

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5563243号
(P5563243)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014.7.30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014.6.20)

(51) Int.Cl. F I
B 2 9 C 59/02 (2006.01) B 2 9 C 59/02 Z N M Z
H O 1 L 21/027 (2006.01) H O 1 L 21/30 5 O 2 D

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2009-132430 (P2009-132430)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成21年6月1日(2009.6.1)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2010-274635 (P2010-274635A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成22年12月9日(2010.12.9)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成24年6月1日(2012.6.1)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インプリント装置、および、物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

型を保持する型チャックと、基板を保持する基板チャックとを備え、前記基板の上の樹脂の前記型による成形を含む処理を行うインプリント装置であって、

前記基板の上で硬化した樹脂から離型が行われるように、前記型チャックおよび前記基板チャックの少なくとも一方を駆動する駆動機構と、

前記型の劣化の程度に応じた荷重変化率で前記離型が行われるように、前記型の劣化の程度に応じて駆動パターンを決定し、前記駆動パターンに従って前記駆動機構を動作させる制御部と、

を備えることを特徴とするインプリント装置。

10

【請求項2】

前記荷重変化率は、その絶対値が前記型の劣化に伴って小さくなる、

ことを特徴とする請求項1に記載のインプリント装置。

【請求項3】

前記駆動パターンは、前記型の劣化の程度としての前記型の使用回数に基づいて決定される、

ことを特徴とする請求項1に記載のインプリント装置。

【請求項4】

前記駆動パターンは、押型される領域の面積にも基づいて決定される、

ことを特徴とする請求項1に記載のインプリント装置。

20

【請求項 5】

前記駆動パターンは、前記型におけるパターンの密度にも基づいて決定される、
ことを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記樹脂を硬化させるように前記樹脂に光を照射する照射手段を備え、
前記駆動パターンは、前記光の照射量にも基づいて決定される、
ことを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

前記駆動パターンは、前記樹脂および離型剤の少なくとも一方の種類にも基づいて決定
される、

10

ことを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

前記駆動パターンは、前記離型のための荷重の変化のパターンである、
ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

前記駆動パターンは、前記型チャックおよび前記基板チャックの少なくとも一方の位置
の変化のパターンである、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いて樹脂のパターンを基
板に形成する工程と、

20

前記工程で前記パターンを形成された基板を加工する工程と、

を含むことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インプリント装置、および、物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

インプリント技術は、ナノスケールの微細パターンの転写を可能にする技術であり、磁
気記憶媒体や次世代半導体デバイスの量産向用ナノリソグラフィ技術の 1 つとして実用化
されつつある。インプリントでは、電子線描画装置等の装置を用いて微細パターンが形成
されたモールド（型）を原版としてシリコンウエハやガラスプレート等の基板の上に微細パ
ターンが形成される。この微細パターンは、基板の上にインプリント樹脂を塗布し、その樹
脂を介して基板にモールドのパターンを押し付けた状態でその樹脂を硬化させることによ
って形成される。

30

【0003】

現時点において実用化されているインプリント技術としては、熱サイクル法および光硬
化法がある。熱サイクル法では、熱可塑性のインプリント樹脂をガラス転移温度以上の温
度に加熱し、樹脂の流動性を高めた状態で樹脂を介して基板にモールドが押し付けられ
る。そして、冷却した後に樹脂からモールドを引き離すことによりパターンが形成される。
また、光硬化法では、紫外線硬化型のインプリント樹脂を使用し、樹脂を介して基板にモ
ールドを押し付けた状態で紫外線を照射して樹脂を硬化させた後、硬化した樹脂からモ
ールドを引き離すことによりパターンが形成される。熱サイクル法は、温度制御による転写
時間の増大および温度変化による寸法精度の低下を伴うが、光硬化法には、そのような問
題が存在しないため、現時点においては、光硬化法がナノスケールの半導体デバイスの量
産において有利である。

40

【0004】

特許文献 1 には、モールド（型）がウエハ上の樹脂から離れる瞬間においてはモールド
を低速で駆動し、その後はモールドを高速で駆動することが開示されている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-329367号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載された技術は、ある1つの条件におけるモールドの駆動パターンを最適化するものである。しかし、このようにして最適化された駆動パターンは、種々のインプリント条件に適したものではない。

10

【0007】

本発明は、例えば、離型に伴うパターンの欠陥を低減するのに有利なインプリント装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の1つの側面は、型を保持する型チャックと、基板を保持する基板チャックとを備え、前記基板の上の樹脂の前記型による成形を含む処理を行うインプリント装置に係り、前記インプリント装置は、前記基板の上で硬化した樹脂から離型が行われるように、前記型チャックおよび前記基板チャックの少なくとも一方を駆動する駆動機構と、前記型の劣化の程度に応じた荷重変化率で前記離型が行われるように、前記型の劣化の程度に応じて駆動パターンを決定し、前記駆動パターンに従って前記駆動機構を動作させる制御部と、を備える。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、離型に伴うパターンの欠陥を低減するのに有利なインプリント装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の好適な実施形態のインプリント装置の構成を示す図である。

【図2】モールドの駆動方法（駆動パターン）を例示する図である。

30

【図3】荷重変化率と離型によって発生する欠陥密度との関係を例示する図である。

【図4】モールドの駆動方法（駆動パターン）を例示する図である。

【図5】モールドの駆動方法（駆動パターン）を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を例示的に説明する。本発明は、ナノスケールの微細パターンの形成に有用であるが、ナノスケールよりも大きいスケールのパターンの形成にも適用可能である。

【0012】

まず、図1を参照しながら本発明の好適な実施形態のインプリント装置1の構成を説明する。インプリント装置1は、基板105への樹脂の塗布と、塗布された樹脂のモールド（型）104による成形とを含む処理を行うように構成されている。より具体的には、インプリント装置1は、基板105の上に樹脂を塗布し該樹脂にモールド（型）104のパターン面を押し付けた状態で該樹脂を硬化させることにより基板105にパターンをインプリント（押型）するように構成される。通常は、基板105は、複数のショット領域を有し、これらのショット領域に対して予め決められた順番にパターンがインプリントされる。

40

【0013】

インプリント装置1は、概略的には、インプリントヘッド10と、基板位置決め機構SPと、駆動機構100と、基板105のインプリントすべきショット領域に樹脂を塗布す

50

る不図示の塗布部と、これらの構成要素を制御する制御部CNTとを備えている。インプリントヘッド10は、モールド104を保持するモールドチャック(型チャック)103と、モールドチャック103を支持する支持体102とを含む。基板位置決め機構SPは、基板ステージ107と、基板ステージ107を駆動する不図示のアクチュエータとを含む。基板ステージ107は、基板105を保持する基板チャック106を含む。基板位置決め機構SPは、XYZ座標系における少なくともX方向およびY方向の2軸に関して基板105を位置決めすることができる。ここで、XY平面は、基板105の面に平行な面、Z軸は基板105の法線に平行な方向として定義される。インプリント装置1は、モールド104と基板105との位置ずれを検出する不図示の検出器を備える。該検出器は、例えば、モールド104に形成されたマークと、基板105に形成されたマークとを光学的に検出することによって、モールド104と基板105との位置ずれを検出しうる。

10

【0014】

駆動機構100は、基板105の上に塗布された樹脂にモールド104を押し付けたり、基板105の上で硬化した樹脂からモールド104を引き離したりするように基板105およびモールドチャック103の少なくとも一方を駆動する。なお、以下では、説明の具体化のため、駆動機構100は、モールド104を保持したモールドチャック103を駆動するように構成されているものとする。

【0015】

この実施形態では、樹脂は、光が照射されることによって硬化する光硬化型樹脂であり、インプリント装置1は、ミラー109およびモールド104を介して樹脂に光を照射する光照射部108を備えている。光照射部108は、モールド104のパターン面が樹脂を介して基板105に押し付けられた状態で樹脂に光を照射する。他の実施形式では、熱などの他の物理的なエネルギーを樹脂に与えること、または、樹脂に化学的な変化を生じさせることによって樹脂が硬化されうる。

20

【0016】

不図示の塗布部によって基板105のショット領域に樹脂が塗布された後に、基板位置決め機構SPによって当該ショット領域がインプリントヘッド10の直下に位置決めされる。次いで、駆動機構100によってインプリントヘッド10が下方に駆動され、モールド104のパターン面が基板105の上の樹脂に押し付けられる。この状態で、光照射部108によってミラー109を介して樹脂に光が照射されて、樹脂が硬化する。次いで、駆動機構100によってインプリントヘッド10が上方に駆動されることによって、基板105の上で硬化した樹脂からモールド104のパターン面が引き離される。

30

【0017】

インプリント装置1は、基板105(または樹脂)とモールド104との間に加わる荷重を計測する荷重計101を備えている。基板105の上に塗布された樹脂にモールド104が押し付けられるときの荷重は圧縮荷重であり、基板105の上で硬化した樹脂からモールド104を引き離すときの荷重は引張荷重である。この実施形態では、荷重計101は、ひずみゲージ式の荷重計、即ちロードセルである。ロードセルは、荷重を受ける部分(着力点)の変位を荷重に変換する。基板105とモールド104との間に加わる荷重を計測することができるようにモールド104と駆動機構100との間に配置されたロードセルは、バネとして機能する。バネは、樹脂に作用する力が圧縮荷重から引張荷重に変化する際の荷重変化を緩やかにする。バネ作用を荷重計101によって提供する代わりに、荷重計101または駆動機構100とモールドチャック103との間に弾性体(バネ作用を発揮するもの)を配置してもよい。

40

【0018】

図2を参照しながら駆動機構100によるモールド104(インプリントヘッド10と考えてもよい)の駆動方法を例示的に説明する。なお、駆動機構100は、基板105を駆動するように構成されてもよいし、基板105およびモールドチャック103の双方を駆動するように構成されてもよい。駆動機構100は、制御部CNTからの指令に従って動作する。図2(a)には、駆動機構100によるモールド104(インプリントヘッド

50

10と考えてもよい)の駆動パターンが例示されている。ここで、駆動パターンは、例えば、モールド104(および/または基板105)を制御するための目標値の集合であり、典型的には、目標値は時間の関数として定義される。図2(b)には、図2(a)に示される駆動パターンに従って駆動機構100が動作してモールド104が駆動された場合に基板105(または樹脂)とモールド104との間に加わる荷重が例示されている。この荷重は、荷重計101によってモニタすることができる。なお、図2(a)および図2(b)では、モールド104を下降させる動作は省略されている。

【0019】

時刻T1までは、基板105の上に塗布された樹脂にモールド104のパターン面が押し付けられていて、時刻T1までに該樹脂の硬化が完了している。時刻T1から時刻T2 10
までの期間では、駆動機構100は、制御部CNTからの指令に従って、モールド104(インプリントヘッド10)を上昇させる。この際に、荷重計101のバネが徐々に伸びながら、荷重が0になる時刻において、樹脂に作用する荷重(基板105とモールド104との間に作用する荷重)が圧縮荷重から引張荷重に切り替わる。

【0020】

時刻T2から時刻T4の期間では、駆動機構100は、制御部CNTからの指令に従って、時刻T1から時刻T2までの期間よりも遅い速度で、モールド104(インプリントヘッド10)を上昇させる。これは、硬化した樹脂からモールド104が引き離される瞬間における引き離し速度を遅くし、該樹脂の崩壊を防止するためである。時刻T2から時刻T4の期間における時刻T3では、硬化した樹脂からモールド104が分離し、モールド104に作用する荷重が0になる。 20

【0021】

時刻T4から時刻T5の期間では、駆動機構100は、制御部CNTからの指令に従って、時刻T2から時刻T4の期間よりも速い速度で、モールド104(インプリントヘッド10)を上昇させる。

【0022】

以上は、制御部CNTが駆動パターンとして図2(a)に例示されるような目標位置パターン(基板とモールドとの相対位置の変化を規定するパターン)に従って駆動機構100を制御する例である。これに代えて、制御部CNTは、駆動パターンとして図2(b)に例示されるような目標荷重パターン(基板とモールドとの間に加わる荷重の変化を規定するパターン)に従って駆動機構100を制御してもよい。この場合には、制御部CNTは、荷重計101によって計測される荷重と目標荷重パターンにおける荷重との偏差に基づいて駆動機構100を制御しうる。或いは、駆動パターンは、例えば、引張荷重の最大値、または、樹脂からのモールド104の引き離しに要する時間などで特定されてもよい。

【0023】

図3を参照しながら、本発明の実施形態における荷重変化率と、樹脂からのモールド104の引き離し(離型)によって発生する欠陥密度との関係を例示的に説明する。図2(b)において荷重がF0からF1に変化する時の変化率の絶対値(即ち、 $|(F1 - F0) / (T2 - T1)|$)を荷重変化率FVとして定義する。荷重変化率FVと離型によって発生する欠陥密度との関係をプロットすると、曲線C1、C2、C3のような関係が得られる。曲線C1は、第1インプリント条件における荷重変化率FVと欠陥密度との関係を示す。曲線C2は、第2インプリント条件における荷重変化率FVと欠陥密度との関係を示す。曲線C3は、第3インプリント条件における荷重変化率FVと欠陥密度との関係を示す。なお、図3では、横軸が荷重変化率FVであるが、横軸を位置変化率(モールドの駆動速度)とすることもできる。 40

【0024】

荷重変化率FVが小さい場合(モールド104の引き離し速度が小さい場合)、は、離型によって発生する欠陥密度は小さく、荷重変化率FVが大きくなるに従って発生する欠陥密度が大きくなる。インプリント条件と目標とする最大欠陥密度が定まれば、それを満 50

たす最大の荷重変化率 FV が定まるので、その荷重変化率 FV に従って、図 2 (a) に例示するような目標位置パターン又は図 2 (b) に例示するような目標荷重パターンを決定することができる。ここで、指定されたインプリント条件および最大欠陥密度を満たす最大の荷重変化率 FV は、最大のスループットを与える。

【 0 0 2 5 】

制御部 CNT は、不図示の入力インターフェース（例えば、操作端末、通信インターフェース）を通して与えられるインプリント条件（例えば、レシピ）に応じて駆動パターンを決定し、その駆動パターンに従って駆動機構 100 を動作させる。例えば、第 1 インプリント条件に対して第 1 駆動パターン、第 2 インプリント条件に対して第 2 駆動パターン、第 3 インプリント条件に対して第 3 駆動パターンが予め割り当てられて、その割り当てを示すテーブルが制御部 CNT に備えられうる。この場合、制御部 CNT は、例えば、入力インターフェースを通して第 1 インプリント条件が与えられると、第 1 駆動パターンを選択し、その第 1 駆動パターンに従って駆動機構 100 を動作させる。

10

【 0 0 2 6 】

インプリント条件としては、例えば、モールド 104 の劣化の程度、パターンをインプリントすべきショット領域の面積、インプリントすべきパターンの密度、露光量、樹脂の種類、離型剤の種類を挙げることができる。ここで、露光量は、樹脂を硬化させるための該樹脂への光の照射量である。

【 0 0 2 7 】

例えば、モールド 104 が劣化すると、同一の荷重変化率 FV の下でも、離型による欠陥密度が増加しうる。そこで、モールドの劣化の程度に応じて、荷重変化率 FV が小さい駆動パターンに変更するべきである。例えば、使用回数が $N1$ 回以下のモールドを使用する場合には荷重変化率が $FV1$ の駆動パターンを使用し、使用回数が $N1$ 回を超えたモールドを使用する場合には荷重変化率が $FV2$ ($< FV1$) の駆動パターンを使用することができる。モールドの劣化が許容値を超えた場合には、制御部 CNT は、モールドの交換機構（不図示）に指令を送ってモールドを交換させることができる。

20

【 0 0 2 8 】

或いは、ショット領域の面積が小さいと、同一の荷重変化率 FV の下でも、離型による欠陥密度が低下しうる。そこで、ショット領域の面積が小さい場合には、荷重変化率 FV が大きい駆動パターンに変更してスループットを向上させるべきである。

30

【 0 0 2 9 】

図 4 および図 5 には、図 3 に例示された駆動パターンの変更例が実線で例示されている。点線は、図 3 に例示された駆動パターンである。図 4 に例示された駆動パターンは、図 3 に例示された駆動パターンよりも荷重変化率 FV が大きく、例えば、モールド 104 の使用回数が第 1 回数以下の場合やショット領域の面積が第 1 面積より小さい場合に好適である。図 5 に例示された駆動パターンは、図 3 に例示された駆動パターンよりも荷重変化率 FV が小さく、例えば、モールド 104 の使用回数が第 2 回数 ($>$ 第 1 回数) を超えた場合や、ショット領域の面積が第 2 面積 ($>$ 第 1 面積) 大きい場合に好適である。モールド 104 の使用回数が第 1 回数を超え、かつ、第 2 回数以下である場合には、図 3 に例示された駆動パターンが使用されうる。ショット領域の面積が第 1 面積を超えて、かつ、第 2 面積以下である場合には、図 3 に例示された駆動パターンが使用されうる。

40

【 0 0 3 0 】

以上の説明では、荷重が $F0$ から $F1$ に変化するときの変化率の絶対値を荷重変化率 FV として定義して、これに基づいて駆動パターンを決定しているが、荷重変化率の定義はこれには限定されない。例えば、荷重が $F1$ から $F2$ に変化するときの変化率の絶対値を荷重変化率 FV として定義して、これに基づいて駆動パターンを決定してもよい。

【 0 0 3 1 】

ここで挙げた目標位置パターンおよび目標荷重パターンは例示に過ぎず、例えば、より複雑な目標位置パターンおよび目標荷重パターンを採用することもできる。

[物品の製造方法の実施形態]

50

物品としてのデバイス（半導体集積回路素子、液晶表示素子等）の製造方法は、前述したインプリント装置（押印装置）を用いて基板（ウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板等）にパターンを転写（形成）するステップを含む。さらに、該製造方法は、パターンを転写された前記基板をエッチングするステップを含みうる。なお、パターンドメディア（記録媒体）や光学素子などの他の物品を製造する場合には、該製造方法は、エッチングステップの代わりに、パターンを転写された前記基板を加工する他の加工ステップを含みうる。

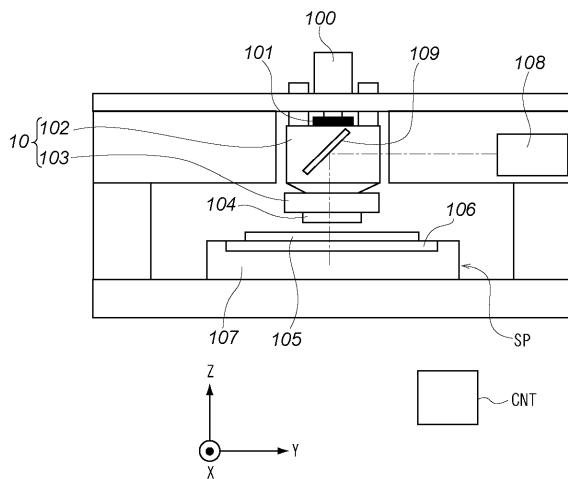
【0032】

本実施形態のデバイス製造方法は、デバイスの性能、品質、生産性および生産コストの少なくとも一つにおいて従来よりも有利である。

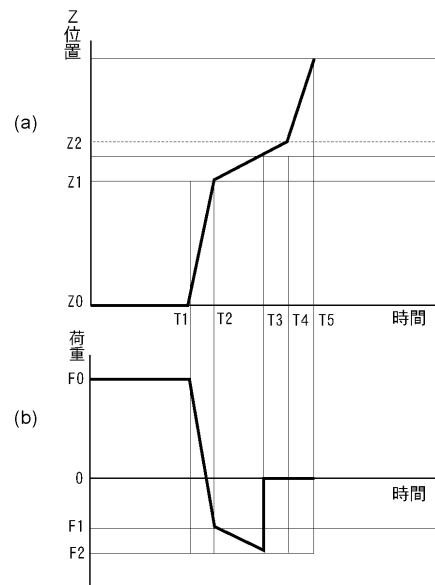
【0033】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

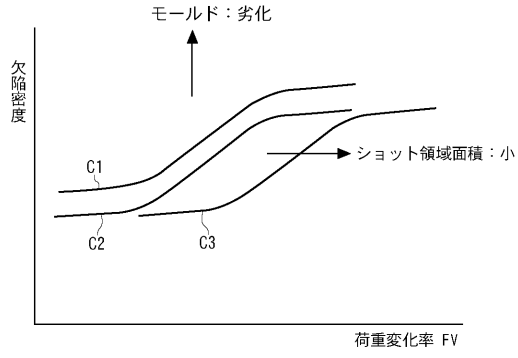
【図1】



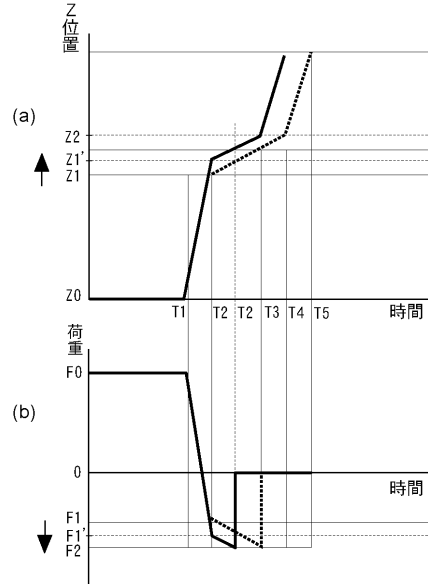
【図2】



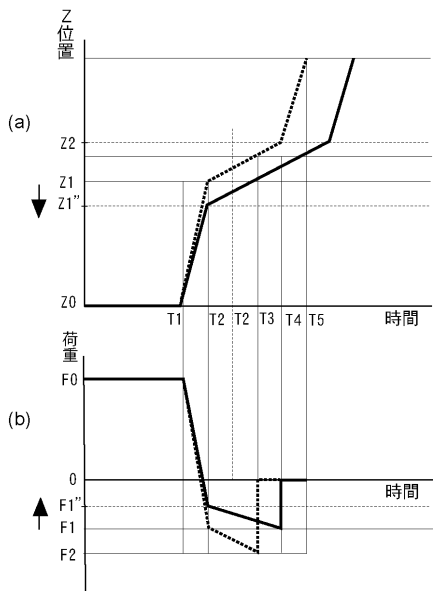
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 矢吹 晃

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 大塚 徹

(56)参考文献 特開2007-072374(JP,A)

特開2007-329367(JP,A)

特開2008-244441(JP,A)

特開2008-183731(JP,A)

特開2007-251162(JP,A)

特開2008-246729(JP,A)

特開2007-196581(JP,A)

特表2011-512019(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 59/00 - 59/18

H01L 21/027