

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5883621号
(P5883621)

(45) 発行日 平成28年3月15日(2016.3.15)

(24) 登録日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 5/84 (2006.01)
H 01 L 21/027 (2006.01)
B 29 C 59/02 (2006.01)G 11 B 5/84
H 01 L 21/30 502 D
B 29 C 59/02 Z

Z

請求項の数 19 外国語出願 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2011-252733 (P2011-252733)
 (22) 出願日 平成23年11月18日 (2011.11.18)
 (65) 公開番号 特開2012-142065 (P2012-142065A)
 (43) 公開日 平成24年7月26日 (2012.7.26)
 審査請求日 平成26年10月28日 (2014.10.28)
 (31) 優先権主張番号 12/957,196
 (32) 優先日 平成22年11月30日 (2010.11.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500373758
 シーゲイト テクノロジー エルエルシー
 アメリカ合衆国、95014 カリフォルニア州、クパチーノ、サウス・ディ・アンザ・ブールバード、10200
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 シャオ・シャイガン
 アメリカ合衆国、94538 カリフォルニア州、フレモント、ギャローデット・ドライブ、39469、ナンバー・112

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】インプリントで誘導されるブロック共重合体のパターン化のためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上のレジストをインプリントモールドでインプリントして、得られたインプリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するステップと、

前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体(「B C P」)材料を堆積させるステップとを含み、前記 B C P 材料は、前記得られたインプリントされたレジスト上の地形的な表面パターンに相関して、前記地形的な表面パターンの複数の凹領域の間の前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分を覆い、さらに、

堆積された B C P 材料をアニールして、アニールされた B C P を形成するステップと、

前記アニールされた B C P の少なくとも一部分を除去するステップとを含み、離散領域を有する、基板上のパターンを形成することが可能であり、

前記地形的な表面パターンは、第1の高さを有する第1の領域と、前記第1の高さとは異なる第2の高さを有する第2の領域とを備え、

前記アニールされた B C P は、前記第1の領域の上の第1のブロックと、前記第2の領域の上の第2のブロックとを含み、前記アニールされた B C P は、地形的に平らである、方法。

【請求項 2】

前記 B C P 材料を堆積させる前に化学的な表面パターンを形成するように、前記得られたインプリントされたレジストを処理するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法

10

20

。

【請求項 3】

前記処理するステップは、前記得られたインプリントされたレジストを酸素プラズマに露出させることを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 B C P 材料を堆積させる前に、前記得られたインプリントされたパターンを直接基板上に転写するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

インプリントするステップは、UV インプリント、熱インプリント、およびインキ盛りインプリントからなるプロセスのグループから選択されるインプリントプロセスを適用することを含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。 10

【請求項 6】

前記堆積させるステップは、層状のブロック共重合体、円筒状のブロック共重合体、および球状のブロック共重合体からなる B C P 材料のグループから選択される B C P 材料を堆積させることを含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

前記 B C P 材料は、ポリスチレン - ブロック - ポリメチルメタクリレート (P S - b - P M M A)、ポリスチレン - ブロック - ポリ 2 - ビニルピリジン、ポリスチレン - ブロック - ポリ 4 - ビニルピリジン、ポリスチレン - ブロック - ポリエチレンオキシド、ポリスチレン - ブロック - ポリイソブレン、ポリスチレン - ブロック - ブタジエン、およびそれらの混合物からなる B C P 材料のグループから選択される、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。 20

【請求項 8】

前記 B C P 材料は、ポリスチレン - ブロック - ポリジメチルシロキサン (P S - b - P D M S)、ポリスチレン - ブロック - ポリフェロセニルシラン、およびそれらの混合物からなる B C P 材料のグループから選択される、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。 30

【請求項 9】

前記アニールするステップは、熱アニールまたは溶媒アニールを含む、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方法。 30

【請求項 10】

前記除去するステップは、レジストを、UV 照射および少なくとも 1 つの酸に露出させること、または、少なくとも 1 つの溶媒に露出させることを含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

前記除去するステップは、レジストを酸素プラズマに露出させることを含む、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記アニールされた B C P の少なくとも一部分を除去するステップにおいて形成されたパターンは、5 ~ 1 0 0 nm の特徴ピッチを有する、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の方法。 40

【請求項 13】

前記アニールされた B C P の少なくとも一部分を除去するステップにおいて形成されたパターンは、長範囲の横方向に配列された一次元または二次元アレイを有する、請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 14】

基板上のレジストをインプリントモールドでインプリントして、得られたインプリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するステップと、

前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体 (「 B C P 」) 材料を堆積させるステップとを含み、前記 B C P 材料は、前記得られたイン 50

プリントされたレジスト上の地形的な表面パターンに相関して、前記地形的な表面パターンの複数の凹領域の間の前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分を覆い、さらに、

堆積されたB C P材料をアニールして、アニールされたB C Pを形成するステップと、前記アニールされたB C Pの少なくとも一部分を除去するステップとを含み、離散領域を有するテンプレートを形成することが可能であり、

前記テンプレートを使用して基板上のレジストをパターン化し、前記基板上にパターンを形成し、

前記地形的な表面パターンは、第1の高さを有する第1の領域と、前記第1の高さとは異なる第2の高さを有する第2の領域とを備え、

前記アニールされたB C Pは、前記第1の領域の上の第1のブロックと、前記第2の領域の上の第2のブロックとを含み、前記アニールされたB C Pは、地形的に平らである、方法。

【請求項15】

前記アニールされたB C Pの少なくとも一部分を除去するステップにおいて形成されたパターンは、5～100nmの特徴ピッチを有する、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

基板上のレジストをインプリントモールドでインプリントして、得られたインプリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するステップと、

前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体(「B C P」)材料を堆積させるステップとを含み、前記B C P材料は、前記得られたインプリントされたレジスト上の地形的な表面パターンに相関して、前記地形的な表面パターンの複数の凹領域の間の前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分を覆い、さらに、

堆積されたB C P材料をアニールして、アニールされたB C Pを形成するステップと、前記アニールされたB C Pの少なくとも一部分を除去するステップとを含み、離散領域を有するテンプレートを形成することが可能であり、さらに、

前記テンプレートをマスクとして使用するステップを含み、

前記地形的な表面パターンは、第1の高さを有する第1の領域と、前記第1の高さとは異なる第2の高さを有する第2の領域とを備え、

前記アニールされたB C Pは、前記第1の領域の上の第1のブロックと、前記第2の領域の上の第2のブロックとを含み、前記アニールされたB C Pは、地形的に平らである、方法。

【請求項17】

前記アニールされたB C Pの少なくとも一部分を除去するステップにおいて形成されたパターンは、5～100nmの特徴ピッチを有する、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

基板上のレジストをインプリントして、得られたインプリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するためのインプリントモールドと、

前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体(「B C P」)材料を堆積させるための堆積装置とを備え、前記B C P材料は、前記得られたインプリントされたレジスト上の地形的な表面パターンに相関して、前記地形的な表面パターンの複数の凹領域の間の前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分を覆い、さらに、

堆積されたB C P材料をアニールして、アニールされたB C Pを形成するためのアニール装置と、

前記アニールされたB C Pの少なくとも一部分を除去するためのB C P除去装置とを備え、5～100nmの特徴ピッチを有する離散領域を有するテンプレートを形成することが可能であり、

前記地形的な表面パターンは、第1の高さを有する第1の領域と、前記第1の高さとは

10

20

30

40

50

異なる第2の高さを有する第2の領域とを備え、

前記アニールされたB C Pは、前記第1の領域の上の第1のブロックと、前記第2の領域の上の第2のブロックとを含み、前記アニールされたB C Pは、地形的に平らである、システム。

【請求項19】

基板上のレジストをインプリントして、得られたインプリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するための手段と、

前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体(「B C P」)材料を堆積させるための手段とを備え、前記B C P材料は、前記得られたインプリントされたレジスト上の地形的な表面パターンに相関して、前記地形的な表面パターンの複数の凹領域の間の前記得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分を覆い、さらに、

堆積されたB C P材料をアニールして、アニールされたB C Pを形成するための手段と、

前記アニールされたB C Pの少なくとも一部分を除去するための手段とを備え、5~100nmの特徴ピッチを有する離散領域を有するテンプレートを形成することが可能であり、

前記地形的な表面パターンは、第1の高さを有する第1の領域と、前記第1の高さとは異なる第2の高さを有する第2の領域とを備え、

前記アニールされたB C Pは、前記第1の領域の上の第1のブロックと、前記第2の領域の上の第2のブロックとを含み、前記アニールされたB C Pは、地形的に平らである、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の詳細な説明

分野

本開示は概して、パターンド媒体に関し、具体的には、ビットパターンド媒体のナノインプリントリソグラフィ(「NIL」)パターン化へのブロック共重合体の使用に関する。本開示は、インプリントで誘導されるブロック共重合体のナノパターン化のためのシステムおよび方法にも関する。

【背景技術】

【0002】

背景

ビットパターンド媒体(「BPM」)は、その高い記憶容量から記憶装置業界で使用される。BPMの記憶容量は、磁気島の密度または媒体基板表面上の「ビット」に依存する。

【0003】

高密度のパターンド媒体を実現するための現在のプロセスは、インプリントモールド製造、ナノインプリント、および磁気ドットへのパターン転写のための電子ビーム(e-beam)描画技術を含む。「トップダウン」型電子ビームリソグラフィと、ブロック共重合体のような「ボトムアップ」型自己組織化材料とを組み合わせた方向付けられた自己組織化が、インプリントモールド製造のための超高密度のナノパターンを生成するための拡張可能な技術として受け入れられてきた。この手法では、従来は、化学的にまたは地形的に表面をパターン化するために電子ビームリソグラフィが使用される。

【0004】

本開示の実施例は、添付図面の図において、例として、限定することなく例示され、同様の符号は同様の要素を示す。

【図面の簡単な説明】

【0005】

10

20

30

40

50

【図1】電子ビームリソグラフィ製造されたプリバターンを使用したブロック共重合体のナノパターン化を例示するSEM画像である。

【図2】一実施例にかかる流れ図である。

【図3】一実施例にかかる流れ図である。

【図4】一実施例にかかる流れ図である。

【図5】一実施例にかかる流れ図である。

【図6】一実施例にかかる流れ図である。

【図7】一実施例にかかる流れ図である。

【図8】一実施例にかかるSEM画像である。

【図9】一実施例にかかるSEM画像である。

【図10】一実施例にかかるSEM画像である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

詳細な説明

ここに開示されるのは、BCPの誘導された成長をBPM製造プロセスに組み込むためのシステムおよびプロセスである。具体的には、ここに記載されるプロセスは、電子ビームリソグラフィによって基板上に形成されたプリバターンなしに、媒体基板上にナノパターンを形成するためにBCPがどのように使用され得るかを例示する。本開示は、電子ビームリソグラフィによって作製されたプリバターンの製造以外のプロセスについて記載する。基板上での電子ビームリソグラフィは、最終的にブロック共重合体(BCP)高密度構造の成長の長範囲の配列および品質に影響を及ぼすプリバターンに汚染欠陥を導入し得る。図1は、電子ビームリソグラフィを使用して基板上に形成された密度がより低いプリバターンから開始して生成された高密度BCPパターンの走査電子顕微鏡画像である。高密度パターンの均一な周期性は、基板全体にわたっては維持されない。

【0007】

その代わり、BCP構造の成長を誘導するためにインプリント技術が使用される。その結果、本開示の実施例は、電子ビームリソグラフィ技術に関連付けられたパターン欠陥および潜在的な化学的毒性を回避し得る。当業者は、円筒状、層状、または球状のBCPなどの異なるBCPが使用され得ると認識するであろう。一実施例では、BCPは有機成分、無機成分、または有機成分および無機成分の組合せを有し得る。BCPの選択は、以下にさらに記載されるBCP構成単位の寸法、分子量、または他の特徴に基づき得る。特定的なBCPが特定の用途に選択されるが、ここに開示されるプロセスは一般化されたプロセスである。他の変形例が以下でさらに議論され、図に例示される。

【0008】

図2～図7は、本開示の様々な実施例に向けられる。しかし当業者は、本開示から逸脱することなく他の実施例が可能であり、かつ図2～図7に描かれるプロセスは本開示をいずれか1つのプロセスまたは実施例に限定するとは意図されないと認識するであろう。当業者は、図2～図7はBPM製造プロセスの一部分を例示しているにすぎず、図2～図7に示され上記したプロセスの前または後に他のプロセスが含まれ得ると認識するであろう。たとえば、図2～図7は、製造のために後のプロセスで使用されるBPMテンプレートを生成するためのプロセスの実施例を例示する。代替的にまたは追加的に、図2～図7は、BCPを使用してBPM基板を直接パターン化するためのプロセスの実施例を例示する。

【0009】

以下の例において、BCPは、少なくとも2つの構成単位、構造単位、または「ブロック」で構成され、ここでは「ブロックA」および「ブロックB」もしくは「Aブロック」および「Bブロック」と称される。以下の例は、Aブロックの除去について記載する。しかし当業者は、一実施例ではAブロックの代わりにBブロックが除去され得ると認識するであろう。単数の「ブロックA」または「ブロックB」の使用は、複数の「ブロックA」および「ブロックB」の使用も含む。上記のように、ブロックAおよびブロックBは有機

10

20

30

40

50

もしくは無機であり得るか、またはブロック A は有機、ブロック B は無機であり得るか、またはブロック A は無機、ブロック B は有機であり得る。一実施例では、ブロック A もしくはブロック B は、有機ポリスチレン - ブロック - ポリメチルメタクリレート (P S - b - P M M A) 、ポリスチレン - ブロック - ポリ 2 - ビニルピリジン、ポリスチレン - ブロック - ポリ 4 - ビニルピリジン、ポリスチレン - ブロック - ポリエチレンオキシド、ポリスチレン - ブロック - ポリイソブレン、またはポリスチレン - ブロック - ブタジエンを含む。一実施例では、ブロック A またはブロック B は、無機ポリスチレン - ブロック - ポリジメチルシロキサン (P S - b - P D M S) 、またはポリスチレン - ブロック - ポリフェロセニルシランを含む。当業者は、ここに記載されるプロセスは B C P ブロックの化学的特性に依存して相応して変動され得ると認識するであろう。当業者は、B C P の選択は、
10 B C P を使用して作成されることになるターゲットパターンにも依存し得ると認識するであろう。たとえば、ある B C P ブロックはある地形的なパターン特徴およびパターン寸法によりよく相關し得ることから、以下に記載されるインプリントステップによって残される地形的なパターンが、選択される B C P を決定し得る。

【 0 0 1 0 】

図 2 は、円筒状または層状の B C P が、インプリントされたレジストパターンで使用されるプロセスに向けられる。一実施例では、図 2 で使用される B C P は P S - b - P M M A である。しかし、他の円筒状または層状の B C P も使用され得る。ブロック 2 0 1 において、基板を覆うインプリントレジストがインプリントモールドでインプリントされ、地形的なパターンを形成する。インプリントは、U V 、熱、またはインキ盛り技術を利用し得る。ブロック 2 0 3 において、インプリントされたレジスト上に B C P がスピンドルコーティングされ、次いでブロック 2 0 5 においてアニールされる。当業者は、熱または溶媒アニールがブロック 2 0 5 において適用され得ると認識するであろう。ブロック 2 0 7 において、アニールされた B C P のブロックのうちの 1 つが選択的に除去される。一実施例では、ブロック A およびブロック B が有機である場合、ブロック A を除去するために U V 露光および酸が使用される。たとえば、ブロック 2 0 3 において使用される B C P が P S - b - P M M A である場合、P M M A ブロックを除去するために U V 露光および酢酸洗浄または溶媒が使用される。一実施例では、ブロック A が有機であり B が無機である場合、有機 A ブロックを除去するために酸素プラズマが使用される。図 2 のブロック 2 0 7 は、酸素プラズマエッティングを含み得るディスカミング (d e s c u m m i n g) も含む。しかし、残留物を除去するために、アニールされた B C P をディスカムする (d e s c u m) ための他の方法も使用され得る。
20

【 0 0 1 1 】

円筒状または層状の B C P が、インプリントされ処理されたレジストパターンで使用されるプロセスが図 3 に示される。一実施例では、図 3 で使用される B C P は P S - b - P M M A である。しかし、他の円筒状または層状の B C P も使用され得る。ブロック 3 0 1 では、基板を覆うインプリントレジストがインプリントモールドでインプリントされ、地形的なパターンを形成する。インプリントは、U V 、熱またはインキ盛り技術を利用し得る。ブロック 3 0 3 では、化学的パターンを形成するために、インプリントされたレジストが化学的に処理される。ブロック 3 0 5 では、インプリントされ処理されたレジスト上に B C P がスピンドルコーティングされ、次いでブロック 3 0 7 においてアニールされる。当業者は、熱または溶媒アニールがブロック 3 0 7 において適用され得ると認識するであろう。ブロック 3 0 9 において、アニールされた B C P から形成されたブロックのうちの 1 つが選択的に除去される。一実施例では、ブロック A およびブロック B が有機である場合、ブロック A を除去するために、U V 露光および酸または溶媒が使用される。たとえば、ブロック 3 0 5 において使用される B C P が P S - b - P M M A である場合、P M M A ブロックを除去するために U V 露光および酢酸洗浄が使用される。一実施例では、ブロック A が有機であり B が無機である場合、有機 A ブロックを除去するために酸素プラズマが使用される。図 3 のブロック 3 0 9 は、酸素プラズマエッティングを含み得るディスカミングも含む。しかし、残留物を除去するために、アニールされた B C P をディスカムするため
30
40
50

の他の方法も使用され得る。

【0012】

例として、図3に例示されるプロセスを組込む1つのプロセスについて以下に記載する。プロック301において、基板を覆うインプリントレジストは、アクリル酸塩ベースのUVインプリントレジストの20~50nm厚さの薄膜である。アクリル酸塩ベースのUVインプリントレジストがこの例では使用されたが、共重合体の1つのプロックに対して親和性を有する限り、他の種類のインプリントレジスト材料を使用することもできる。熱インプリントまたはインキ盛りなどの他のインプリント法も適用され得る。この例では、あらかじめ製造されたインプリントモールドを使用して、レジスト層に地形的な表面パターンを作成した。プロック303において、30W、圧力2mTorr、および毎分30標準立方センチメートル(ccm)のO₂流量での酸素プラズマプロセスを使用して、インプリントされたレジストが処理された。その結果、インプリントされたレジスト層は10nm厚さ未満に薄層化され、インプリント領域において基板を露出させた。薄層化したインプリントレジスト層は、次いで、特にインプリントによって作製されたくぼみまたは穴の残留物を除去するために洗浄される。

【0013】

プロック305において、1%トルエン溶液中のPS-b-PMMaのBCPコーティングが、インプリントで規定されたパターン化した基板上にスピンドルコーティングされた。次いでプロック307において、配列されたBCPナノパターンの誘導された自己組織化形成を可能にするために、PS-b-PMMaフィルムが170にて12~24時間アニールされる(すなわち熱アニールプロセス)。当業者は、アセトン蒸気大気を使用する溶媒アニールプロセスも使用され得ると認識するであろう。プロック309における選択的なポリマー除去は、248nmに設定されたUV照射を使用して行われる。たとえば、これは、ポリスチレン(PS)プロックを架橋結合させる一方、PMMaプロックを劣化させる。いずれかの不純物を除去するために1分間酢酸に浸漬した後、劣化したBCPの残留物もしくは部分、ナノ多孔性PS円筒状システムテンプレート、またはPSラインアレイが残される。残りのPSが円筒状のシステムまたは線状/層状のアレイを形成するかどうかは、上記のプロック305において選択される特定のBCPによって決定される。

【0014】

図4は、円筒状または層状のBCPが、インプリントされ転写されたパターンで使用されるプロセスに向けられる。一実施例では、図4で使用されるBCPはPS-b-PMMaである。しかし、他の円筒状または層状のBCPも使用され得る。プロック401において、基板を覆うインプリントレジストがインプリントモールドでインプリントされ、地形的なパターンを形成する。インプリントは、UV、熱またはインキ盛り技術を利用し得る。プロック403において、インプリントされたレジストパターンが基板上に転写される。プロック405において、インプリントされ処理されたレジスト上にBCPがスピンドルコーティングされ、次いでプロック407においてアニールされる。当業者は、熱または溶媒アニールがプロック407において適用され得ると認識するであろう。プロック409において、アニールされたBCPからのプロックのうち1つが選択的に除去される。一実施例では、プロックAおよびプロックBが有機である場合、プロックAを除去するためにUV露光および酸または溶媒が使用される。たとえば、プロック405において使用されるBCPがPS-b-PMMaである場合、PMMaプロックを除去するためにUV露光および酢酸洗浄が使用される。一実施例では、プロックAが有機でありBが無機である場合、有機Aプロックを除去するために酸素プラズマが使用される。図4のプロック409は、酸素プラズマエッティングを含み得るディスカミングも含む。しかし、残留物を除去するために、アニールされたBCPをディスカムするための他の方法も使用され得る。

【0015】

球状のBCPが、インプリントされたレジストパターンで使用されるプロセスが図5に示される。一実施例では、図5において使用されるBCPはPS-b-PDMSである。

しかし、他の球状の B C P も使用され得る。ブロック 501において、基板を覆うインプリントレジストがインプリントモールドでインプリントされ、地形的なパターンを形成する。インプリントは、UV、熱またはインキ盛り技術を利用し得る。ブロック 503において、インプリントされたレジスト上に B C P がスピンドルコーティングされ、次いでブロック 505においてアニールされる。当業者は、自己組織化 B C P 構造を成長させるためにブロック 505において熱または溶媒アニールが適用され得ると認識するであろう。ブロック 507において、アニールされた B C P からのブロックのうち 1 つが選択的に除去される。一実施例では、ブロック A が無機であるがブロック B が有機である場合、ブロック B を除去するために酸素プラズマが使用される。たとえば、ブロック 503において使用される B C P が PS - b - P D M S である場合、PS ブロックを除去するために酸素プラズマが使用され得、それによってナノドットアレイを残す。

【0016】

球状の B C P が、インプリントされ処理されたレジストパターンで使用されるプロセスが図 6 に示される。一実施例では、図 6 で使用される B C P は PS - b - P D M S である。しかし、他の球状の B C P も使用され得る。ブロック 601において、基板を覆うインプリントレジストがインプリントモールドでインプリントされ、地形的なパターンを形成する。インプリントは、UV、熱またはインキ盛り技術を利用し得る。ブロック 603において、インプリントされたレジストは化学的パターンを形成するために化学的に処理される。ブロック 605において、インプリントされ処理されたレジスト上に B C P がスピンドルコーティングされ、次いでブロック 607においてアニールされる。当業者は、熱または溶媒アニールがブロック 607において適用され得ると認識するであろう。ブロック 609において、アニールされた B C P からのブロックのうち 1 つが選択的に除去される。一実施例では、ブロック A は無機であるがブロック B は有機である場合、ブロック B を除去するために酸素プラズマが使用される。たとえば、ブロック 605において使用される B C P が PS - b - P D M S である場合、PS ブロックを除去するために酸素プラズマが使用され、それによってナノドットアレイを残す。

【0017】

例として、図 6 に例示されるプロセスを組込む 1 つのプロセスについて以下に記載する。ブロック 601において、基板を覆うインプリントレジストは、アクリル酸塩ベースの UV インプリントレジストの 20 ~ 50 nm 厚さの薄膜である。アクリル酸塩ベースの UV インプリントレジストがこの例では使用されたが、共重合体の 1 つのブロックに対して親和性を有する限り、他の種類のインプリントレジスト材料を使用することもできる。熱インプリントまたはインキ盛りなどの他のインプリント法も適用され得る。この例では、あらかじめ製造されたインプリントモールドを使用して、レジスト層に地形的な表面パターンを作成した。ブロック 603において、30 W、圧力 2 m Torr、および 30 sccm の O₂ 流量での酸素プラズマプロセスを使用して、インプリントされたレジストが処理された。その結果、インプリントされたレジスト層は 10 nm 未満の厚さに薄層化した。薄層化したインプリントレジスト層は、次いで、特にインプリントによって作製されたくぼみまたは穴の残留物を除去するために洗浄される。

【0018】

ブロック 605において、1 % トルエン溶液中の PS - b - P D M S の B C P コーティングが、インプリントで規定されたパターン化した基板上にスピンドルコーティングされた。このステップに次いで、ブロック 607において、配列された B C P ナノパターンの自己組織化形成を可能にするために、PS - b - P D M S フィルムが 170 nm にて 12 ~ 24 時間アニールされる（すなわち熱アニールプロセス）。当業者は、トルエン蒸気大気を使用する溶媒アニールプロセスも使用され得ると認識するであろう。ブロック 609における選択的なブロック除去は、30 W、圧力 2 m Torr、および 30 sccm の O₂ 流量での酸素プラズマプロセスを使用して行われる。このステップは PS ブロックの大部分を除去し、それによって P D M S ナノドットアレイを後に残す。当業者は、ある分子量およびブロック間の容積比を有する B C P の選択が、ナノドットアレイの球状形態、領域寸法

10

20

30

40

50

および間隔を決定することになると認識するであろう。

【0019】

球状のB C Pが、インプリントされ転写されたパターンで使用されるプロセスが図7に示される。一実施例では、図7で使用されるB C PはP S - b - P D M Sである。しかし、他の球状のB C Pも使用され得る。ブロック701では、基板を覆うインプリントレジストがインプリントモールドでインプリントされ、地形的なパターンを形成する。インプリントは、U V、熱またはインキ盛り技術を利用し得る。ブロック703において、インプリントされたレジストパターンが基板上に転写される。ブロック705において、インプリントされ処理されたレジスト上にB C Pがスピンドルティングされ、次いでブロック707においてアニールされる。当業者は、熱または溶媒アニールがブロック707において適用され得ると認識するであろう。ブロック709において、アニールされたB C Pからのブロックのうち1つが選択的に除去される。一実施例では、ブロックAは無機であるがブロックBは有機である場合、ブロックBを除去するために酸素プラズマが使用される。たとえば、ブロック705において使用されるB C PがP S - b - P D M Sである場合、P Sブロックを除去するために酸素プラズマが使用され、それによってナノドットアレイを残す。

【0020】

例として、図7に例示されるプロセスを組込む1つのプロセスについて以下に記載する。ブロック701において、基板を覆うインプリントレジストは、アクリル酸塩ベースのU Vインプリントレジストの20~50 nm厚さの薄膜である。アクリル酸塩ベースのU Vインプリントレジストがこの例では使用されたが、共重合体の1つのブロックに対して親和性を有する限り、他の種類のインプリントレジスト材料を使用することもできる。熱インプリントまたはインキ盛りなどの他のインプリント法も適用され得る。この例では、あらかじめ製造されたインプリントモールドを使用して、レジスト層に地形的な表面パターンを作成した。次いで、30 W、圧力2 mTorr、および30 sccmのO₂流量での酸素プラズマプロセスを使用して、インプリントされたレジストが処理され、次いで、特にインプリントによって作製されたくぼみまたは穴の残留物を除去するために洗浄される。

【0021】

ブロック703において、80 W、20 mTorr、30 sccm CF₄および30 sccm ArでのCF₄反応性イオンエッティングを用いて、インプリントされたレジストパターンを下にあるシリコン基板に転写した。エッティング深さは5~10 nmであった。ブロック705において、1%トルエン溶液中のP S - b - P D M SのB C Pコーティングが、パターン化した基板上にスピンドルティングされ、次いでブロック707において、配列されたB C Pナノパターンの自己組織化を可能にするために、170~12~24時間アニールされた(すなわち熱アニールプロセス)。当業者は、トルエン蒸気大気を使用する溶媒アニールプロセスも使用され得ると認識するであろう。ブロック709における選択的なブロック除去は、30 W、圧力2 mTorr、および30 sccm O₂流量での酸素プラズマプロセスを使用して行われた。これはP Sブロックの大部分を除去し、それによってP D M Sナノドットアレイを後に残す。当業者は、ある分子量およびブロック間の容積比を有するB C Pの選択が、ナノドットアレイの球状の形態、領域寸法および間隔を決定することになると認識するであろう。

【0022】

上述され図1に例示されたように、大面積にわたって欠陥のない長範囲の横方向の配列は、プリパターン化プロセス中に使用される化学薬品およびプロセスによる電子ビームリソグラフィとブロック共重合体自己組織化とによって形成されるパターン化したテンプレートまたは基板においては現在のところ見出されない。そのような欠陥は、ここに記載されるプロセスを使用して回避され得る。なぜなら、プリパターン化プロセスから電子ビームリソグラフィが無くされ、U V、熱またはインキ盛りインプリント技術で代用されるからである。当業者は、B C Pの自己組織化をここに記載されるように方向付けることによ

つて、少なくとも 1 T d p s i の線形または面状のピット密度および / または $5 \sim 100 \text{ nm}$ の特徴ピッチを有するインプリントテンプレートをもたらし得ると認識するであろう。また、ここに記載されるプロセスは、スケーラブルなナノパターン化を可能にする長範囲の横方向に配列されたアレイを形成する。図 8 ~ 図 10 は、上述され図 2 ~ 図 7 に例示されたプロセスの実施例によって生成された BCP テンプレートの走査電子顕微鏡 (「SEM」) 画像である。図 8 は、PS - b - PMMA の BCP テンプレートが 1 T d p s i のピット密度を有する実施例を例示する。図 3 に記載されているように表面プリパターンがインプリントされ処理されている。図 9 は、PS - b - PDMS の BCP テンプレートが 1.3 T d p s i のピット密度を有する例を例示する。表面プリパターンがインプリントされ処理されている。図 9 が示すように、横方向の配列は、図 1 に示される横方向の配列とは異なる。図 9 に示される大面積にわたって形成されたモアレパターンは、本開示の長範囲のスケーラビリティを示す。図 10 は、PS - b - PDMS の BCP テンプレートが 1.3 T d p s i のピット密度を有する例を例示する。図 10 では、図 7 に記載されているように表面プリパターンがインプリントされ転写されている。

【0023】

先述したように、図 2 ~ 図 7 に例示されここに記載されるプロセスは、ピットパターンド媒体 (BPM) 媒体製造プロセスの一部を形成し得る。一実施例では、記憶媒体での磁気膜層のパターン化、半導体製造などといった長範囲の横方向の配列を有する大面積高密度ナノパターン化を特色とするいずれかの製造プロセスに本開示が適用され得る。一実施例では、ここに記載されるプロセスは、マスクとして使用されるテンプレートを製造するために使用され得、それによって機能性材料の堆積または他のアディティブ法を容易にする。一実施例では、パターンを記憶媒体上に直接もしくは間接的に形成するための機能性材料のエッチング、または他のサブトラクティブ法を容易にするために、ここに記載されるプロセスが使用され得る。本開示の範囲から逸脱することなく、他の用途が可能である。

【0024】

当業者にとって、これらの開示された特定の詳細なしに実施例が実行され得ることが明らかであろう。他の例では、説明を容易にするために、周知の構造および装置がブロック図の形態で示される。実施例の説明は、ここに添付される請求項の範囲を限定するものとは意図されていない。さらに、ここに開示される方法において、実施例の機能のうちのいくつかを例示する様々なプロセスが開示される。当業者は、これらのプロセスが例にすぎず、いずれかの方法で限定することが目的ではないと認識するであろう。本開示または実施例の範囲から逸脱することなく、他の機能が想定され得る。

【0025】

ここに記載される要素、部分およびステップすべてが含まれることが好ましい。当業者にとっては自明であろうが、これらの要素、部分およびステップのうちのいずれかは、他の要素、部分およびステップと置換され得るか、またはすべて削除され得ると理解されるべきである。

【0026】

概して、本文書は、1つ以上のブロック共重合体および1つ以上のナノインプリントステップを製造プロセスに組むことによってナノパターン化するための記載する方法を開示する。ブロック共重合体は、有機もしくは無機成分で構成され得、層状、球状、または円筒状であり得る。その結果、 $5 \sim 100 \text{ nm}$ の特徴ピッチおよび / または少なくとも 1 T d p s i のピット密度を有する一次元もしくは二次元のパターンを有するパターンド媒体が形成され得る。

【0027】

概念

本文書は、少なくとも以下の概念を開示している。

【0028】

概念 1 基板上のレジストをインプリントモールドでインプリントして、得られたイン

10

20

30

40

50

プリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するステップと、

得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体（「B C P」）材料を堆積させるステップとを含み、B C P材料は、得られたインプリントされたレジスト上の地形的な表面パターンに相関し、さらに、

堆積されたB C P材料をアニールして、アニールされたB C Pを形成するステップと、

アニールされたB C Pの少なくとも一部分を除去するステップとを含み、離散領域を有する、基板上のパターンを形成することが可能である、方法。

【0029】

概念2 B C P材料を堆積させる前に化学的な表面パターンを形成するように、得られたインプリントされたレジストを処理するステップをさらに含む、概念1に記載の方法。 10

【0030】

概念3 処理するステップは、得られたインプリントされたレジストを酸素プラズマに露出させることを含む、概念2に記載の方法。

【0031】

概念4 B C P材料を堆積させる前に、得られたインプリントされたパターンを直接基板上に転写するステップをさらに含む、概念1に記載の方法。

【0032】

概念5 インプリントするステップは、UVインプリント、熱インプリント、およびインキ盛りインプリントからなるプロセスのグループから選択されるインプリントプロセスを適用することを含む、概念1に記載の方法。 20

【0033】

概念6 堆積させるステップは、層状のブロック共重合体、円筒状のブロック共重合体、および球状のブロック共重合体からなるB C P材料のグループから選択されるB C P材料を堆積させることを含む、概念1に記載の方法。

【0034】

概念7 B C P材料は、ポリスチレン-ブロック-ポリメチルメタクリレート（P S - b - P M M A）、ポリスチレン-ブロック-ポリ2-ビニルピリジン、ポリスチレン-ブロック-ポリ4-ビニルピリジン、ポリスチレン-ブロック-ポリエチレンオキシド、ポリスチレン-ブロック-ポリイソブレン、ポリスチレン-ブロック-ブタジエン、およびそれらの混合物からなるB C P材料のグループから選択される、概念1に記載の方法。 30

【0035】

概念8 B C P材料は、ポリスチレン-ブロック-ポリジメチルシロキサン（P S - b - P D M S）、ポリスチレン-ブロック-ポリフェロセニルシラン、およびそれらの混合物からなるB C P材料のグループから選択される、概念1に記載の方法。

【0036】

概念9 アニールするステップは熱アニールを含む、概念1に記載の方法。

概念10 アニールするステップは溶媒アニールを含む、概念1に記載の方法。

【0037】

概念11 除去するステップは、レジストをUV照射および少なくとも1つの酸に露出させることを含む、概念1に記載の方法。 40

【0038】

概念12 除去するステップは、レジストを少なくとも1つの溶媒に露出させることを含む、概念1に記載の方法。

【0039】

概念13 除去するステップは、レジストを酸素プラズマに露出させることを含む、概念1に記載の方法。

【0040】

概念14 アニールされたB C Pの少なくとも一部分を除去するステップにおいて形成されたパターンは、5~100nmの特徴ピッチを有する、概念1に記載の方法。

【0041】

概念 15 アニールされた BCP の少なくとも一部分を除去するステップにおいて形成されたパターンは、長範囲の横方向に配列された一次元アレイを有する、概念 1 に記載の方法。

【 0042 】

概念 16 アニールされた BCP の少なくとも一部分を除去するステップにおいて形成されたパターンは、長範囲の横方向に配列された二次元アレイを有する、概念 1 に記載の方法。

【 0043 】

概念 17 基板上のレジストをインプリントモールドでインプリントして、得られたインプリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するステップと、10

得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体（「BCP」）材料を堆積させるステップとを含み、BCP 材料は、得られたインプリントされたレジスト上の地形的な表面パターンに相関し、さらに、

堆積された BCP 材料をアニールして、アニールされた BCP を形成するステップと、

アニールされた BCP の少なくとも一部分を除去するステップとを含み、離散領域を有するテンプレートを形成することが可能であり、

テンプレートを使用して基板上のレジストをパターン化し、基板上にパターンを形成する、方法。

【 0044 】

概念 18 アニールされた BCP の少なくとも一部分を除去するステップにおいて形成されたパターンは、5 ~ 100 nm の特徴ピッチを有する、概念 17 に記載の方法。20

【 0045 】

概念 19 基板上のレジストをインプリントモールドでインプリントして、得られたインプリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するステップと、

得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体（「BCP」）材料を堆積させるステップとを含み、BCP 材料は、得られたインプリントされたレジスト上の地形的な表面パターンに相関し、さらに、

堆積された BCP 材料をアニールして、アニールされた BCP を形成するステップと、

アニールされた BCP の少なくとも一部分を除去するステップとを含み、離散領域を有するテンプレートを形成することが可能であり、さらに、30

テンプレートをマスクとして使用するステップを含む、方法。

【 0046 】

概念 20 アニールされた BCP の少なくとも一部分を除去するステップは、5 ~ 100 nm の特徴ピッチを有するテンプレートをもたらす、概念 19 に記載の方法。

【 0047 】

概念 21 基板上のレジストをインプリントして、得られたインプリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するためのインプリントモールドと、

得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体（「BCP」）材料を堆積させるための堆積装置とを備え、BCP 材料は、得られたインプリントされたレジスト上の地形的な表面パターンに相関し、さらに、40

堆積された BCP 材料をアニールして、アニールされた BCP を形成するためのアニール装置と、

アニールされた BCP の少なくとも一部分を除去するための BCP 除去装置とを備え、5 ~ 100 nm の特徴ピッチを有する離散領域を有するテンプレートを形成することが可能である、システム。

【 0048 】

概念 22 基板上のレジストをインプリントして、得られたインプリントされたレジスト上に地形的な表面パターンを形成するための手段と、

得られたインプリントされたレジストの少なくとも一部分上にブロック共重合体（「BCP」）材料を堆積させるための手段とを備え、BCP 材料は、得られたインプリントさ50

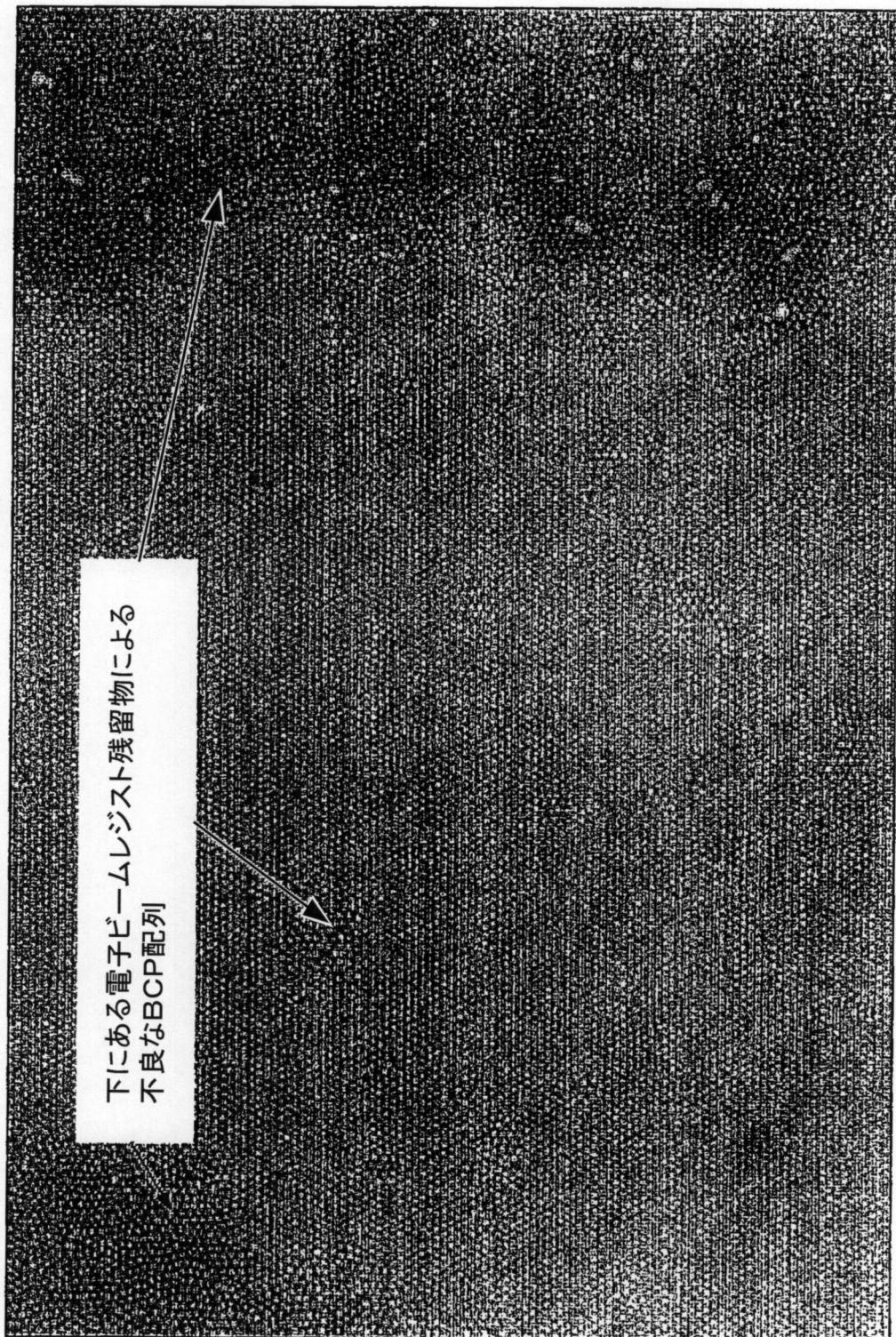
れたレジスト上の地形的な表面パターンに相関し、さらに、
堆積された B C P 材料をアニールして、アニールされた B C P を形成するための手段と
、
アニールされた B C P の少なくとも一部分を除去するための手段とを備え、5 ~ 100
nm の特徴ピッチを有する離散領域を有するテンプレートを形成することが可能である、
システム。

【符号の説明】

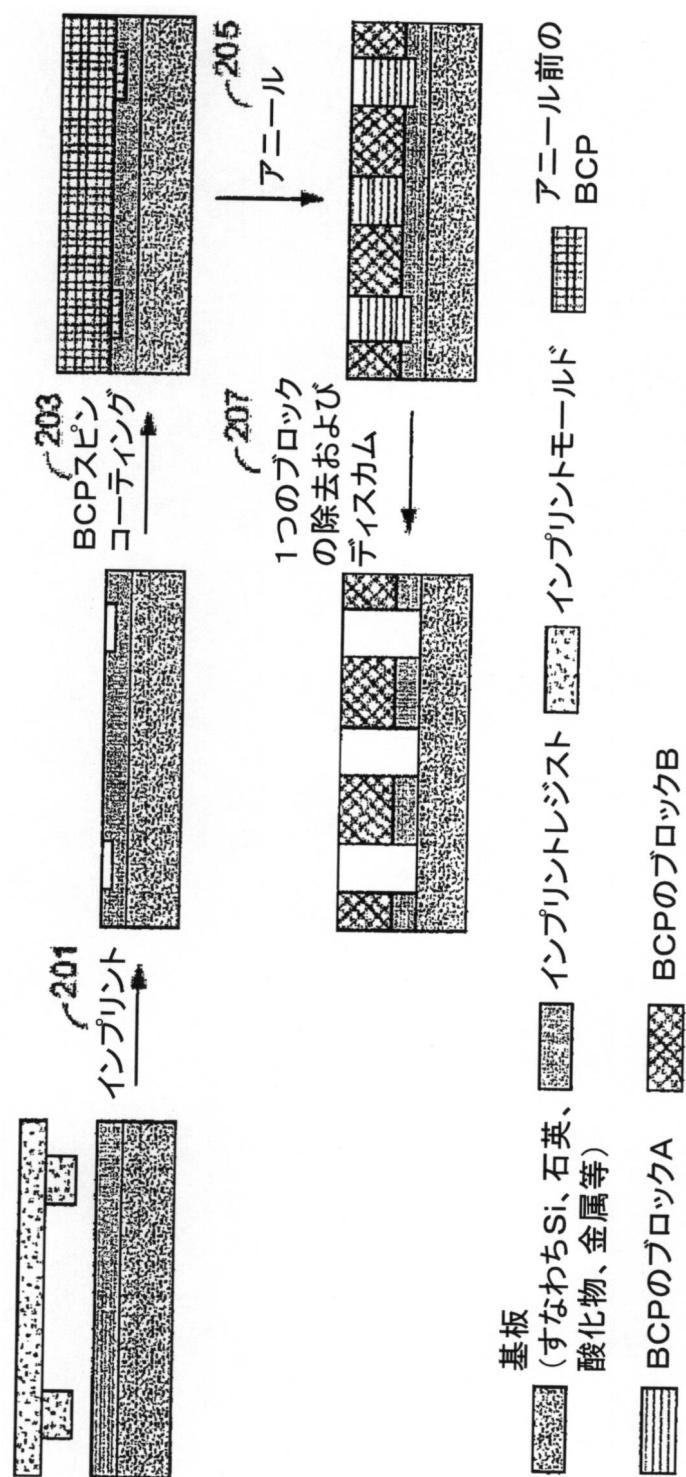
【0049】

201 インプリント、203 B C P スピンコーティング、205 アニール、20
7 1つのブロックの除去およびディスカム。

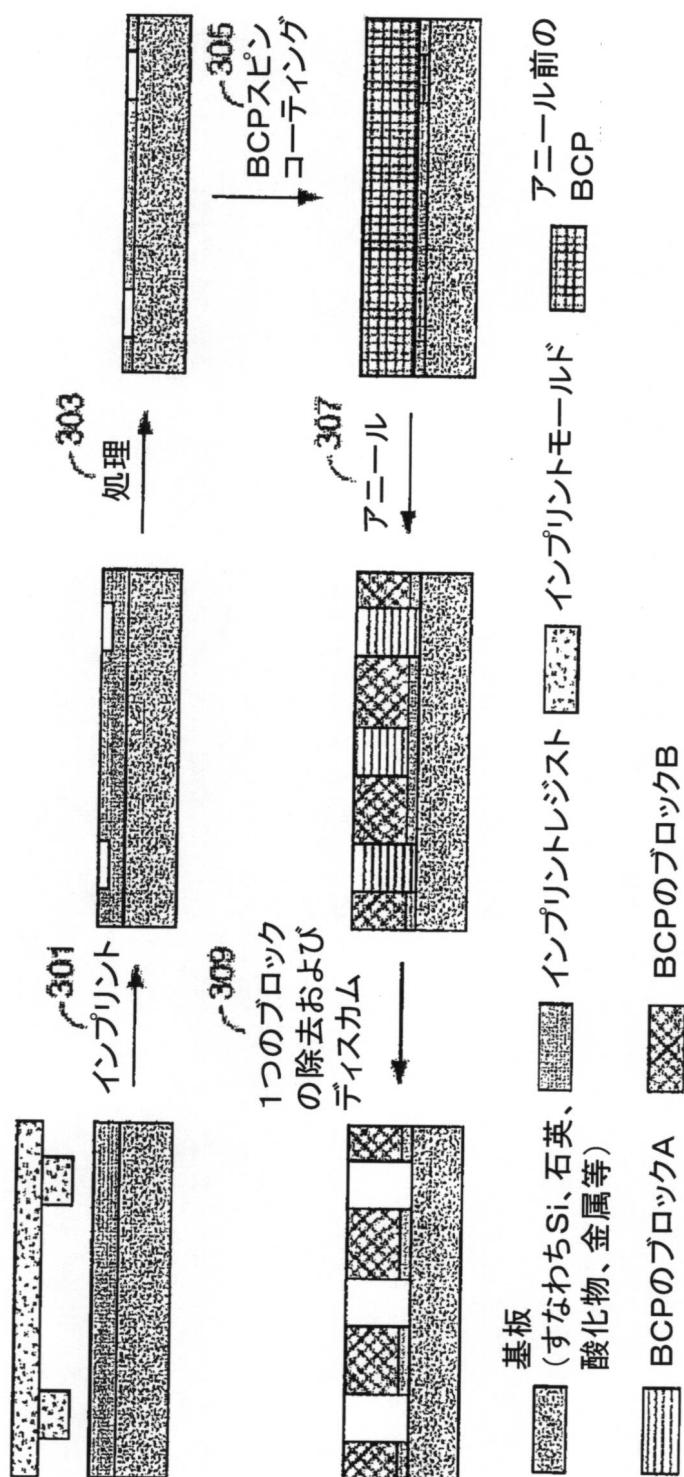
【図1】



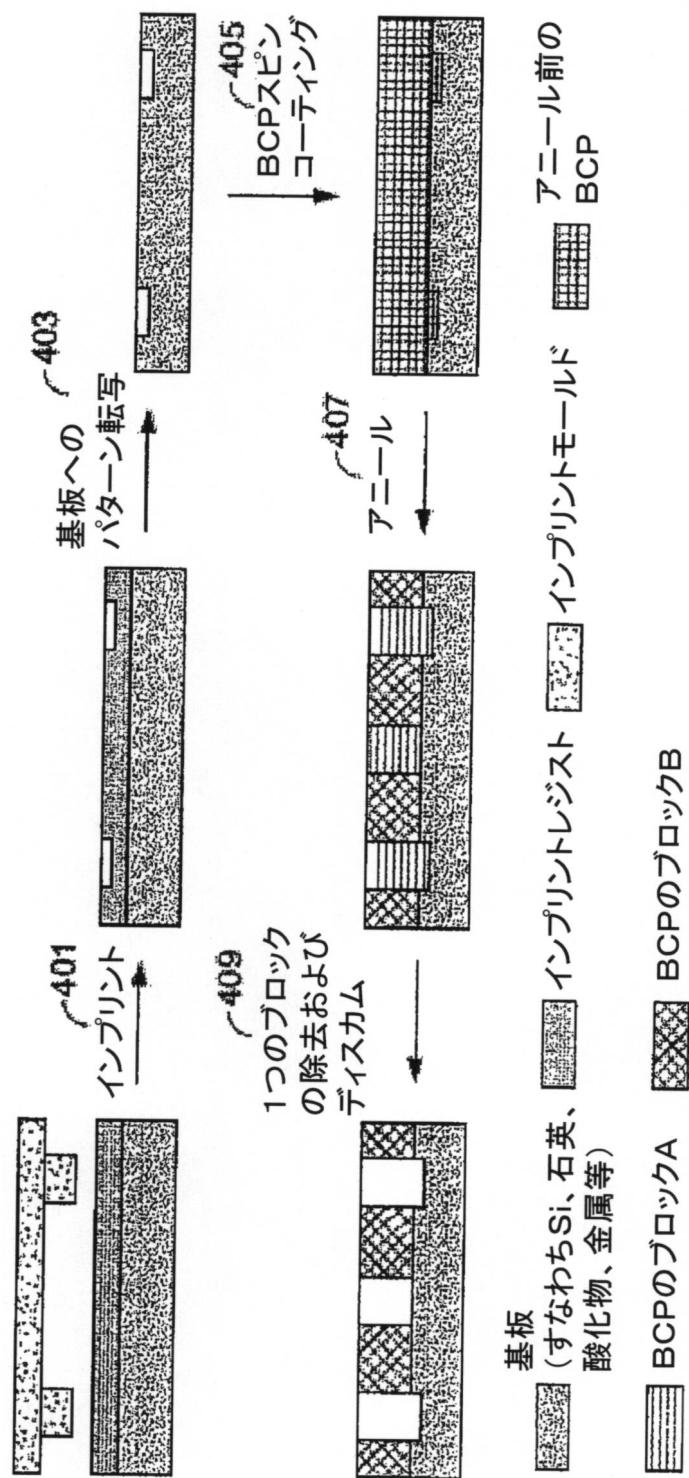
【図2】



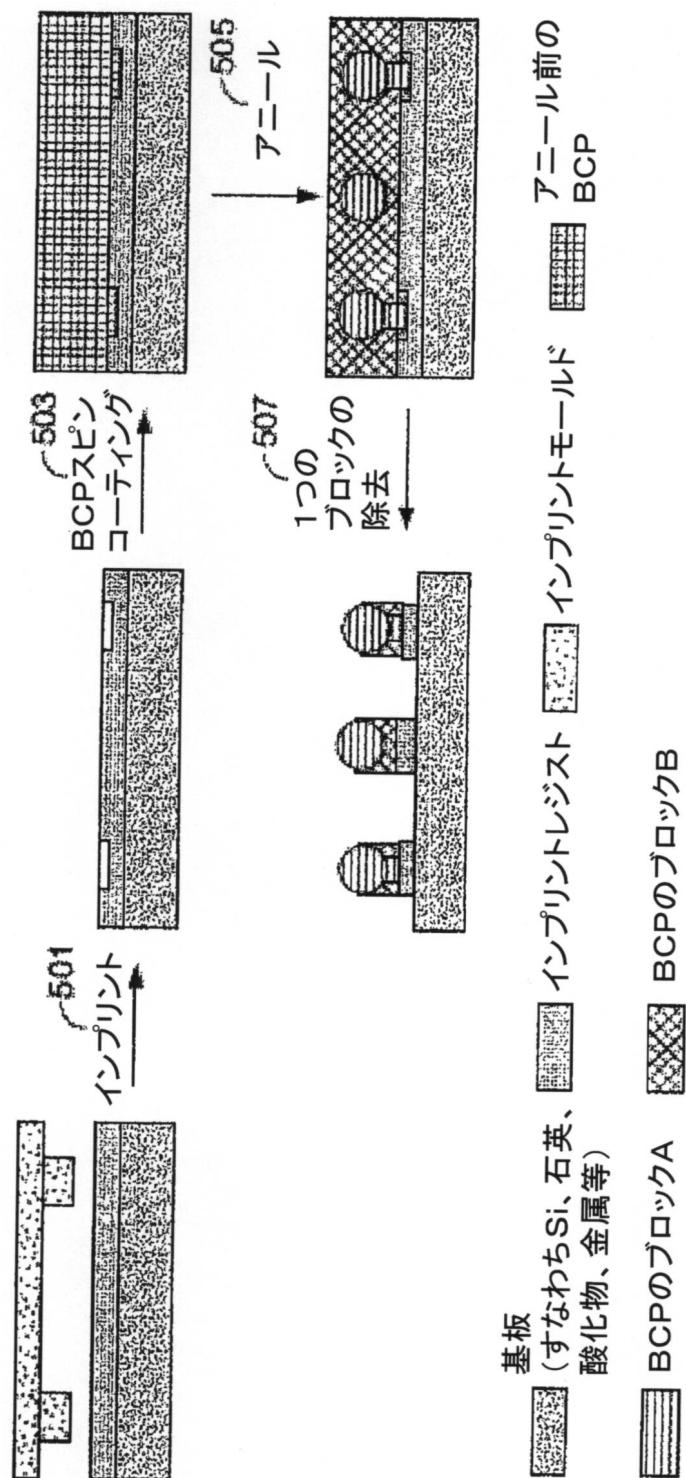
【図3】



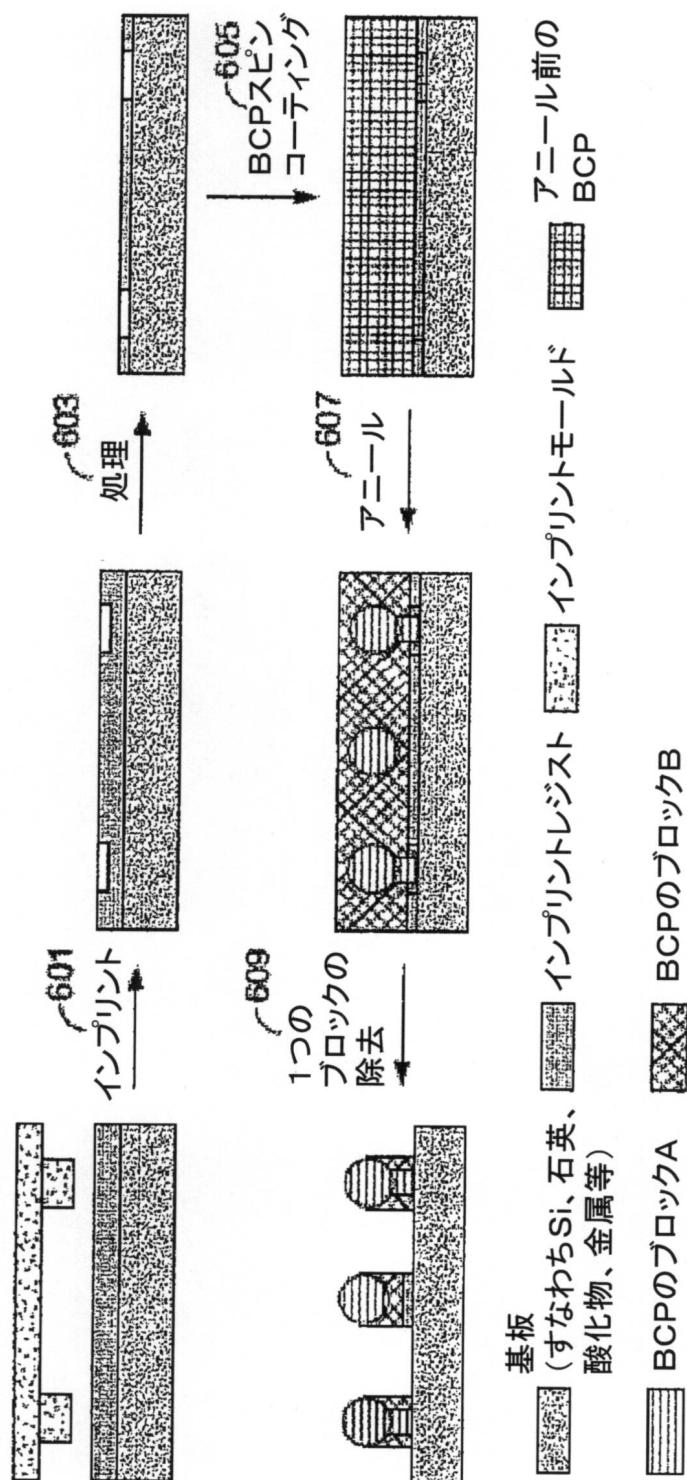
【図4】



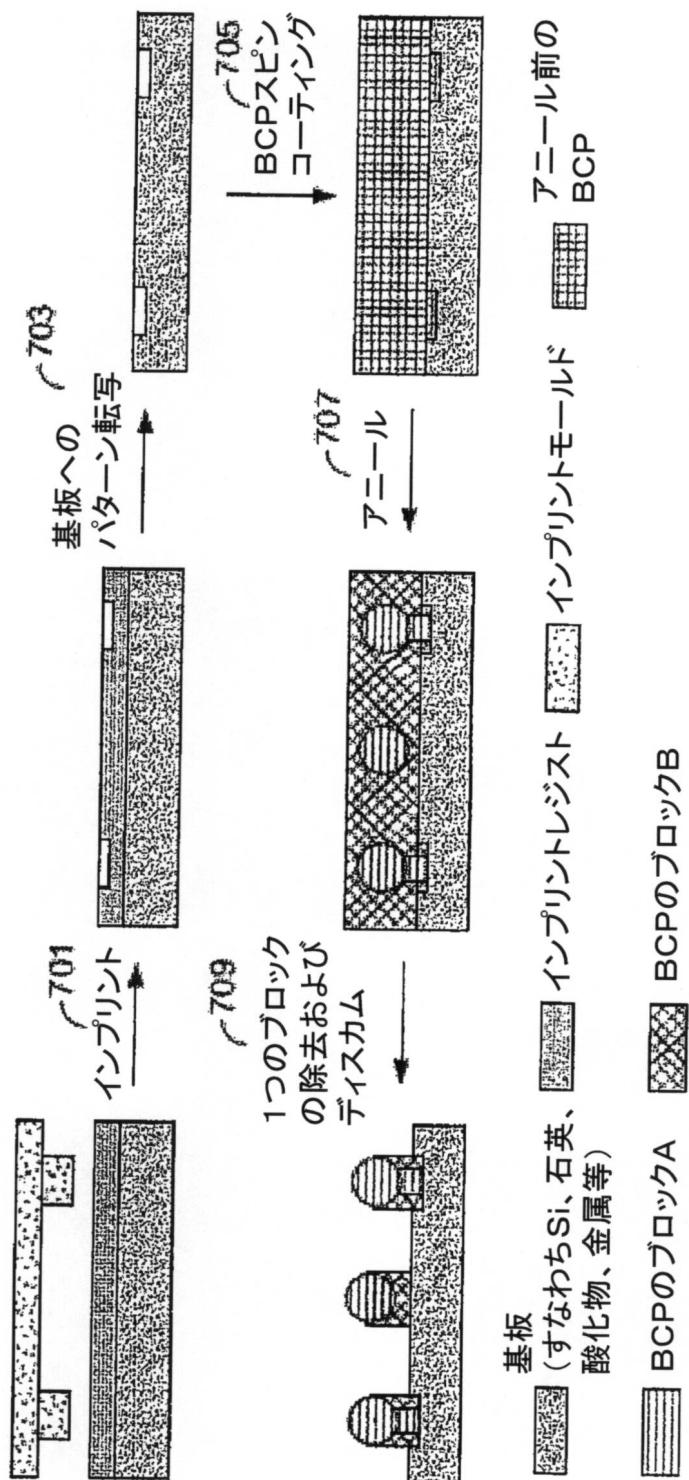
【図5】



【図6】



【図7】



【図 8】

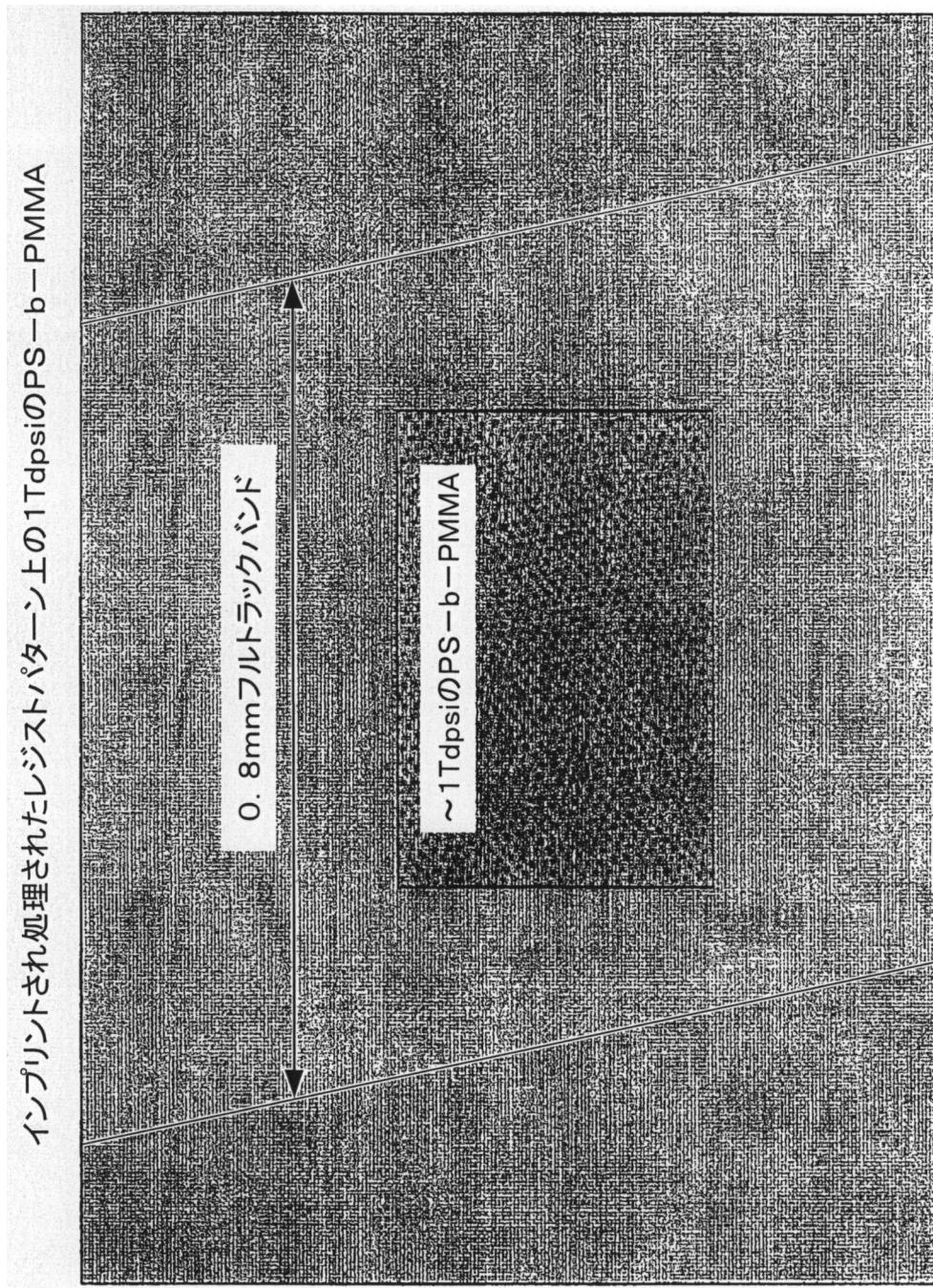
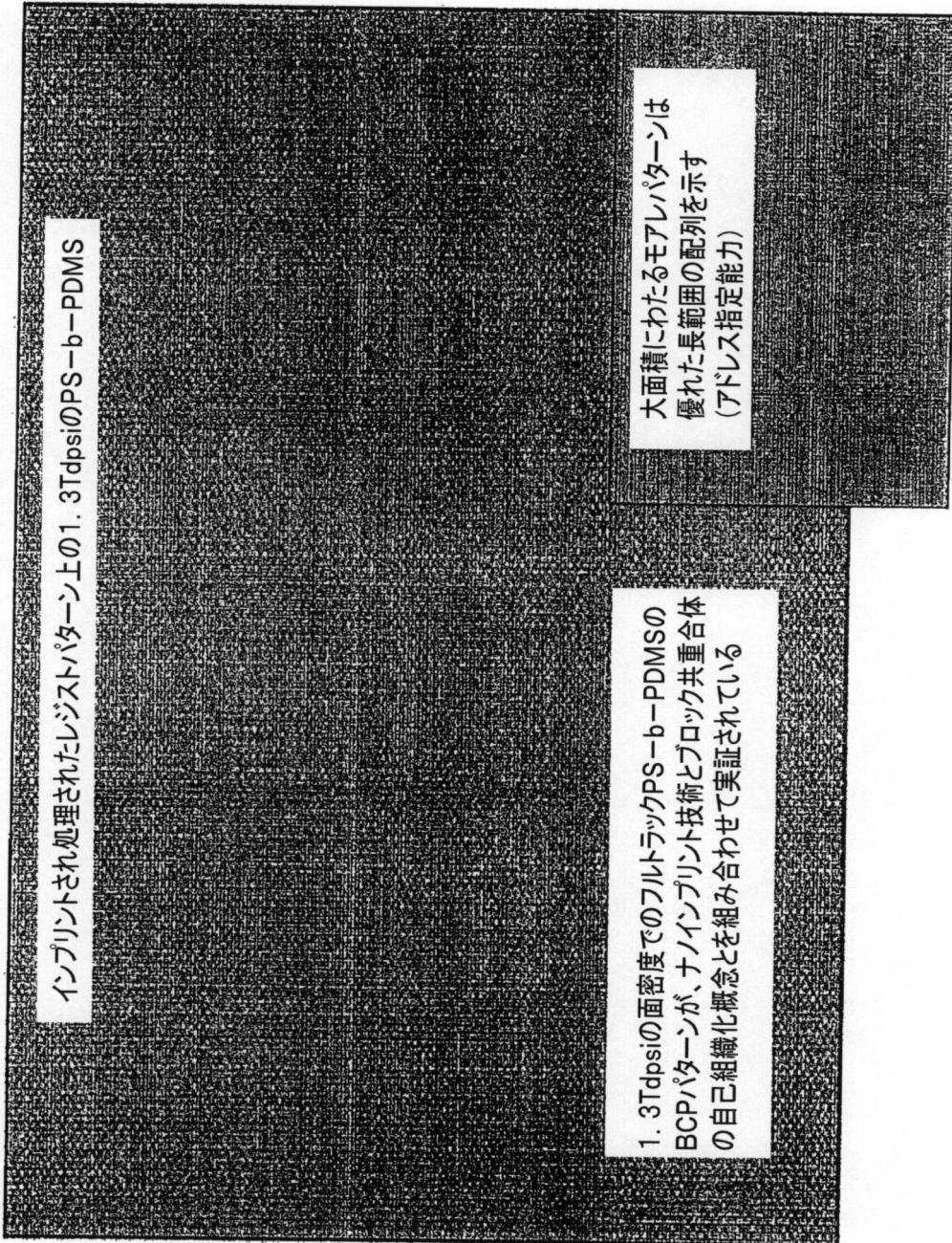
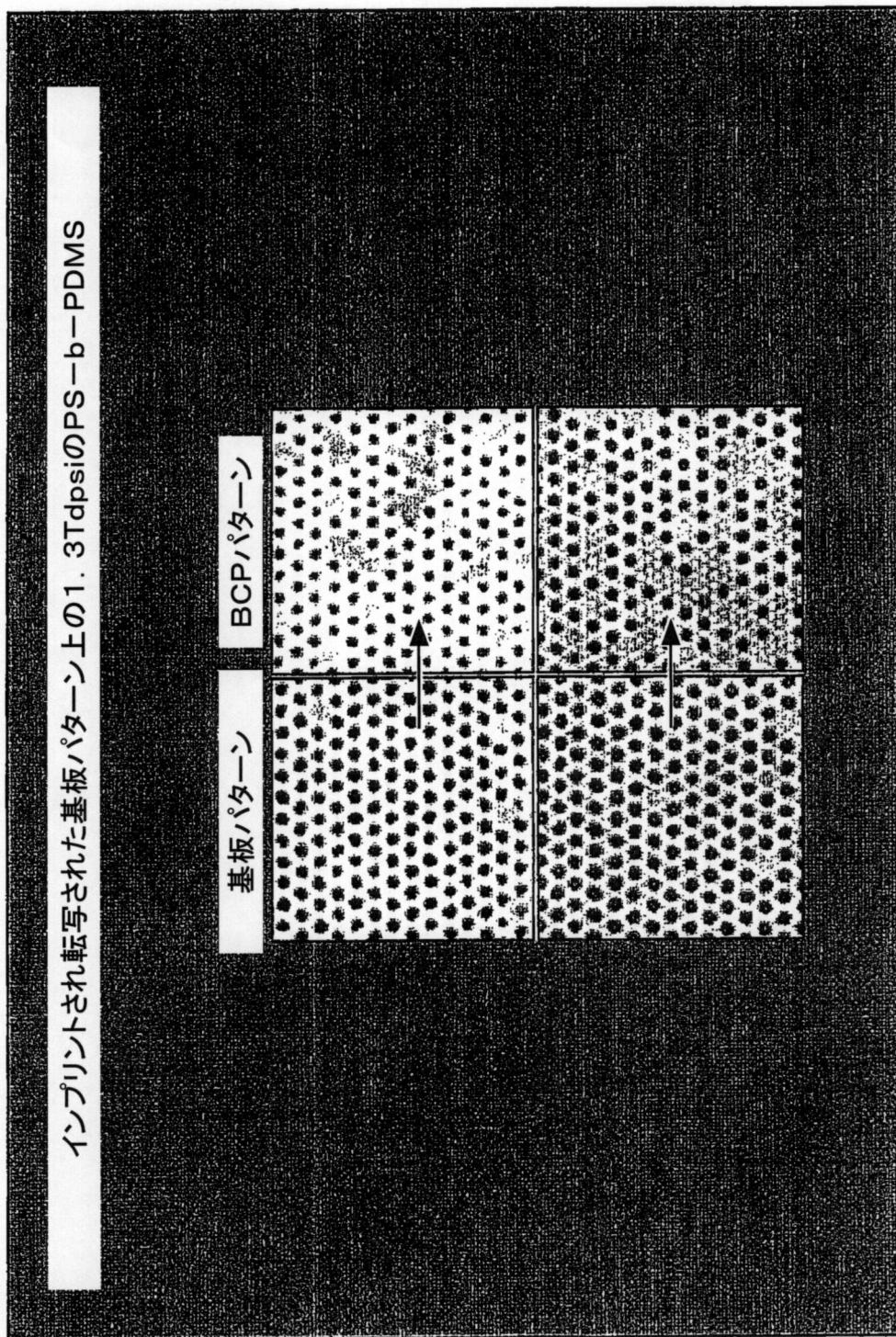


FIG. 8

【図9】



【図 10】



インプリントされ転写された基板/パターン上の1. 3TdpsiのPS-b-PDMS

FIG. 10

フロントページの続き

- (72)発明者 ルネ・ヨハネス・マリヌス・ファン・デ・ビールドンク
アメリカ合衆国、94538 カリフォルニア州、フレモント、ウォルナット・アベニュー、200
0、エム・207
- (72)発明者 キム・ヤン・リー
アメリカ合衆国、94536 カリフォルニア州、フレモント、ベンチマーク・アベニュー、267
2
- (72)発明者 デイビッド・クオ
アメリカ合衆国、94306 カリフォルニア州、パロ・アルト、キップリング・ストリート、3
308
- (72)発明者 シャオミン・ヤン
アメリカ合衆国、94536 カリフォルニア州、フレモント、カムデン・ストリート、3800
0、アパートメント・52
- (72)発明者 フー・ウェイ
アメリカ合衆国、94403 カリフォルニア州、サン・マテオ、パロス・バーデス・ドライブ、
1336、アパートメント・2

審査官 中野 和彦

- (56)参考文献 特開2010-123239 (JP, A)
特開2007-251108 (JP, A)
特開2007-138052 (JP, A)
特開2008-090956 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 5 / 84
B 29 C 59 / 02
H 01 L 21 / 027