝達するので、より効率的であり、従って迅速である。

30

【0049】

本発明の実施例の更なる利点は、エネルギーを基板32の中へ入れるのではなく、印写可能媒体34へ効率的に伝達することである。米国特許出願公報US2004/0046288では、照射ビームを印写可能媒体が効率的に吸収しないので、この照射ビームからのエネルギーの大部分が基板に入り、この基板を加熱する。これは、基板の局部加熱を生じ、次にそれが基板を歪めるかもしれないので望ましくない。この発明の実施例は、熱を照射ビーム37から金属層35へ効率的に伝達し、および熱をこの金属層35から印写可能媒体34へ効率的に伝達する。それで、熱を照射ビーム37から、基板32へ入れるのではなく、金属層35へ効率的に伝達する。

【0050】

本発明の実施例のもう一つの利点は、金属層35内の熱伝達が非常に速い（即ち、熱が金属層の高温領域から低温領域へ迅速に伝達する）ことである。これは、金属層35を加熱するために使うビーム37内のあらゆる不均一性がこの金属層内で平均化されることを意味する。金属層35上の全ての点を実質的に同じ温度を有し、それで実質的に同じ速度で印写可能媒体34を加熱する。これは、レーザビームからの熱を直接印写可能媒体に伝える、米国特許出願公報US2004/0046288に開示してある構成に比べて有利である。この構成では、レーザビームに於けるあらゆる不均一性（または基板上に既にある層の構造体の不均一性）が印写可能媒体を異なる場所で異なる速度で加熱させる。これは、今度は、印写可能媒体の異なる領域が異なる時間にガラス転移温度に達し、これが印写可能媒体の中への印写テンプレートの非最適印写に繋がることを意味する。

40

50

## 【 0 0 5 1 】

本発明の実施例は、Nd : YAGレーザである光源36を有するとして説明したが、他のレーザを使ってもよいことが分るだろう。例えば、可視波長スペクトルまたは紫外波長スペクトルの光を発生するレーザを使ってもよい。この線源がレーザであることが本質的ではなく、任意の他の適当な線源を使ってもよい。この発明の実施例は、石英印写テンプレート30およびテンプレートホルダ31を有するとして説明したが、この印写テンプレートおよびテンプレートホルダは、他の適当な材料、例えば、シリコンから作ってもよいことが分るだろう。この材料は、光源36が出す波長に透明であるように選択する。

## 【 0 0 5 2 】

光源36は、レーザからのビームが印写テンプレート30上に設けたパターン全体を照射するために十分大きいようにそれを拡大するように配置したビーム拡大器(図示せず)を含んでもよい。

10

## 【 0 0 5 3 】

本発明の実施例は、任意の有用な構造体、例えば、集積回路、マイクロ電気機械装置等を作るために使ってもよい。この発明の実施例は、データ記憶のために使うべきハードディスク上の予備構造体を作るために使ってもよい。予備構造体は、ハードディスクがデータを効率的に記憶することを保証するために使い、このハードディスクのアルミニウムベースとこのハードディスクの上面に設けた磁性材料の間に位置する作業層に設けた非常に小さな構造体を含む。これらの非常に小さな構造体は、この発明の実施例を使って効率的に作ってもよい。同様に、この発明の実施例は、ハードディスク上にトラックを設けるために使ってもよい。

20

## 【 0 0 5 4 】

金属層35は、例えば、電気めっきを使ってテンプレート30上に被着してもよい。この発明の実施例は、ニッケル、クロムまたはアルミニウムで作った金属層35を有するように説明するが、何か他の適当な材料を使ってもよい。金属は、一般的に高温で熔けず、且つ印写テンプレート30上に都合よく被着できるので、他の化合物の代りに設ける。金属は、照射ビームを使って迅速且つ効率的に加熱できるという利点も有する。熱吸収材料の何か他の適当な層を金属の代りに使うことができる。例えば、誘電体材料を使うことができる。この誘電体は、エネルギーの効率的吸収体であるべきである。

## 【 0 0 5 5 】

本発明の実施例の説明は、熱可塑性である印写可能媒体に関する。この発明の実施例は、その代りに熱硬化性である印写可能媒体と共に使ってもよい。熱硬化性印写可能媒体を使う場合、ビーム37は、印写テンプレート30が印写位置にあるとき(例えば、図4cに示すように)、印写可能媒体34の温度を上げるために使用する。印写可能媒体34の温度上昇は、それを硬化させ、それでこの印写テンプレート30によって印写したパターンがこの印写テンプレートを除去した後に残る。

30

## 【 0 0 5 6 】

本発明の特定の実施例を上にも説明したが、本発明を説明したのと別の方法で実施してもよいことが分るだろう。この説明は、本発明を限定することを意図しない。

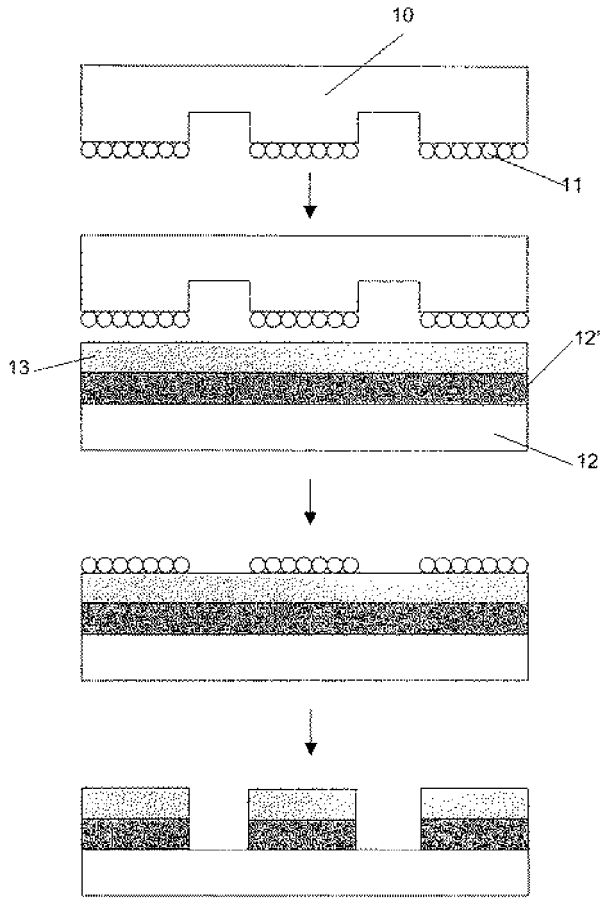
## 【 符号の説明 】

40

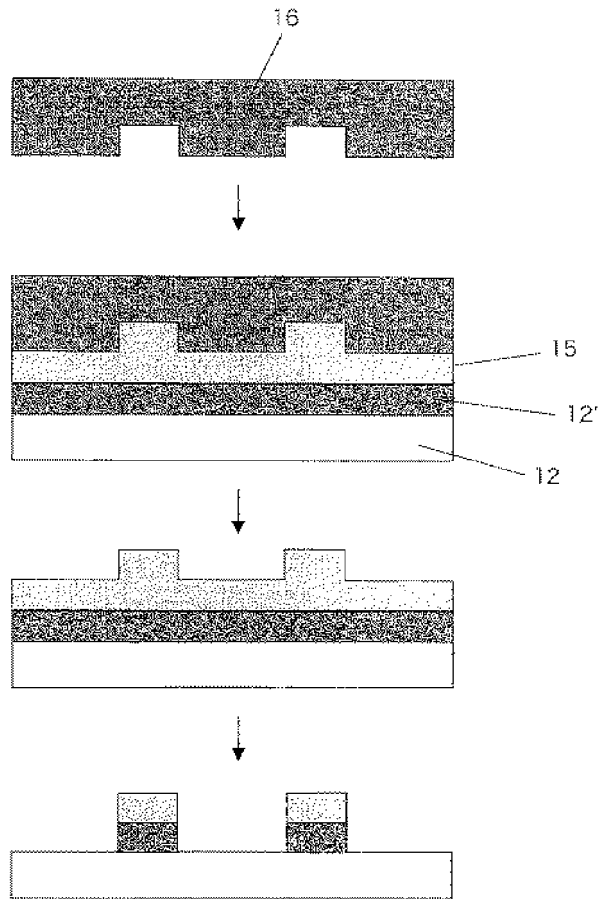
## 【 0 0 5 7 】

- 30 印写テンプレート
- 31 テンプレートホルダ
- 32 基板
- 33 基板テーブル
- 34 印写可能媒体
- 35 熱吸収材料、金属
- 36 放射線源
- 37 放射線

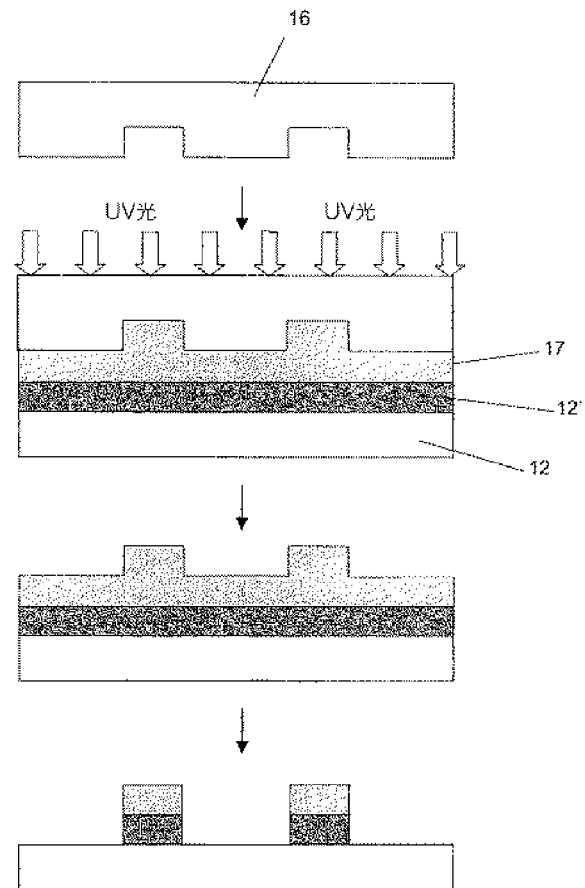
【図 1 a】



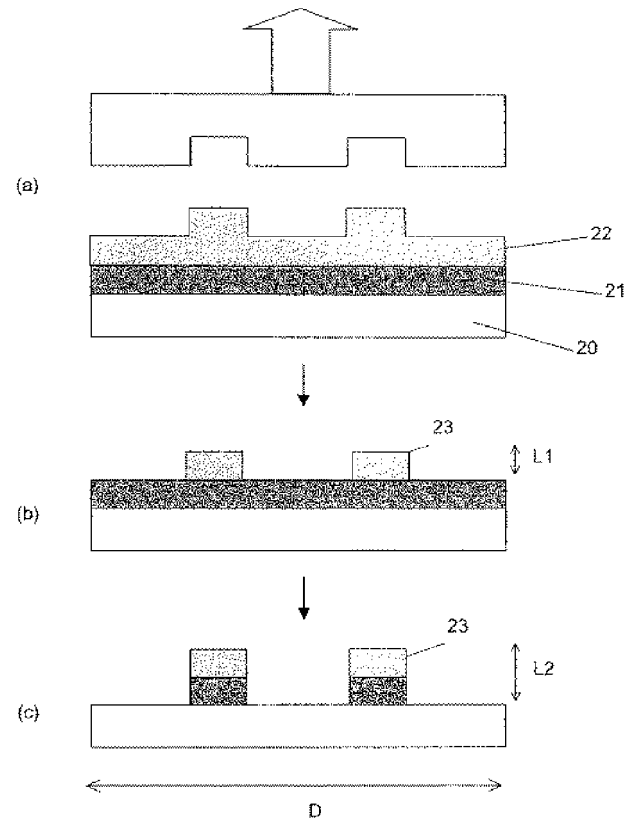
【図 1 b】



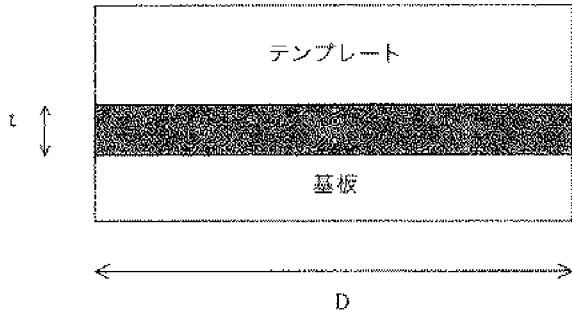
【図 1 c】



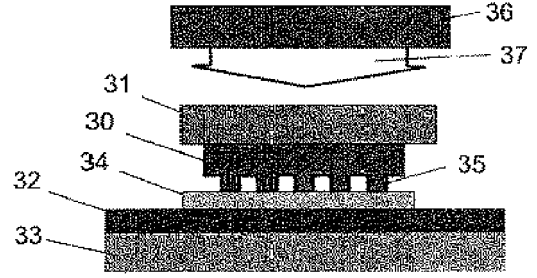
【図 2】



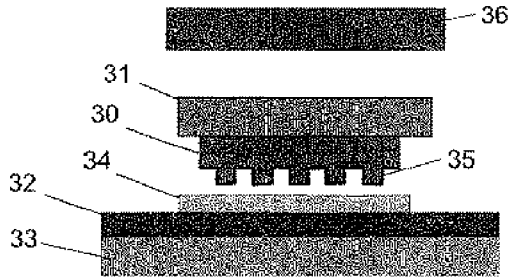
【図 3】



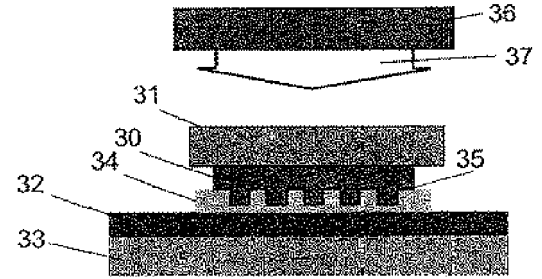
【図 4 b】



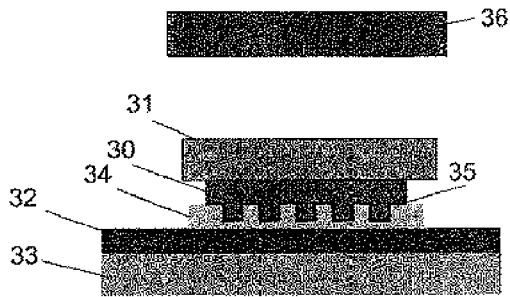
【図 4 a】



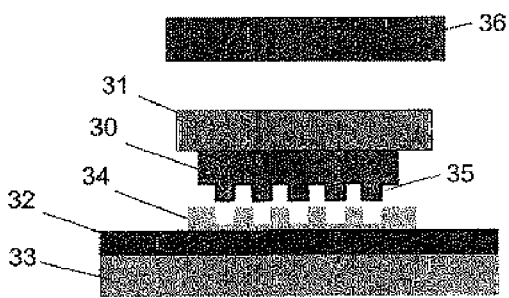
【図 4 c】



【図 4 d】



【図 4 e】



【手続補正書】

【提出日】平成24年1月6日(2012.1.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

印写リソグラフィの方法であって、

テンプレートホルダ上に配置された印写テンプレートであって、パターンを付けた表面上に放射線を吸収する熱吸収材料の層が設けられた印写テンプレートを印写可能媒体と接触させる工程と、

前記テンプレートホルダおよび前記印写テンプレートを透過させて前記熱吸収材料の層に放射線を照射する工程と、

前記放射線により前記熱吸収材料の層が加熱され前記印写可能媒体の温度がガラス転移温度以上となった後に前記印写テンプレートを当該印写可能媒体の中へ押込む工程と、

前記放射線の照射を停止させ前記印写可能媒体の温度がガラス転移温度未満となった後に前記印写テンプレートを前記印写可能媒体から剥離する工程と、  
を含み、

前記テンプレートホルダおよび前記印写テンプレートは、前記放射線の波長の光に対して透過性を有する、  
方法。

【請求項2】

前記熱吸収材料が金属である、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記金属がニッケル、クロムまたはアルミニウムを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記熱吸収材料が誘電体材料である、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記熱吸収材料の層が厚さ10nm以上である、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記熱吸収材料の層が厚さ100nm以上である、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

前記熱吸収材料の層が厚さ1μm未満である、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

前記印写テンプレートを前記印写可能媒体に押付ける前に、前記熱吸収材料の層を前記放射線で照射する工程をさらに含む、請求項1に記載の方法。

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4F202 AA36 AG05 AH33 AH73 AJ02 AJ06 AJ09 AK03 AK04 AR12  
CA19 CB01 CB29 CD22 CN01 CN24 CN30  
4F209 AF01 AG05 AH33 AH73 AJ02 AJ06 AK03 PA02 PA15 PB01  
PC01 PC05 PN03 PN04 PN06 PN20 PQ11 PQ12 PQ20  
5F146 AA31 AA32