

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7169350号
(P7169350)

(45)発行日 令和4年11月10日(2022.11.10)

(24)登録日 令和4年11月1日(2022.11.1)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

H 0 1 L 21/30 5 0 2 D

B 2 9 C 59/02 (2006.01)

B 2 9 C 59/02 Z

G 0 2 B 27/02 (2006.01)

G 0 2 B 27/02 Z

請求項の数 23 (全28頁)

(21)出願番号	特願2020-521998(P2020-521998)	(73)特許権者	514108838
(86)(22)出願日	平成30年10月19日(2018.10.19)		マジック リープ, インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2021-500746(P2021-500746		M a g i c L e a p, I n c .
	A)		アメリカ合衆国 フロリダ 3 3 3 2 2 ,
(43)公表日	令和3年1月7日(2021.1.7)		プランテーション, ウェスト サンライズ
(86)国際出願番号	PCT/US2018/056644		ブルバード 7 5 0 0
(87)国際公開番号	WO2019/079679		7 5 0 0 W S U N R I S E B L V D
(87)国際公開日	平成31年4月25日(2019.4.25)		, P L A N T A T I O N , F L 3 3 3
審査請求日	令和3年10月13日(2021.10.13)		2 2 U S A
(31)優先権主張番号	62/574,826	(74)代理人	100078282
(32)優先日	平成29年10月20日(2017.10.20)		弁理士 山本 秀策
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100113413
早期審査対象出願			弁理士 森下 夏樹
		(74)代理人	100181674
			弁理士 飯田 貴敏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インプリントリソグラフィプロセスにおける光学層の構成

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の光学層を構成するインプリントリソグラフィ方法であって、前記インプリントリソグラフィ方法は、

第1の基板と前記第1の基板上に直接的にインプリントされているナノ層とを備えている第1の光学層と、前記第1の基板に沿って配置されている第1の機能的パターンとを形成することであって、前記ナノ層は、前記第1の機能的パターンを少なくとも部分的に包囲する、ことと、

第2の基板と前記第2の基板に沿って配置されている第2の機能的パターンとを備えている第2の光学層を形成することと、

第3の基板と前記第3の基板に沿って配置されている第3の機能的パターンとを備えている第3の光学層を形成することと、

前記第1の光学層および前記第2の光学層および前記第3の光学層が互いに重なり合うように、前記第1の光学層および前記第2の光学層および前記第3の光学層を堆積させることと

を含み、

前記第1の基板上に前記ナノ層をインプリントすることは、前記第1の基板の有効屈折率を変化させ、それにより、前記第2の光学層まで前記第1の基板を透過可能な光の量が、約0.5%~約15%だけ変化させられ、

前記ナノ層は、厚さを有し、前記厚さが100nm未満である、または、

前記ナノ層は、表面起伏パターンを有し、前記表面起伏パターンは、高さおよび幅およびピッチを有し、前記高さが10 nm～300 nmの範囲である、または、前記幅が10 nm～150 nmの範囲である、または、前記ピッチが20 nm～200 nmの範囲である、インプリントリソグラフィ方法。

【請求項2】

前記光の量は、第1の光の量であり、前記第1の基板上に前記ナノ層をインプリントし、前記第1の基板の前記有効屈折率を変化させることは、前記第1の基板の表面から反射される第2の光の量を変化させることを含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項3】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記ナノ層の形状および寸法および材料調合のうちの1つ以上のものを選択することをさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項4】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1の基板上に平坦なナノインプリントをインプリントすることをさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項5】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1の基板上に特徴付けられているナノインプリントをインプリントすることをさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項6】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1の基板上に1つ以上の反射防止（AR）特徴をインプリントすることをさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項7】

前記1つ以上のAR特徴は、約10 nm～約300 nmの範囲内の高さを有する、請求項6に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項8】

前記1つ以上のAR特徴は、約10 nm～約150 nmの範囲内の幅を有する、請求項7に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項9】

前記インプリントリソグラフィ方法は、約20 nm～約200 nmの範囲内のピッチで前記1つ以上のAR特徴を分配することをさらに含む、請求項7に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項10】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1の基板上に柱を形成することをさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項11】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1の基板上に孔を形成することをさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項12】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1の基板上に連続格子および不連続格子のうちの一方または両方を形成することをさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項13】

前記インプリントリソグラフィ方法は、
前記第1の基板の第1の側に前記第1の機能的パターンを形成することと、
前記第1の基板の前記第1の側および前記第1の基板の前記第1の側と反対側の前記第1の基板の第2の側のうちの一方または両方に沿って前記ナノ層をインプリントすることとをさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1の機能的パターンに対する特定の方向に沿って前記ナノ層のAR特徴のアレイを形成することをさらに含む、請求項13に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項 15】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1の基板を透過させられる光が約0.5%～約15%だけ変化させられるように、光伝搬の方向に基づいて前記第1の基板の有効屈折率を変化させるために、前記第1の基板上に前記ナノ層のAR特徴を形成することをさらに含む、請求項14に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項 16】

前記インプリントリソグラフィ方法は、
フィルムコーティングを前記第1の基板に適用することと、
前記フィルムコーティング上に前記ナノ層をインプリントすることと
をさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項 17】

前記ナノ層は、第1のナノ層であり、前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1のナノ層上に第2のナノ層をインプリントすることをさらに含む、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項 18】

前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第1のナノ層に基づいて、前記有効屈折率を第1の値に変化させることと、前記第2のナノ層に基づいて、前記有効屈折率を第2の値に変化させることとをさらに含む、請求項17に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項 19】

前記第1の基板上にインプリントされている前記ナノ層は、第1のナノ層であり、前記第1の基板の前記有効屈折率は、第1の屈折率であり、前記光の量は、第1の光の量であり、前記第2の光学層は、前記第2の基板上にインプリントされている第2のナノ層を含み、前記第2のナノ層は、前記第2の基板の第2の有効屈折率を決定し、それにより、前記第2のナノ層は、前記第3の光学層まで前記第2の基板を透過可能な第2の光の量を増加させる、請求項1に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項 20】

前記第1のナノ層および前記第2のナノ層は、前記第3の光学層まで前記第1の基板および前記第2の基板を透過させられる最終の光の量が、源から前記第1のナノ層に向けられた光の量から、前記第1の基板から反射された第1の光の量を差し引き、前記第2の基板から反射された第2の光の量を差し引いた光の量にほぼ等しいように構成されている、請求項19に記載のインプリントリソグラフィ方法。

【請求項 21】

光学デバイスであって、
前記光学デバイスは、第1の光学層と第2の光学層と第3の光学層とを備え、
前記第1の光学層は、
第1の基板と、
前記第1の基板に沿って配置されているナノ層と、
前記第1の基板に沿って配置されている第1の機能的パターンであって、前記ナノ層は、前記第1の機能的パターンを少なくとも部分的に包囲する、第1の機能的パターンとを備え、
前記第2の光学層は、
第2の基板と、
前記第2の基板に沿って配置されている第2の機能的パターンとを備え、
前記第3の光学層は、
第3の基板と、

前記第 3 の基板に沿って配置されている第 3 の機能的パターンとを備え、

前記第 1 の基板上に沿って配置されている前記ナノ層は、前記第 1 の基板の有効屈折率を決定し、それにより、前記ナノ層は、前記第 2 の光学層まで前記第 1 の基板を透過可能な光の量を約 0 . 5 % ~ 約 1 5 % 増加させ、

前記第 1 の光学層および前記第 2 の光学層および前記第 3 の光学層が互いに重なり合うように、前記第 1 の光学層および前記第 2 の光学層および前記第 3 の光学層が堆積され、

前記ナノ層は、厚さを有し、前記厚さが 1 0 0 n m 未満である、または、

前記ナノ層は、表面起伏パターンを有し、前記表面起伏パターンは、高さおよび幅およびピッチを有し、前記高さが 1 0 n m ~ 3 0 0 n m の範囲である、または、前記幅が 1 0 n m ~ 1 5 0 n m の範囲である、または、前記ピッチが 2 0 n m ~ 2 0 0 n m の範囲である、光学デバイス。

10

【請求項 2 2】

前記第 1 の基板上に沿って配置されている前記ナノ層は、第 1 のナノ層であり、前記第 1 の基板の前記有効屈折率は、第 1 の屈折率であり、前記光の量は、第 1 の光の量であり、前記第 2 の光学層は、前記第 2 の基板上に沿って配置されている第 2 のナノ層を備え、前記第 2 のナノ層は、前記第 2 の基板の第 2 の有効屈折率を決定し、それにより、前記第 2 のナノ層は、前記第 3 の光学層まで前記第 2 の基板を透過可能な第 2 の光の量を増加させる、請求項 2 1 に記載の光学デバイス。

【請求項 2 3】

20

前記第 1 のナノ層および前記第 2 のナノ層は、前記第 3 の光学層まで前記第 1 の基板および前記第 2 の基板を透過させられる最終の光の量が、源から前記第 1 のナノ層に向けられた光の量から、前記第 1 の基板から反射された第 1 の光の量を差し引き、前記第 2 の基板から反射された第 2 の光の量を差し引いた光の量にほぼ等しいように構成されている、請求項 2 2 に記載の光学デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

(関連出願の相互参照)

本願は、2 0 1 7 年 1 0 月 2 0 日に出願された米国仮出願第 6 2 / 5 7 4 , 8 2 6 号の出願日の利益を主張する。米国出願第 6 2 / 5 7 4 , 8 2 6 号の内容は、参照することによってその全体として本明細書に組み込まれる。

30

(技術分野)

【0 0 0 2】

本発明は、インプリントリソグラフィプロセスにおいて光学層を構成することに関し、より具体的には、基板を通した光透過を調整するために基板上に反射防止特徴を形成することに関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

ナノ製作 (例えば、ナノインプリントリソグラフィ) は、約 1 0 0 ナノメートル以下の特徴を有する非常に小さい構造の製作である。ナノ製作が有意な影響を及ぼしている 1 つの用途は、集積回路の処理にある。半導体処理産業は、基板の単位面積あたりの基板上に形成される回路の数を増加させながら、より大きい生産収率を得ようと努力し続けている。このために、ナノ製作は、半導体処理産業において所望の結果を達成することに対してますます重要になっている。ナノ製作は、基板上に形成される構造の最小特徴寸法の継続的な縮小を可能にしながら、さらなるプロセス制御を提供する。ナノ製作が採用されている他の開発分野は、バイオテクノロジー、光学技術、機械システム等を含む。いくつかの例では、ナノ製作は、光学デバイスを形成するために組み立てられる基板上に構造を製作することを含む。

40

【発明の概要】

50

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、基板上にあるタイプのナノスケールの特徴をインプリントすることが、基板を通した光（例えば、光源光および世界側の光）の透過を大きく改良し得るという認識を伴う。例えば、反射防止（AR）パターンが、基板における光反射損失を低下させ、それによって、基板を通した光透過を増加させるナノスケールの柱、ナノスケールの孔、およびナノスケールの格子から形成されることができる。ナノスケールの特徴のサイズ、形状、縦横比、およびピッチに応じて、基板を通した光透過は、1.49から1.74まで変動する屈折率のパターン化ポリマーフィルムを使用して所望のレベルに調整されることができる。この点で、基板上に形成されるARパターンは、基板に新しい有効屈折率を提供することもできる。そのような特徴は、150nm厚さ未満の超薄フィルム内にインプリントされ、それによって、材料使用を節約し、さらに、ガラス基板の上に薄いインプリント層を使用してスタック導波管の使用を可能にすることができる。インプリントされているナノスケールの特徴は、ナノスケールの特徴が、光が多色導波管スタック内の各層を通して伝搬するときには不要な回折または光散乱を引き起こさないように、300nm未満の全体的ピッチおよび寸法を有する。そのようなインプリントされるナノスケールの特徴は、各層を通した世界側の光のより高い透過率も可能にし、それによって、ユーザの眼（例えば、瞳孔）を通して視認されるような世界側の物体を強調する。そのようなナノスケールの特徴は、導波管パターン幾何学形状の縁の周囲のダミーフィル領域としての機能も果たし、パターン化された領域からブランク非パターン化領域と対比して、パターン化された領域から別のパターン化された領域を通したレジスト流体の硬化に先立つ平滑な移動を可能にすることができる。これらのナノスケールの特徴は、100nm未満の非常に薄い残留層厚さを伴ってインプリントされ、それは、任意の下にある材料層の中への、または基板の中への直接のパターン転写を可能にし、その層またはベア基板自体のみの反射防止特性を強化する。

10

20

【0005】

本発明の一側面は、光学層を構成するインプリントリソグラフィ方法を特徴とする。インプリントリソグラフィ方法は、基板の有効屈折率を変化させるために基板に適用されるべきナノ層の1つ以上のパラメータを選択することと、基板を透過可能な相対的な光の量が選択された量だけ変化させられるように基板の有効屈折率を変化させるために、基板上にナノ層をインプリントすることを含む。

30

【0006】

いくつかの実施形態では、相対的な光の量は、第1の相対的な光の量であり、基板の有効屈折率を変化させるために基板上にナノ層をインプリントすることは、基板の表面から反射される第2の相対的な光の量を変化させることを含む。

【0007】

ある実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、ナノ層の形状、寸法、および材料調合のうちの1つ以上のものを選択することをさらに含む。

【0008】

いくつかの実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、基板上に平坦なナノインプリントをインプリントすることをさらに含む。

40

【0009】

ある実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、基板上に特徴付けられたナノインプリントをインプリントすることをさらに含む。

【0010】

いくつかの実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、基板上に1つ以上の反射防止（AR）特徴をインプリントすることをさらに含む。

【0011】

ある実施形態では、1つ以上のAR特徴は、約10nm～約300nmの範囲内の高さを有する。

50

【 0 0 1 2 】

いくつかの実施形態では、1つ以上のAR特徴は、約10nm～約150nmの範囲内の幅を有する。

【 0 0 1 3 】

ある実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、約20nm～約200nmの範囲内のピッチで1つ以上のAR特徴を分配することをさらに含む。

【 0 0 1 4 】

いくつかの実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、基板上に柱を形成することをさらに含む。

【 0 0 1 5 】

ある実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、基板上に孔を形成することをさらに含む。

【 0 0 1 6 】

いくつかの実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、基板上に連続格子および不連続格子のうち的一方または両方を形成することをさらに含む。

【 0 0 1 7 】

ある実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、基板の第1の側に機能的パターンを形成することと、基板の第1の側および基板の第1の側と反対側の基板の第2の側のうち的一方または両方に沿ってナノ層をインプリントすることとをさらに含む。

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、機能的パターンに対する特定の方向に沿ってナノ層のAR特徴のアレイを形成することをさらに含む。

【 0 0 1 9 】

ある実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、基板を透過させられる光が選択された量だけ変化させられるように、光伝搬の方向に基づいて基板の有効屈折率を変化させるために、基板上にナノ層のAR特徴を形成することをさらに含む。

【 0 0 2 0 】

いくつかの実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、フィルムコーティングを基板に適用することと、フィルムコーティング上にナノ層をインプリントすることとをさらに含む。

【 0 0 2 1 】

ある実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、基板を透過可能な相対的な光の量を約0.5%～約15%だけ変化させることをさらに含む。

【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態では、ナノ層は、第1のナノ層であり、インプリントリソグラフィ方法は、第1のナノ層上に第2のナノ層をインプリントすることをさらに含む。

【 0 0 2 3 】

ある実施形態では、インプリントリソグラフィ方法は、第1のナノ層に基づいて、有効屈折率を第1の値に変化させ、第2のナノ層に基づいて、有効屈折率を第2の値に変化させることをさらに含む。

【 0 0 2 4 】

本発明の別の側面は、基板と、基板上にインプリントされるナノ層であって、ナノ層は、ナノ層が基板を透過可能な相対的な光の量をもたらすように、基板の有効屈折率を決定する、ナノ層とを含む光学層を特徴とする。

【 0 0 2 5 】

本発明の別の側面は、第1の光学層と、第2の光学層とを含む光学デバイスを特徴とする。第1の光学層は、第1の基板と、第1の基板上にインプリントされたナノ層とを含む。第2の光学層は、第2の基板と、第2の基板に沿って配置された機能的パターンとを含む。第1の基板上にインプリントされるナノ層は、ナノ層が第1の基板を通して第2の光学層に透過可能な相対的な光の量を増加させるように、第1の基板の有効屈折率を決定す

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 2 6 】

いくつかの実施形態では、第 2 の基板に沿って配置された機能的パターンは、第 1 の機能的パターンであり、光学デバイスは、第 3 の基板と、第 3 の基板に沿って配置された第 2 の機能的パターンとを含む第 3 の光学層をさらに含む。

【 0 0 2 7 】

ある実施形態では、第 1 の基板上にインプリントされるナノ層は、第 1 のナノ層であり、第 1 の基板の有効屈折率は、第 1 の屈折率であり、相対的な光の量は、第 1 の相対的な光の量であり、第 2 の光学層は、第 2 の基板上にインプリントされる第 2 のナノ層を含み、第 2 のナノ層は、第 2 のナノ層が第 2 の基板を通して第 3 の光学層に透過可能な第 2 の相対的な光の量を増加させるように、第 2 の基板の第 2 の有効屈折率を決定する。

10

【 0 0 2 8 】

いくつかの実施形態では、第 1 および第 2 のナノ層は、第 1 および第 2 の基板を通して第 3 の光学層に透過させられる最終の光の量が、源から第 1 のナノ層に向けられた光の量から、第 1 の基板から反射された第 1 の光の量を差し引き、第 2 の基板から反射された第 2 の光の量を差し引いたものにほぼ等しいように構成される。

【 0 0 2 9 】

本発明の 1 つ以上の実施形態の詳細が、付随の図面および下記の説明に記載される。本発明の他の特徴、側面、および利点が、説明、図面、ならびに請求項から明白となるであろう。

20

本願明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

(項目 1)

光学層を構成するインプリントリソグラフィ方法であって、前記インプリントリソグラフィ方法は、

基板の有効屈折率を変化させるために前記基板に適用されるべきナノ層の 1 つ以上のパラメータを選択することと、

前記基板上に前記ナノ層をインプリントすることと
を含み、

前記ナノ層は、前記基板の前記有効屈折率を変化させ、それによって、前記基板を透過可能な相対的な光の量は、選択された量だけ変化させられる、インプリントリソグラフィ方法。

30

(項目 2)

前記相対的な光の量は、第 1 の相対的な光の量であり、前記基板上に前記ナノ層をインプリントし、前記基板の前記有効屈折率を変化させることは、前記基板の表面から反射される第 2 の相対的な光の量を変化させることを含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 3)

前記ナノ層の形状、寸法、および材料調合のうちの 1 つ以上のものを選択することをさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 4)

前記基板上に平坦なナノインプリントをインプリントすることをさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

40

(項目 5)

前記基板上に特徴付けられたナノインプリントをインプリントすることをさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 6)

前記基板上に 1 つ以上の反射防止 (A R) 特徴をインプリントすることをさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 7)

前記 1 つ以上の A R 特徴は、約 1 0 n m ~ 約 3 0 0 n m の範囲内の高さを有する、項目

50

6 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 8)

前記 1 つ以上の A R 特徴は、約 1 0 n m ~ 約 1 5 0 n m の範囲内の幅を有する、項目 7 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 9)

約 2 0 n m ~ 約 2 0 0 n m の範囲内のピッチで前記 1 つ以上の A R 特徴を分配することをさらに含む、項目 7 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 0)

前記基板上に柱を形成することをさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 1)

前記基板上に孔を形成することをさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 2)

前記基板上に連続格子および不連続格子のうち的一方または両方を形成することをさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 3)

前記基板の第 1 の側に機能的パターンを形成することと、
前記基板の前記第 1 の側および前記基板の前記第 1 の側と反対側の前記基板の第 2 の側のうち的一方または両方に沿って前記ナノ層をインプリントすることと
をさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 4)

前記機能的パターンに対する特定の方向に沿って前記ナノ層の A R 特徴のアレイを形成することをさらに含む、項目 1 3 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 5)

前記基板を透過させられる光が前記選択された量だけ変化させられるように、光伝搬の方向に基づいて前記基板の有効屈折率を変化させるために、前記基板上に前記ナノ層の A R 特徴を形成することをさらに含む、項目 1 4 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 6)

フィルムコーティングを前記基板に適用することと、
前記フィルムコーティング上に前記ナノ層をインプリントすることと
をさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 7)

前記基板を透過可能な前記相対的な光の量を約 0 . 5 % ~ 約 1 5 % だけ変化させることをさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 8)

前記ナノ層は、第 1 のナノ層であり、前記インプリントリソグラフィ方法は、前記第 1 のナノ層上に第 2 のナノ層をインプリントすることをさらに含む、項目 1 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 1 9)

前記第 1 のナノ層に基づいて、前記有効屈折率を第 1 の値に変化させることと、前記第 2 のナノ層に基づいて、前記有効屈折率を第 2 の値に変化させることとをさらに含む、項目 1 8 に記載のインプリントリソグラフィ方法。

(項目 2 0)

光学層であって、前記光学層は、
基板と、
前記基板上にインプリントされたナノ層と
を備え、

前記ナノ層は、前記基板の有効屈折率を決定し、それによって、前記ナノ層は、前記基板を透過可能な相対的な光の量をもたらす、光学層。

10

20

30

40

50

(項目 2 1)

光学デバイスであって、前記光学デバイスは、
第 1 の光学層であって、前記第 1 の光学層は、
第 1 の基板と、
前記第 1 の基板上にインプリントされたナノ層と
を備えている、第 1 の光学層と、
第 2 の光学層であって、前記第 2 の光学層は、
第 2 の基板と、
前記第 2 の基板に沿って配置された機能的パターンと
を備えている、第 2 の光学層と
を備え、

10

前記第 1 の基板上にインプリントされた前記ナノ層は、前記第 1 の基板の有効屈折率を
決定し、それによって、前記ナノ層は、前記第 2 の光学層まで前記第 1 の基板を透過可能
な相対的な光の量を増加させる、光学デバイス。

(項目 2 2)

前記第 2 の基板に沿って配置された前記機能的パターンは、第 1 の機能的パターンであ
り、前記光学デバイスは、第 3 の光学層をさらに備え、前記第 3 の光学層は、第 3 の基板
と、前記第 3 の基板に沿って配置された第 2 の機能的パターンとを備えている、項目 2 1
に記載の光学デバイス。

20

(項目 2 3)

前記第 1 の基板上にインプリントされた前記ナノ層は、第 1 のナノ層であり、前記第 1
の基板の有効屈折率は、第 1 の屈折率であり、前記相対的な光の量は、第 1 の相対的な光
の量であり、前記第 2 の光学層は、前記第 2 の基板上にインプリントされた第 2 のナノ層
を備え、前記第 2 のナノ層は、前記第 2 の基板の第 2 の有効屈折率を決定し、それによっ
て、前記第 2 のナノ層は、前記第 3 の光学層まで前記第 2 の基板を透過可能な第 2 の相対
的な光の量を増加させる、項目 2 2 に記載の光学デバイス。

(項目 2 4)

前記第 1 および第 2 のナノ層は、前記第 3 の光学層まで前記第 1 および第 2 の基板を透
過させられる最終の光の量が、源から前記第 1 のナノ層に向けられた光の量から、前記第
1 の基板から反射された第 1 の光の量を差し引き、前記第 2 の基板から反射された第 2 の
光の量を差し引いた光の量にほぼ等しいように構成されている、項目 2 3 に記載の光学デ
バイス。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 0 】

【図 1】図 1 は、インプリントリソグラフィシステムの略図である。

【 0 0 3 1 】

【図 2】図 2 は、図 1 のインプリントリソグラフィシステムによって形成されるパターン
 化された層の略図である。

【 0 0 3 2 】

【図 3】図 3 は、光学層の上面図である。

40

【 0 0 3 3 】

【図 4】図 4 は、図 3 の光学層の側面図である。

【 0 0 3 4 】

【図 5】図 5 は、光学層の上面図である。

【 0 0 3 5 】

【図 6】図 6 は、光学層の上面図である。

【 0 0 3 6 】

【図 7】図 7 は、光学層の側面図である。

【 0 0 3 7 】

【図 8】図 8 は、光学層の側面図である。

50

【 0 0 3 8 】

【 図 9 】 図 9 は、光学層の側面図である。

【 0 0 3 9 】

【 図 1 0 】 図 1 0 は、種々の反射防止（ A R ）特徴の側面図を図示する S E M 画像（ a ） - （ d ）を提供する。

【 0 0 4 0 】

【 図 1 1 】 図 1 1 は、基板上に直接適用されるナノパターンの効果を図示する略図である。

【 0 0 4 1 】

【 図 1 2 】 図 1 2 は、基板上に特徴付けられたナノパターンをスタックする効果を図示する略図である。

10

【 0 0 4 2 】

【 図 1 3 】 図 1 3 は、種々の処理が基板に適用される基板を通した光透過のグラフである。

【 0 0 4 3 】

【 図 1 4 】 図 1 4 は、基板上的機能的パターンの回折格子の方向と比較して、同一の方向（ a ）および垂直方向（ b ）に適用されるナノインプリント格子を伴う基板を図示する略図である。

【 0 0 4 4 】

【 図 1 5 】 図 1 5 は、種々の処理が基板に適用される基板を透過させられる光のグラフである。

【 0 0 4 5 】

20

【 図 1 6 】 図 1 6 は、種々の処理が W G P 基板に適用される W G P 基板を透過させられる光のグラフである。

【 0 0 4 6 】

【 図 1 7 】 図 1 7 は、種々の基板処理に関する屈折率のグラフである。

【 0 0 4 7 】

【 図 1 8 】 図 1 8 は、多層光学デバイスを通した光透過を図示する略図である。

【 0 0 4 8 】

【 図 1 9 】 図 1 9 は、インプリントされていない A R フィルムを含む導波管接眼レンズの複数の層に向けられる光源を図示する略図である。

【 0 0 4 9 】

30

【 図 2 0 】 図 2 0 は、インプリントされた A R ナノ層を含む導波管接眼レンズの複数の層に向けられる光源を図示する略図である。

【 0 0 5 0 】

【 図 2 1 】 図 2 1 は、インプリントリソグラフィプロセスにおいて光学層を構成するための例示的プロセスのフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 5 1 】

種々の図内の同様の参照記号は、同様の要素を示す。

【 0 0 5 2 】

いくつかの例では、図面に示される図示は、縮尺通りに描かれないこともある。

40

【 0 0 5 3 】

光学層を構成するためのインプリントリソグラフィプロセスが、下で説明される。インプリントリソグラフィプロセスは、基板上にナノスケールの表面起伏パターン反射防止（ A R ）インプリントを形成することを伴う。そのような A R インプリントは、 A R インプリントの種々の幾何学特性に応じて、基板を通した光透過を様々な程度に増加させる役割を果たす。

【 0 0 5 4 】

図 1 は、基板 1 0 1（例えば、ウエハ）の上面 1 0 3 上に起伏パターンを形成するために動作可能であるインプリントリソグラフィシステム 1 0 0 を図示する。インプリントリソグラフィシステム 1 0 0 は、基板 1 0 1 を支持および輸送する支持アセンブリ 1 0 2 と

50

、基板 101 の上面 103 上に起伏パターンを形成するインプリントアセンブリ 104 と、基板 101 の上面 103 上に重合性物質を堆積させる流体分注器 106 と、支持アセンブリ 102 上に基板 101 を設置するロボット 108 とを含む。インプリントリソグラフィシステム 100 は、1 つ以上のプロセッサ 128 も含み、プロセッサ 128 は、メモリ内に記憶されたコンピュータ読み取り可能なプログラムに基づいて動作可能であり、支持アセンブリ 102、インプリントアセンブリ 104、流体分注器 106、およびロボット 108 と通信し、それらを制御するようにプログラムされている。

【0055】

基板 101 は、実質的に平面状の薄いスライスであり、典型的に、シリコン、二酸化シリコン、二酸化チタン、二酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、サファイア、ゲルマニウム、ヒ化ガリウム (GaAs)、シリコンおよびゲルマニウムの合金、リン化インジウム (InP)、または他の例示的材料を含む 1 つ以上の材料から作製される。基板 101 は、典型的に、実質的に円形または長方形の形状を有する。基板 101 は、典型的に、約 50 mm ~ 約 200 mm (例えば、約 65 mm、約 150 mm、または約 200 mm) の範囲内の直径、または、約 50 mm ~ 約 200 mm (例えば、約 65 mm、約 150 mm、または約 200 mm) の範囲内の長さおよび幅を有する。基板 101 は、典型的に、約 0.2 mm ~ 約 1.0 mm の範囲内の厚さを有する。基板 101 の厚さは、基板 101 にわたって実質的に均一 (例えば、一定) である。起伏パターンは、下でより詳細に議論されるであろうように、基板 101 の上面 103 上に重合性物質における構造的特徴 (例えば、突出部および陥凹) の組として形成される。

【0056】

支持アセンブリ 102 は、基板 101 を支持し、固定するチャック 110 と、チャック 110 を支持する空気軸受 112 と、空気軸受 112 を支持する基部 114 とを含む。基部 114 は、固定位置に位置するが、空気軸受 112 は、最大 3 つの方向 (例えば、x、y、および z 方向) において移動し、ロボット 108、流体分注器 106、およびインプリントアセンブリ 104 に、および、それらからチャック 110 を輸送する (例えば、いくつかの事例では、基板 101 を搬送する) ことができる。いくつかの実施形態では、チャック 110 は、真空チャック、ピンタイプチャック、溝タイプチャック、電磁チャック、または別のタイプのチャックである。

【0057】

依然として図 1 を参照すると、インプリントアセンブリ 104 は、原パターンを画定するパターン化する面を伴う可撓性テンプレート 116 を含み、起伏パターンが、原パターンから、基板 101 の上面 103 上に相補的に形成される。故に、可撓性テンプレート 116 のパターン化する面は、突出部および陥凹等の構造的特徴を含む。インプリントアセンブリ 104 は、種々の直径の複数のローラ 118、120、122 を含み、それらは、可撓性テンプレート 116 の 1 つ以上の部分がインプリントリソグラフィシステム 100 の処理領域 130 内で x 方向に移動させられることを可能にし、可撓性テンプレート 116 の選択された部分を処理領域 130 に沿って基板 101 と整列させられる (例えば、重ねられる) ように回転する。ローラ 118、120、122 のうちの 1 つ以上のものは、垂直方向 (例えば、z 方向) に、個々にまたは一緒に移動可能であり、インプリントアセンブリ 104 の処理領域 130 内の可撓性テンプレート 116 の垂直位置を変動させる。故に、可撓性テンプレート 116 は、処理領域 130 内で基板 101 上に押し下げられ、基板 101 上にインプリントを形成することができる。ローラ 118、120、122 の配列および数は、インプリントリソグラフィシステム 100 の種々の設計パラメータに応じて変動し得る。いくつかの実施形態では、可撓性テンプレート 116 は、真空チャック、ピンタイプチャック、溝タイプチャック、電磁チャック、または別のタイプのチャックに結合される (例えば、それによって支持または固定される)。

【0058】

インプリントリソグラフィシステム 100 の動作時、可撓性テンプレート 116 および基板 101 の各々は、ローラ 118、120、122 および空気軸受 112 によって所望

10

20

30

40

50

の垂直および側方位置において整列させられる。そのような位置付けは、可撓性テンプレート 116 と基板 101 との間の処理領域 130 内に容積 124 を画定する。容積 124 は、重合性物質が流体分注器 106 によって基板 101 の上面 103 上に堆積させられると、重合性物質によって充填されることができ、チャック 110 (例えば、基板 101 を搬送する) が、空気軸受 112 によって処理領域 130 にその後移動させられる。故に、可撓性テンプレート 116 および基板 101 の上面 103 の両方は、インプリントリソグラフィシステム 100 の処理領域 130 内の重合性物質と接触することができる。例示的の重合性物質は、イソボルニルアクリレート、n-ヘキシルアクリレート、エチレングリコールジアクリレート、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニル-プロパン-1-オン、(2-メチル-2-エチル-1,3-ジオキソラン-4-イル)メチルアクリレート、ヘキサジオールジアクリレート、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-(4-モルホリニル)-1-プロパノン、ジフェニル(2,4,6-トリメチルベンゾイル)-ホスフィンオキシド、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニル-1-プロパノン、および種々の界面活性剤等の1つ以上の物質から調合され得る。それによって重合性物質が流体分注器 106 によって基板 101 上に堆積させられ得る例示的技法は、滴下分注、スピンコーティング、浸漬コーティング、スロットダイ、ナイフエッジコーティング、マイクログラビア、スクリーン印刷、化学蒸着(CVD)、物理蒸着(PVD)、薄膜堆積、厚膜堆積、および他の技法を含む。いくつかの例では、重合性物質は、複数の液滴において基板 101 上に堆積させられる。

【0059】

印刷システム 104 は、エネルギー(例えば、広帯域紫外線照射)を処理領域 130 内の基板 101 上の重合性物質に向けるエネルギー源 126 を含む。エネルギー源 126 から放出されるエネルギーは、重合性物質を固化および/または架橋結合させ、それによって、処理領域 130 内の重合性物質と接触する可撓性テンプレート 116 の部分の形状に一致したパターン化された層をもたらす。

【0060】

図2は、インプリントリソグラフィシステム 100 によって基板 101 上に形成される例示的パターン化された層 105 を図示する。パターン化された層 105 は、残留層 107 と複数の特徴とを含み、複数の特徴は、残留層 107 から延びている突出部 109 と、隣接する突出部 109 および残留層 107 によって形成された陥凹 111 と複数の特徴を含む。

【0061】

インプリントリソグラフィシステム 100 は、ロールツープレートまたはプレートツーロールシステムとして説明および例証されるが、異なる構成のインプリントリソグラフィシステムも、例示的パターン化された層 105 および下で議論される例示的パターンを生産するために使用されることができ、そのようなインプリントリソグラフィシステムは、ロールツーロールまたはプレートツープレート構成を有し得る。

【0062】

いくつかの実施形態では、基板(例えば、インプリントリソグラフィシステム 100 の基板 101)は、光学デバイスの光学層を形成するために処理される(例えば、一方または両方の側にインプリントされる追加の特徴を供給される、および/または、ある形状に切り抜かれる)。例えば、ナノ層が、ある波長の光に対する基板の透過率を増加または低減させるため等、基板の光学性能を強化するために、および/または、基板の複屈折を強化するために、基板上にインプリントされることができ、例示的光学デバイスは、高透過率(例えば、42%を上回る)および高消光比(ER)(例えば、1,000を上回る)の光学フィルム(例えば、ワイヤグリッド偏光子(WGP)フィルム)を含み、それは、ディスプレイ用途(例えば、液晶ディスプレイ(LCD)用途)、タッチスクリーンディスプレイ用途(例えば、タッチセンサ)において使用され、ウェアラブル接眼レンズ、光学センサ、または光学フィルム等において光学フィルムの両側から透過させられる光の強度を改良するために使用される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

図 3 および 4 の各々は、上側 2 0 4 および下側 2 0 6 を伴う基板 2 0 2 を含む光学層 2 0 0 の上面図および側面図を図示する。光学層 2 0 0 は、基板 2 0 2 の上側 2 0 4 にインプリントされる機能的パターン 2 0 8 と、基板 2 0 2 の上側 2 0 4 にインプリントされる A R パターン 2 1 0 と、基板 2 0 2 の下側 2 0 6 に配置されるフィルムコーティング 2 1 2 と、フィルムコーティング 2 1 2 上にインプリントされる A R パターン 2 1 4 とを含む。基板 2 0 2 は、より大きい基板（例えば、基板 1 0 1）からレーザ切断され得、基板 1 0 1 に関して上で説明される種々の材料調合に従って、1 つ以上の有機または無機材料から作製される透明または半透明プラスチック（例えば、可撓性材料）もしくはガラス（例えば、剛性材料）の層として提供される。基板 2 0 2 は、約 1 0 mm ~ 約 1 5 0 mm（例えば、約 5 0 mm）の長さ、約 1 0 mm ~ 約 1 5 0 mm（例えば、約 5 0 mm）の幅、および約 0 . 1 mm ~ 約 1 0 . 0 mm（例えば、約 0 . 3 mm）の厚さを有し得る。基板 2 0 2 は、約 1 . 6 ~ 約 1 . 9（例えば、約 1 . 8）の範囲内の比較的の高い屈折率を有する。基板 2 0 2 が空気（すなわち、 $n = 1$ ）によって包囲されていると仮定すると、基板 2 0 2 は、約 8 0 . 0 0 % ~ 約 9 5 . 0 0 %（例えば、約 9 1 . 8 4 %）の範囲内の透過率（例えば、基板 2 0 2 に衝突する光の基板 2 0 2 を通過する部分）を有し、故に、約 5 . 0 0 % ~ 約 2 0 . 0 0 %（例えば、約 8 . 1 6 %）の反射率（例えば、基板 2 0 2 に衝突する光の基板 2 0 2 から後方に反射される部分）を有する。

10

【 0 0 6 4 】

機能的パターン 2 0 8 は、基板 2 0 2 の内部領域 2 1 6 に沿って（例えば、インプリントリソグラフィシステム 1 0 0 を介して）インプリントされる。機能的パターン 2 0 8 は、光学層 2 0 0 の基本作用機能性を提供する複数の回折格子から形成される導波管パターンである。回折格子は、約 1 0 nm ~ 約 6 0 0 nm の範囲内の寸法を有する。回折格子は、特定の範囲内の波長の光を投影し、特定の深度面において仮想画像を集束させるように構成される。集束光は、近位光学層を通して投影された集束光と一緒に 1 つ以上の深度面にわたって多色仮想画像を形成する。透過光は、約 5 6 0 nm ~ 約 6 4 0 nm（例えば、約 6 2 5 nm）の範囲内の波長を伴う赤色光、約 4 9 0 nm ~ 約 5 7 0 nm（例えば、約 5 3 0 nm）の範囲内の波長を伴う緑色光、または約 3 9 0 nm ~ 約 4 7 0 nm（例えば、約 4 5 5 nm）の範囲内の波長を伴う青色光であり得る。回折格子は、所望の光学効果を一緒に提供する突出部および陥凹（例えば、突出部 1 0 9 および陥凹 1 1 1 等）の複数の組み合わせおよび配列を含むことができる。回折格子は、内部結合格子を含み、回折格子は、直交瞳エキスパンダ領域および射出瞳エキスパンダ領域を形成し得る。機能的パターン 2 0 8 は、約 1 0 mm ~ 約 1 5 0 mm の合計長さおよび約 1 0 mm ~ 約 1 5 0 mm の合計幅を有する。

20

30

【 0 0 6 5 】

フィルムコーティング 2 1 2 も、基板 2 0 2 の内部領域 2 1 6 に沿って配置される。フィルムコーティング 2 1 2 は、耐摩耗性、改良された表面疎水性、色濾過、および輝度強化等の種々の特性または能力を基板 2 0 2 に提供することができる。例示的フィルムコーティング 2 1 2 は、化学バリアコーティングおよび疎水性追加のための二酸化ジルコニウムベースのハードコート、および、耐摩耗性および無機ベースの反射防止フィルムとして使用するための二酸化チタンおよび二酸化ケイ素ハードコーティングを含む。フィルムコーティング 2 1 2 は、積層、スロットダイコーティング、物理蒸着、蒸発、スパッタリング、および化学蒸着等の技法を介して基板 2 0 2 に適用され得る。

40

【 0 0 6 6 】

A R パターン 2 1 0 は、基板 2 0 2 の内部領域 2 1 2 に沿って、機能的パターン 2 0 8 を包囲するように（例えば、インプリントリソグラフィシステム 1 0 0 を介して）インプリントされる。A R パターン 2 1 0 は、約 0 . 5 mm ~ 約 1 5 0 mm の長さおよび約 0 . 5 mm ~ 約 1 5 0 mm の幅を有する。A R パターン 2 1 4 は、フィルムコーティング 2 1 2 の上に（例えば、インプリントリソグラフィシステム 1 0 0 を介して）インプリントされる。A R パターン 2 1 4 は、約 0 . 5 mm ~ 約 1 5 0 mm の長さおよび約 0 . 5 mm ~

50

約150mmの幅を有する。ARパターン210、214は、ARパターン210、214内の任意の場所で種々の量、配列、形状、サイズ、および向きにおいて分配され得るナノスケールのAR特徴を含む。ARパターン210内のAR特徴は、機能的パターン208の最も近い回折格子にシームレスに接触されるか、または機能的パターン208の最も近い回折格子から少なくとも約5μmに位置付けられるかのいずれかであり得る。AR特徴は、ARパターン210、214がインプリントされる基板202の側における光透過を増加させるように（例えば、表面反射を低減させるように）サイズ、配列、および形状を決定される。

【0067】

図3および4は、光学層200のある実施形態を図示するが、光学層は、機能的パターン、ARパターン、およびフィルムコーティングの他の配列を含むことができる。例えば、図5は、光学層200の基板202および機能的パターン208およびARパターン510を含む光学層500の上面図を図示する。機能的パターン208は、光学層200におけるように、基板202の上側204にインプリントされる。ARパターン510も、基板202の上側204にインプリントされ、ARパターン510が内部領域216にわたって基板202の周辺縁218まで延びていることを除いて、ARパターン210と構造および機能において実質的に類似する。

【0068】

別の例示的实施形態では、図6は、光学層200の基板202および機能的パターン208およびARパターン610を含む光学層600の上面図を図示する。機能的パターン208は、光学層200におけるように、基板202の上側204にインプリントされる。ARパターン610も、基板202の上側204にインプリントされ、ARパターン610が機能的パターン208の別個の部分に包囲する2つの別個の領域640、642として提供されることを除いて、ARパターン210と構造および機能において実質的に類似する。

【0069】

別の例示的实施形態では、図7は、ARパターン210およびフィルムコーティング212を含むことなく、基板202と、光学層200の機能的パターン208と、光学層200のARパターン214とを含む光学層700の側面図を図示する。例示的光学層700では、ARパターン214は、基板202の下側206に直接インプリントされる。

【0070】

別の例示的实施形態では、図8は、ARパターン214を含むことなく、基板202と、光学層200の機能的パターン208と、光学層200のARパターン210と、光学層200のフィルムコーティング212とを含む光学層800の側面図を図示する。

【0071】

別の例示的实施形態では、図9は、フィルムコーティング212を含むことなく、基板202と、光学層200の機能的パターン208と、光学層200のARパターン210と、光学層200のARパターン214とを含む光学層900の側面図を図示する。例示的光学層900では、ARパターン214は、基板202の下側206に直接インプリントされる。他の実施形態では、光学層は、例示的光学層200、500、600、700、800、900に示されない異なる形状および/または配列を伴う機能的パターンおよびARパターンを含み得る。

【0072】

図10は、ARパターン210、214を形成し得る例示的AR特徴の走査電子顕微鏡写真(SEM)画像(a)-(d)を提供する。例えば、SEM画像は、柱300等の自立式の分離された突出部として形成されるAR特徴を図示する。柱300は、形状において円筒形、多角柱、円錐形、四面体、または円錐台形であり得る。柱300は、約10nm~約300nmの高さ、約10nm~約150nmの幅、および約200nm未満のピッチ（例えば、隣接する同様の要素上の対応する点間の距離）を有する。SEM画像(b)は、孔302として形成されるAR特徴を図示する。孔302は、形状において円筒形

10

20

30

40

50

、多角柱、円錐形、四面体、または円錐台形であり得る。孔 302 は、約 10 nm ~ 約 300 nm の深さ、約 10 nm ~ 約 150 nm の幅、および約 200 nm 未満のピッチを有する。柱 300 および孔 302 は、六角形に閉じた充塞アレイまたは正方形充塞アレイにおいて分配され得る。SEM 画像 (c) は、格子 304 として形成される AR 特徴 (例えば、最大幅および最大高さを上回る長さを有する細長い水平棒) を図示する。格子 204 は、格子 304 の方向に直交する平面における断面形状において長方形、円錐台形、楕円形、または三角形であり得る。格子 304 は、約 10 nm ~ 約 300 nm の高さ、約 10 nm ~ 約 150 nm の幅、および約 200 nm 未満のピッチを有する。SEM 画像 (d) は、不連続または短い格子またはロッド 306 として形成される AR 特徴を図示する。これらの特徴は、より長い寸法軸の方向に直交する平面における断面形状において長方形、円錐台形、楕円形、または三角形であり得る。特徴 306 は、約 10 nm ~ 約 300 nm の高さ、約 10 nm ~ 約 150 nm の幅、約 5 μm を上回る長さ、および約 200 nm 未満のピッチを有する。一般に、AR パターン 210、214 の AR 特徴は、約 30 nm ~ 約 300 nm の範囲内の高さを有し得、約 20 nm ~ 約 100 nm の範囲内の幅を有し得、約 50 nm ~ 約 200 nm の範囲内のピッチで分配され得る。

10

【0073】

図 11 は、ナノインプリントリソグラフィ、フォトリソグラフィ、乾式または湿式エッチング、コーティング、剥離、または積層等のプロセスに従って基板 (例えば、基板 202 またはインプリントリソグラフィプロセスにおいて光学層を形成するために使用される別の基板) 上に (例えば) 直接適用される AR ナノ層の効果を図示する。第 1 の屈折率 n_0 の第 1 の媒体から第 2 の屈折率 n_s の第 2 の媒体に 0 度の入射において通過する光は、式 1 によって与えられる反射率 R に従って第 1 および第 2 の媒体の界面において反射され、式 2 によって与えられる透過率 T に従って第 2 の媒体を透過させられるであろう (吸収、散乱等に起因する損失は無視する)。第 1 および第 2 の媒体間の中間層の最適な屈折率 n_1 は、式 3 に従って第 1 および第 2 の媒体の屈折率から近似され、界面における低反射損失を生成することができる。例えば、式 1 は、所与の屈折率の単一の界面 (例えば、平坦な界面) における反射損失に関する一般式である。そのような基板にエッチングされたナノ特徴は、表面の屈折率を変化させ、したがって、反射損失を変化させるであろう。したがって、一般的な推定では、反射損失を低減させるための平坦な表面の上の単一の層は、式 3 によって与えられる一般的屈折率を有する。

20

30

【数 1】

$$R_{s-0} = \left| \frac{n_s - n_0}{n_s + n_0} \right|^2 \quad (1)$$

$$T = 1 - R \quad (2)$$

$$n_1 = \sqrt{n_0 \cdot n_s} \quad (3)$$

【0074】

例えば、例証 (a) に示されるように、空気 ($n_0 = 1.0$) を通過し、基板 ($n_s = 1.8$) 上に直接入射する光の約 8.16% ($R_{s-0} = 0.0816$) が、基板から反射される一方、入射光の約 91.84% ($T = 0.9184$) が、基板に透過させられる。空気を通過し、基板に入射する光に関して、その界面における中間層に関する最適な屈折率 n_1 は、約 1.34 である。

40

【0075】

例証 (b) に示されるように、1.52 ($n = 1.52$) のバルク屈折率を伴う 100 nm 未満の厚さを伴う平坦なナノインプリント 316 を基板に適用することは、入射光の第 1 の量 (すなわち、4.26%) が空気と平坦なナノインプリント 316 との間の界面において反射され、入射光の第 2 の量 (すなわち、0.71%) が平坦なナノインプリント 316 と基板との間の界面において反射されるようにする。反射された光の量は、合計

50

され、4.97%の光反射損失の合計量を与えることができる。したがって、材料316を通過する光は、最初に、その空気-材料界面における屈折率が約1.23であることを要求し、平坦なナノインプリント316を基板に適用することは、反射率を低減させ、基板202の透過率を3.19%増加させた。例証(c)に示されるように、特徴付けられたナノインプリント318(例えば、 $n = 1.25$)を基板に適用することは、入射光の第1の量(すなわち、1.23%)が空気と特徴付けられたナノインプリント318との間の界面において反射され、入射光の第2の量(すなわち、0.65%)が特徴付けられたナノインプリント318と基板との間の界面において反射されるようにする。反射された光の量は、合計され、1.89%の光反射損失の合計量を与えることができる。したがって、特徴付けられたナノインプリント層318を基板に適用することは、反射率を低減させ、基板の透過率を約3%増加させた。一般に、特徴付けられたナノインプリント318のそれら等のAR特徴は、約1.24~約1.34の範囲内の屈折率を有する空気との界面を有する。

【0076】

表1は、590nmの波長における光の改良された透過率とともに、ナノ特徴ARパターンを含む種々のフィルムスタックアーキテクチャのフィルム-空気界面の測定された屈折率を説明する。例えば、屈折率1.78の透明ガラス基板上の1.52の材料屈折率を伴う100nm厚さのブランクフィルムは、ベアガラス表面-空気界面と比較すると、その界面を通して4.25%の改良された透過率を与える。1.52の屈折率の代わりに、より高い屈折率1.65のブランクフィルムが類似する100nm厚さで使用されるとき、反射損失は、より高く、正味改良は、1.78屈折率のベアガラスと比較すると、1.96%においてより低い。しかしながら、フィルムが、空気に面する上部で最も低い屈折率およびガラス1.78界面において最も高い屈折率1.65でスタックされると、反射損失は、より低く、透過率における改良は、ベアガラス-空気界面と対比して5.09%である。これは、有効屈折率をより最適なレベルに下げするためにナノ特徴がそのような材料屈折率を用いて製作される場合、はるかに改良されることができる。

【0077】

非常に薄い($< 50\text{ nm}$)残留層厚さ(同一の材料のナノ特徴のための相互接続材料フィルム)を伴う正方形アレイにおける50nmの幅、100nmの高さ、および100nmのピッチの柱等のナノ特徴で(屈折率1.52の)単一の材料をパターン化することは、ナノ特徴材料-空気界面における有効屈折率が、1.28になり、それは、ベアガラス-空気界面と比較すると、透過率を7.71%さらに改良する。同様に、材料屈折率が1.65であった場合、ナノ特徴材料-空気界面におけるこの有効屈折率は、1.32になり、したがって、ベアガラス-空気界面を上回って透過率を7.02%改良する。このタイプの実施形態は、図12に描写され、低屈折率材料(例えば、1.52)のARナノ特徴318aが、高屈折率ガラス1.78の表面と同一平面であるより高い屈折率材料(例えば、1.65)のARナノ特徴318bの上にインプリントされる。

10

20

30

40

50

【表 1】

基板上的のナノフィルム構造層の説明	空気にさらされる表面の測定された屈折率 (n=1)	590nmにおける透過率	ベア基板に対する透過率改良%
裏側無機ARコーティングを伴うベア高屈折率 (n=1.78) 300 μm 厚さ	該当なし	91.91%	—
裏側無機ARコーティングを伴う高屈折率基板 (n=1.78) 300 μm 厚さ上のブランクインプリントフィルム (n=1.52) 100nm 厚さ	1.52	95.32%	4.25%
裏側無機ARコーティングを伴う高屈折率基板 (n=1.78) 300 μm 厚さ上のブランクインプリントフィルム (n=1.65) 100nm 厚さ	1.65	93.71%	1.96%
裏側無機ARコーティングを伴う高屈折率基板 (n=1.78) 300 μm 厚さ上のブランクインプリントフィルム (n=1.65) 100nm 厚さにわたるブランクインプリントフィルム (n=1.52) 100nm 厚さ	1.52 (1.65上のインプリント)	96.59%	5.09%
裏側無機ARコーティングを伴う高屈折率基板 (n=1.78) 300 μm 厚さ上の n=1.52 材料を用いた 100nm ピッチ 50nm 直径の柱を伴うインプリント幾何学形状	1.28 (1.52 材料を使用する)	99.00%	7.71%
裏側無機ARコーティングを伴う高屈折率基板 (n=1.78) 300 μm 厚さ上の n=1.65 材料を用いた 100nm ピッチ 50nm 直径の柱を伴うインプリント幾何学形状	1.32 (1.65 材料を使用する)	98.36%	7.02%
裏側無機ARコーティングを伴う高屈折率基板 (n=1.78) 300 μm 厚さ上の n=1.65 材料を用いた 100nm ピッチ 50nm 直径の柱を伴うインプリント幾何学形状にわたる n=1.52 材料を用いた 100nm ピッチ 50nm 直径の柱を伴うインプリント幾何学形状	1.28 (幾何学形状材料 1.65 の柱上の柱幾何学形状材料 1.52 を使用する)	99.49%	8.25%

【0078】

表 1：種々のフィルムスタックアーキテクチャのフィルム - 空気界面の測定された屈折率

【0079】

同一のナノパターンを有するこれらの 2 つのナノ特徴インプリントフィルムをさらに組み合わせることによって、ナノ特徴を伴うより低い屈折率の材料 (1.52) が、空気にさらされ、ナノパターン化されたより高い屈折率の材料 (1.65) の残留層が、ガラス表面 (1.78) に接触し、それによって、より低い屈折率 (1.52) のフィルムの残留層厚さが、より高い屈折率の材料 (1.65) のナノ特徴を被覆し、材料 - 空気界面における有効屈折率は、1.28 のままであるが、スタック全体は、光がガラス界面を通して伝搬するときの屈折率の漸進的变化に起因して、590 nm の波長における光に対してより透過性である。例えば、可視波長スペクトルにわたる改良された透過度が、図 13 a に示される。図 13 b - 13 e は、数百ナノメートルの高および低屈折率フィルムコーティングであり得る標準的反射防止多層フィルム (図 13 f 参照) と比較して、130 nm 未満のフィルム厚さを伴い、柱 (図 13 b、13 c、および 13 e 参照) および孔トーン (図 13 d 参照) 幾何学形状を伴うほぼ最適にパターン化されたナノ特徴フィルム表面の例を示す。

【 0 0 8 0 】

図 1 4 は、基板上の機能的パターン（ワイヤグリッド偏光子）の回折格子 4 0 4（灰色）と同一の方向に適用されるナノインプリント格子 4 0 2（青色）を伴う基板 4 0 0 を示す略図（a）を図示する。ナノインプリント格子 4 0 2 と回折格子 4 0 4 とは、基板 4 0 0 の反対側に位置する。図 1 4 は、機能的パターンの回折格子 4 0 4（灰色）にわたって（例えば、それに対して 9 0 度の角度において）適用されるナノインプリント格子 4 0 2（青色）を伴う基板 4 0 0 を示す略図（b）を図示する。ナノインプリント格子 4 0 2 と回折格子 4 0 4 とは、基板 4 0 0 の反対側に位置する。

【 0 0 8 1 】

図 1 5 は、AR ナノ特徴タイプフィルムを伴う場合、および伴わない場合の基板を透過させられる光をプロットするグラフを図示する。格子タイプ AR ナノ特徴インプリントは、WGP 基板の裏側に適用され、AR インプリントの格子は、ワイヤグリッド偏光子の格子方向に直交する。グラフに示されるように、回折格子の方向を横断する方向においてナノインプリント格子を適用することは、最大約 6 5 0 nm の波長まで光透過を増加させ、約 6 5 0 nm を上回る波長において光透過を減少させる。結果は、格子タイプ AR ナノ特徴を使用し、光が AR 格子に遭遇するように WGP パターンを示す偏光に直交する方向にそのような特徴を適用するときの弱い複屈折特性を例証する。そのような特徴は、そのような用途においてより高い波長において透過させられる偏光を低減させることができる。これは、孔または柱タイプ AR ナノ特徴を使用するときには起こらない。図 1 6 は、WGP 機能的格子方向に沿って格子タイプ AR ナノ特徴を適用する場合、および適用しない場合の効果を示す。光透過が、WGP に沿った格子タイプ AR ナノ特徴インプリントによって、可視スペクトルにわたって全体的に増加することが示される。

【 0 0 8 2 】

格子タイプ AR ナノ特徴フィルムによって示される弱い複屈折特性は、図 1 7 のグラフによっても図示される。グラフは、格子タイプ AR ナノ特徴の有効表面屈折率が、屈折率測定中に（エリプソメータによって提供される）入射直線偏光に対する格子の向きに基づいて、1 . 2 5（格子を横断）から約 1 . 3 2（光子に沿う）に変化することを示し、それは、そうでなければ、ブランクがインプリントされたなら、材料の屈折率を 1 . 5 2 として測定する。

【 0 0 8 3 】

図 1 8 は、多層ウェアラブル接眼レンズ 1 3 0 0 に適用されるような光学層 AR パターンの実施形態を示し、AR パターンは、光が接眼レンズの複数の層を通過するとき、より多くの光が投影システムから入力結合回折格子 1 3 0 2 に通過することを可能にする。射出瞳回折格子 1 3 0 4 の周囲の AR パターンは、より多くの世界側の光がユーザの眼の中に入射することを可能にし、そうでなければ空気中の高屈折率ベアガラス表面の高反射率に起因する不要な反射またはグレアを低減させる。

【 0 0 8 4 】

図 1 9 および 2 0 の各々は、スタック 1 1 0 0、1 2 0 0 の一方の側に波長 6 2 5 nm（a）の赤色、波長 5 3 0 nm（b）の緑色、および波長 4 5 5 nm（c）の青色を伴う光源を使用する導波管接眼レンズの例示的スタック 1 1 0 0、1 2 0 0 を示す。スタック 1 1 0 0、1 2 0 0 は、光が進行する必要がある異なる深さに位置する（例えば、赤色、青色、または緑色の）6 つの層 1 1 0 1 a - 1 1 0 1 f、1 2 0 1 a - 1 2 0 1 f を含む。スタック 1 1 0 0 の層 1 1 0 1 a - 1 1 0 1 f の各々は、基板 1 1 0 2 と、入力結合格子（ICG）の領域の周囲のブランクインプリント層 1 1 0 4（例えば、図 6 の例示的光学層 6 0 0 参照）と、インプリントされていない AR ナノ層 1 1 0 6 とを含む。スタック 1 2 0 0 の層 1 2 0 1 a - 1 2 0 1 f の各々は、基板 1 2 0 2 と、ICG の領域の周囲のブランクインプリント層 1 2 0 4 と、インプリントされた AR ナノ層 1 2 0 6 とを含む。示されるように、光強度の約 8 1 . 7 % のみが、スタック 1 1 0 0（平坦な AR ナノ層 1 1 0 6 を伴う）の最後の赤色層 1 1 0 1 f に到達する一方、光強度の約 9 5 . 6 % が、スタック 1 2 0 0（インプリントされた AR ナノ層 1 2 0 6 を伴う）の最後の赤色層 1 2

10

20

30

40

50

01fに到達し、したがって、インプリントされたARナノ層1206は、光強度における13.9%の絶対的改良を提供する。

【0085】

図21は、インプリントリソグラフィプロセスにおいて光学層（例えば、光学層200、500、600、700、800、900）を構成するための例示的プロセス1000のフローチャートを表示する。基板の有効屈折率（例えば、基板上の材料 - 空気界面）を変化させるために基板（例えば、基板202、400）に適用されるべきナノ層（例えば、ナノインプリント210、214、316、318、510、610）の1つ以上のパラメータが、選択される（1002）。いくつかの例では、1つ以上のパラメータは、ナノ層の形状、寸法、および材料調合のうちの1つ以上のものを含む。ナノ層は、基板を透過可能な相対的な光の量が選択された量だけ変化させられるように、基板の有効屈折率を変化させるために、基板（例えば、基板202の上側204または下側206）上にインプリントされる（1004）。例えば、いかなるコーティングまたはナノインプリントも適用されないベア基板は、基板の実際のバルク屈折率に等しい有効屈折率を有し得る。いくつかの例では、ナノ層を適用することは、有効屈折率を実際のバルク屈折率から新しい有効屈折率に変化させる。いくつかの実施形態では、基板の有効屈折率を変化させるために基板上にナノ層をインプリントすることは、基板の表面から反射される第2の相対的な光の量を変化させることを含む。

10

【0086】

いくつかの実施形態では、ナノ層は、平坦なナノインプリント（例えば、ナノインプリント316）である。いくつかの実施形態では、ナノ層は、特徴付けられたナノインプリント（例えば、ナノインプリント318）である。いくつかの実施形態では、ナノパターンは、AR特徴（例えば、柱、孔、および/または格子）を含む。いくつかの例では、AR特徴は、約10nm～約300nmの範囲内の高さを有する。いくつかの例では、AR特徴は、約10nm～約150nmの範囲内の幅を有する。いくつかの例では、AR特徴は、約20nm～約200nmの範囲内のピッチで分配される。いくつかの実施形態では、ナノ層をインプリントすることは、基板上に柱（例えば、柱300、306、308）を形成することを含む。いくつかの実施形態では、ナノ層をインプリントすることは、基板上に孔302を形成することを含む。いくつかの実施形態では、ナノ層をインプリントすることは、基板上に連続格子および不連続格子（例えば、格子314、402）のうち

20

30

【0087】

いくつかの実施形態では、プロセスは、基板の第1の側に機能的パターンを形成することと、基板の第1の側および基板の第1の側と反対側の基板の第2の側のうちの一方または両方に沿ってナノ層をインプリントすることとをさらに含む。いくつかの例では、ナノ層をインプリントすることは、機能的パターンに対する特定の方向に沿ってナノ層のAR特徴を形成することを含む。いくつかの例では、ナノ層をインプリントすることは、機能的パターンの回折格子に垂直な方向に沿ってAR特徴を形成することを含む。いくつかの実施形態では、プロセスは、フィルムコーティング（例えば、フィルムコーティング212）を基板に適用することと、フィルムコーティング上にナノ層をインプリントすることとをさらに含む。

40

【0088】

いくつかの実施形態では、プロセスはさらに、基板を透過させられる相対的な光の量を約0.5%～約15%だけ変化させることを含む。いくつかの実施形態では、ナノパターンは、第1のナノ層であり、プロセスはさらに、第1のナノ層上に第2のナノ層をインプリントすることを含む。いくつかの実施形態では、プロセスはさらに、第1のナノ層に基づいて、有効屈折率を第1の値に変化させ、第2のナノ層に基づいて、有効屈折率を第2の値に変化させることを含む。

【0089】

有利なこととして、プロセス1000は、基板の表面反射を約1%～約10%低減させ

50

得るARパターンを生産するために使用されることができる。そのようなARパターンは、基板の透過率をプラスチック基板に関して約98%を上回って増加させ、ガラス基板に関して最大約99%増加させ得る。ARパターンは、基板を通した光の透過が増加させられるように、基板に約1.2~約1.4の範囲内の新しい有効屈折率も提供し得る。さらに、本明細書に議論されるARパターンは、基板を透過させられるある光波長の屈折を減少させ、または強化するために複屈折を導入し得る。いくつかの実装では、弱い複屈折は、基板内で、それを通して伝搬する光の位相を変調する必要性が存在する場合に有利であり得る。加えて、ARナノパターン214および機能的回折パターン208の特定の寸法において、ARナノパターン214は、機能的回折パターン208のように光を回折しない。その結果、ARナノパターン214は、光学デバイスの回折光学系に干渉しない。さらに、ARナノパターン214は、互いに近接近する2つの基板層が互いに対して押されるであろう場合、ある所定の間隙を維持可能な付着防止表面を提供する。

10

【0090】

本明細書に議論される基板は、約1.78~約1.8の屈折率を有すると仮定されているが、本明細書に議論される光学デバイスにおいて使用され得る他の基板は、約1.45~約2.4の範囲内の屈折率を有し得る。

【0091】

いくつかの実施形態が例証目的のために説明されたが、前述の説明は、本発明の範囲を限定することを意図しておらず、それは、添付される請求項の範囲によって定義される。以下の請求項の範囲内の他の例、修正、および組み合わせが存在し、存在するであろう。

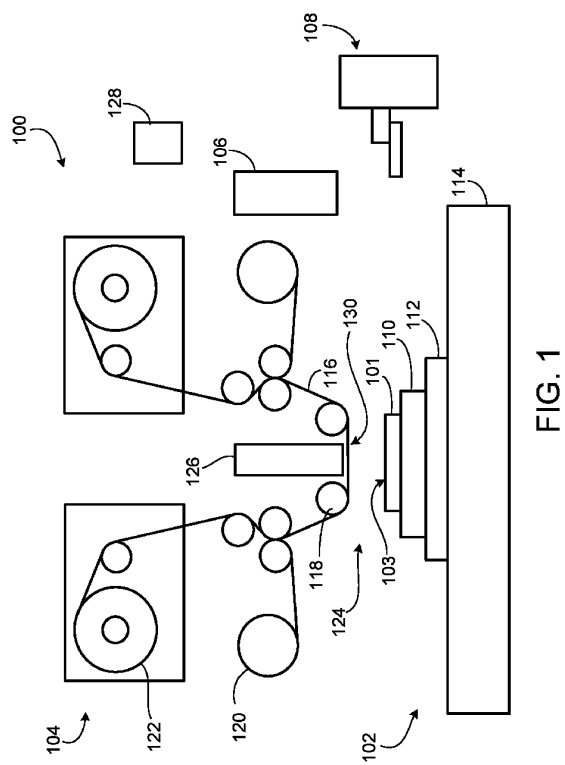
20

30

40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】

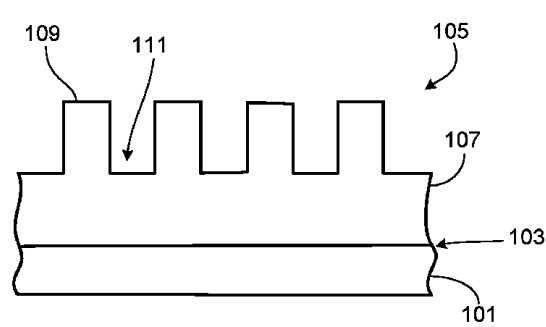


FIG. 2

【図 3】

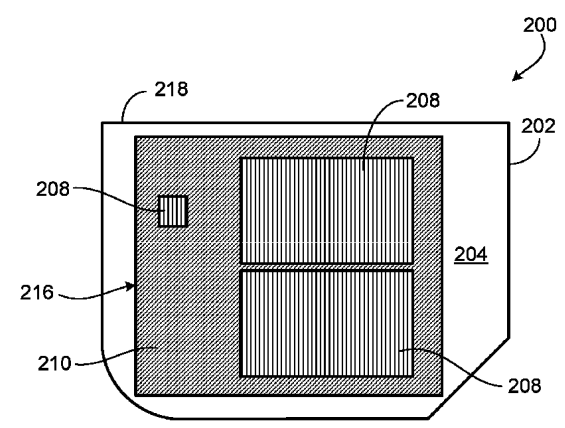


FIG. 3

【図 4】

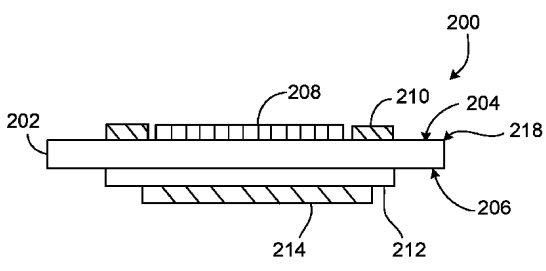


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

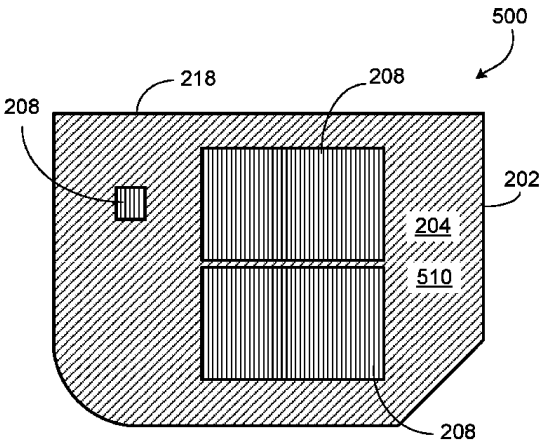


FIG. 5

【 図 6 】

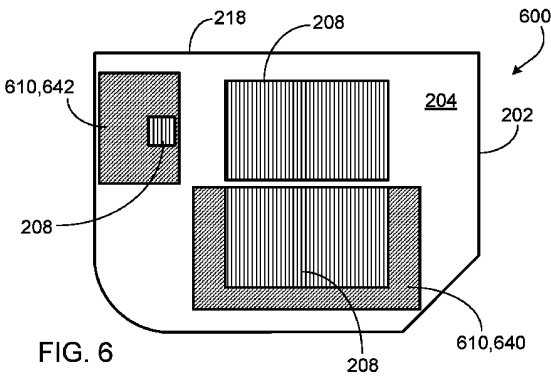


FIG. 6

【 図 7 】

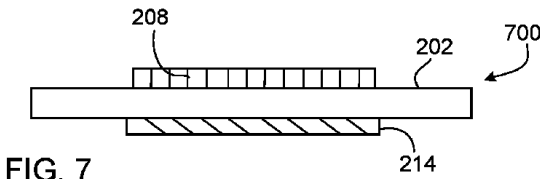


FIG. 7

【 図 8 】

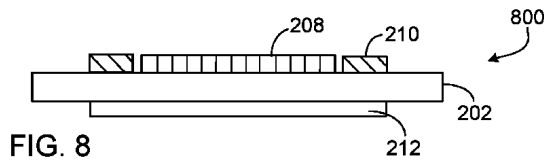


FIG. 8

10

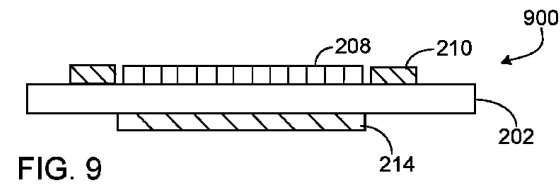
20

30

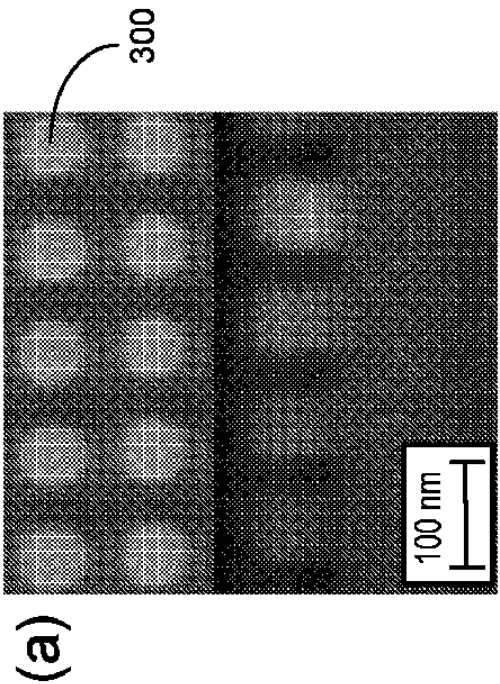
40

50

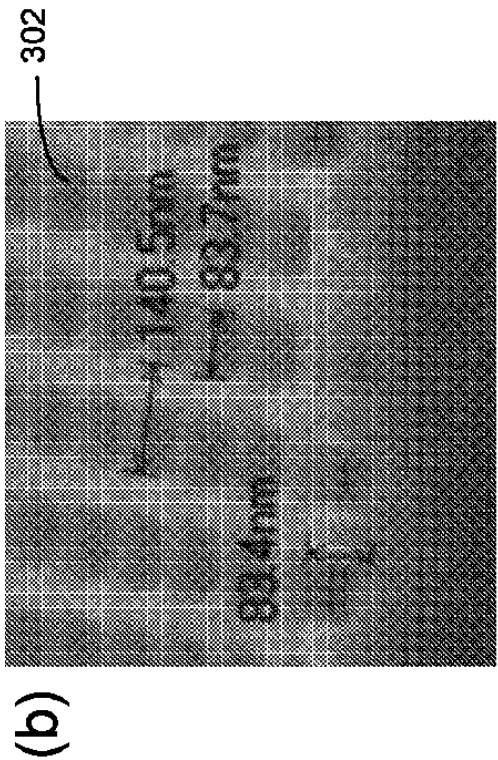
【図 9】



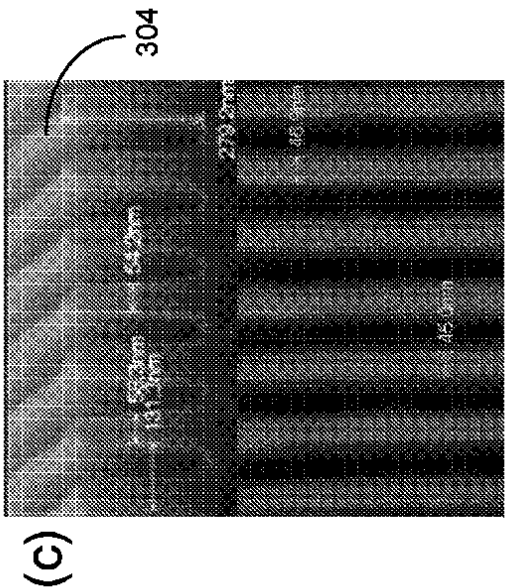
【図 10 (a)】



【図 10 (b)】



【図 10 (c)】



10

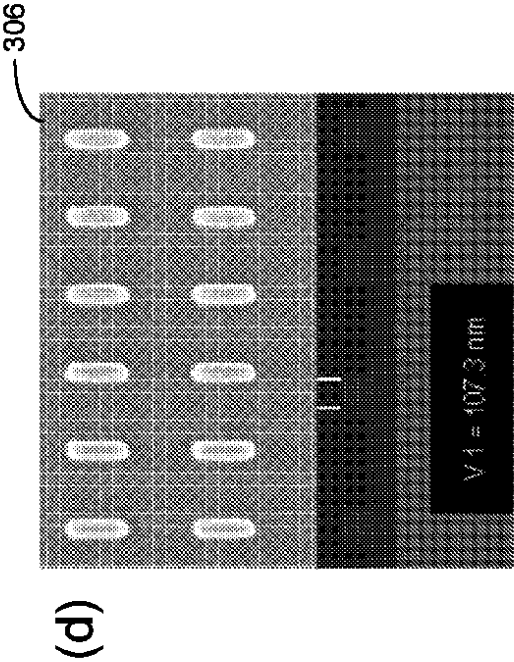
20

30

40

50

【図 10 (d)】



【図 11】

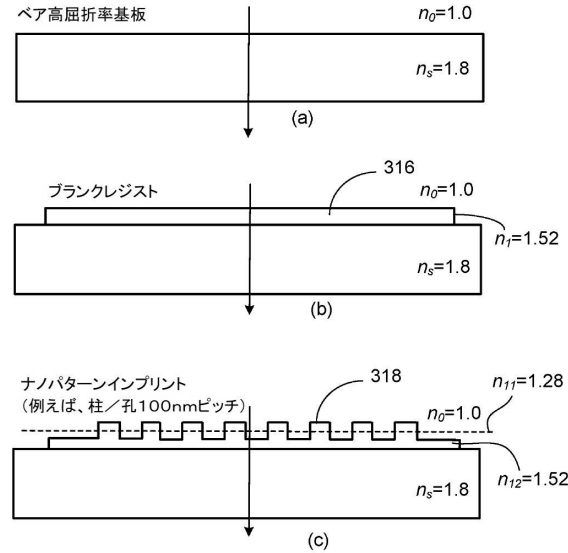


FIG. 11

【図 12】

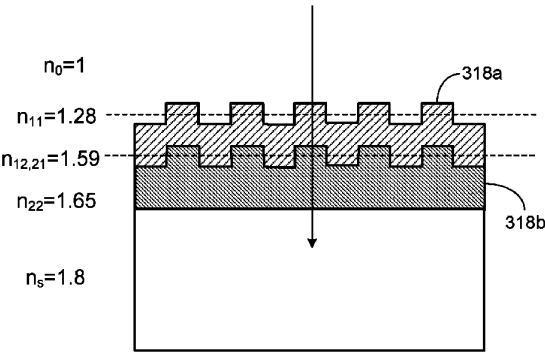


FIG. 12

【図 13】

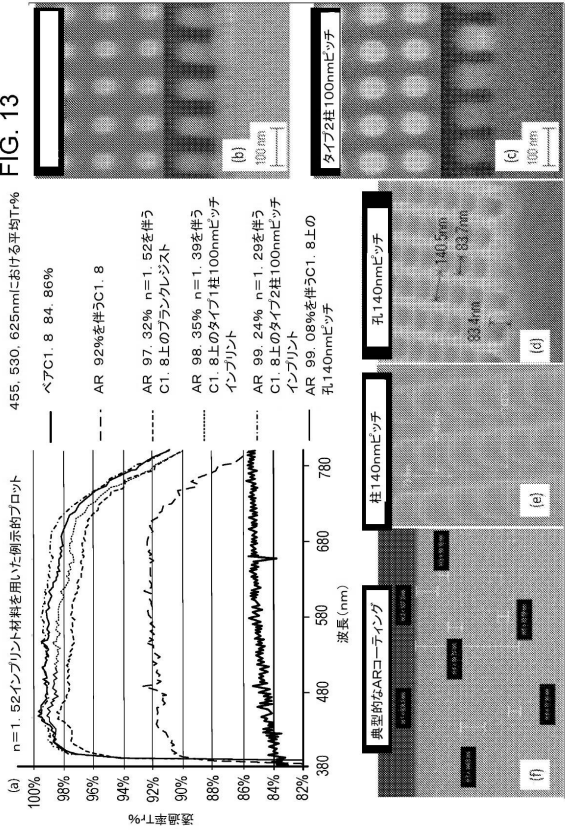


FIG. 13

10

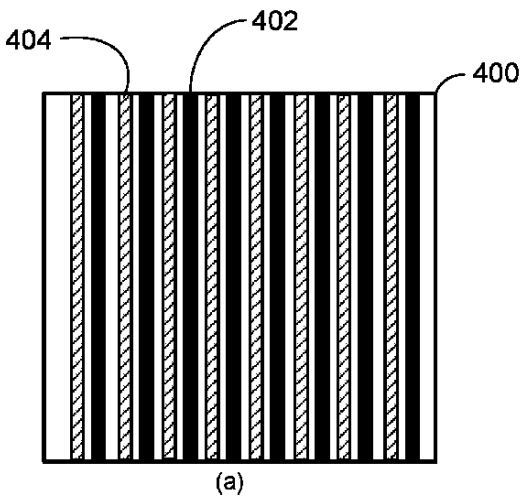
20

30

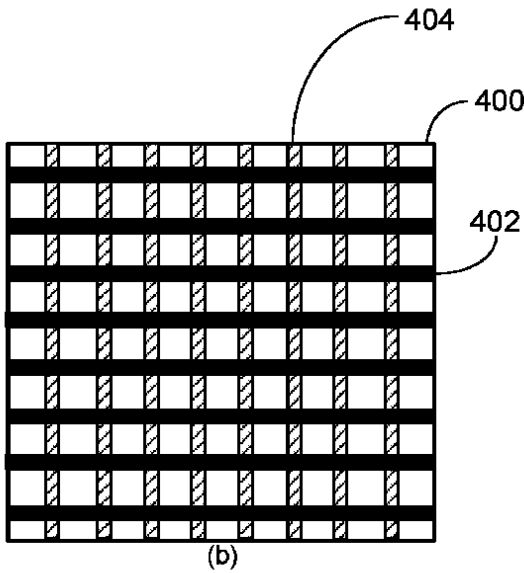
40

50

【図 1 4 (a)】



【図 1 4 (b)】



10

20

【図 1 5】

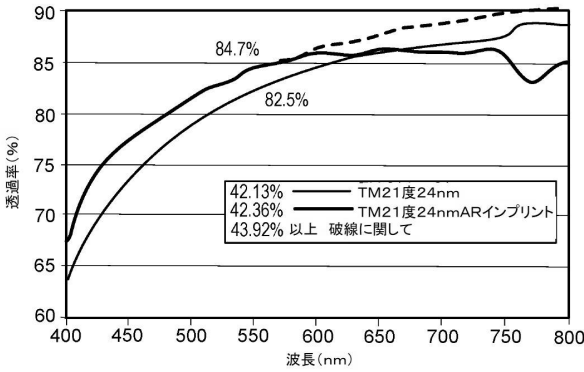


FIG. 15

【図 1 6】

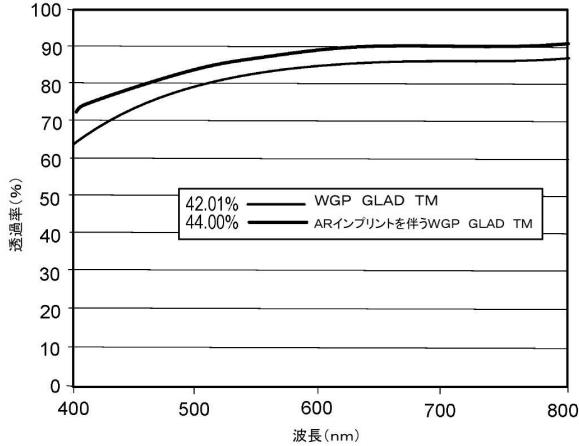


FIG. 16

30

40

50

【図 17】

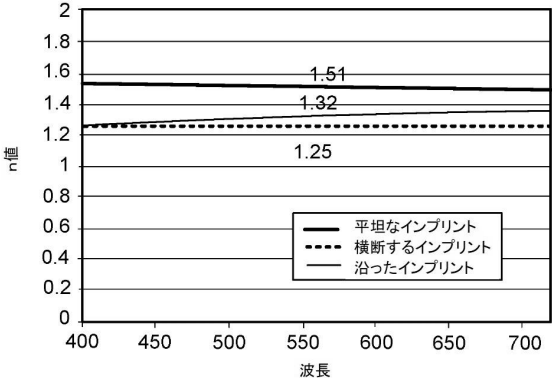


FIG. 17

【図 18】

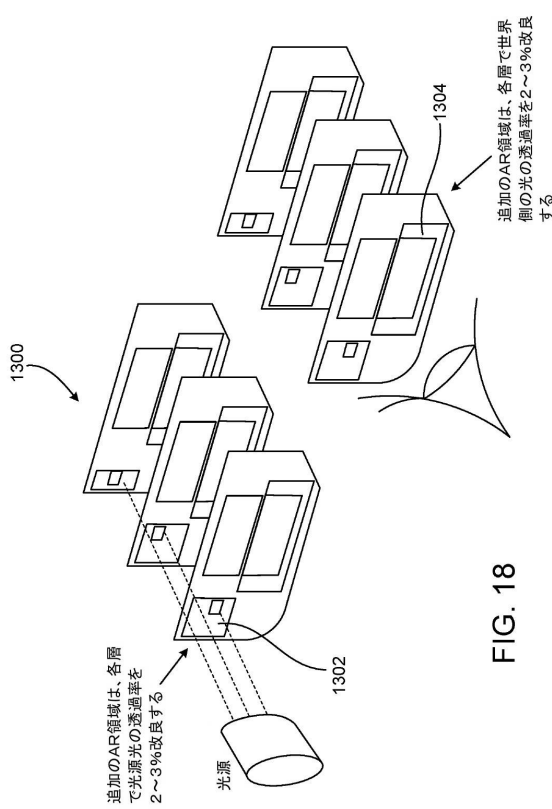


FIG. 18

【図 19】

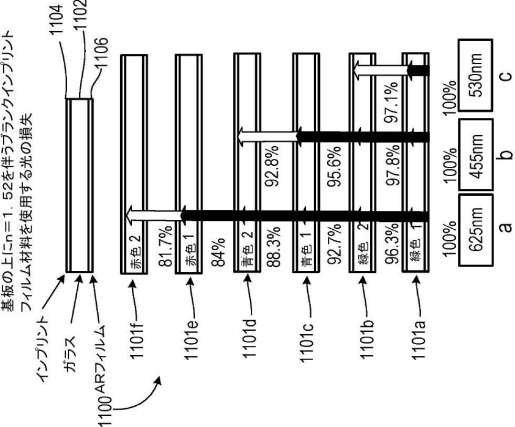


FIG. 19

【図 20】

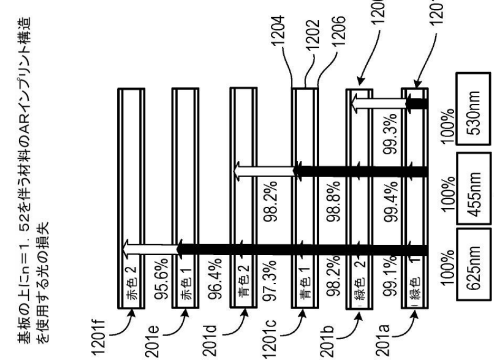


FIG. 20

10

20

30

40

50

【図 21】

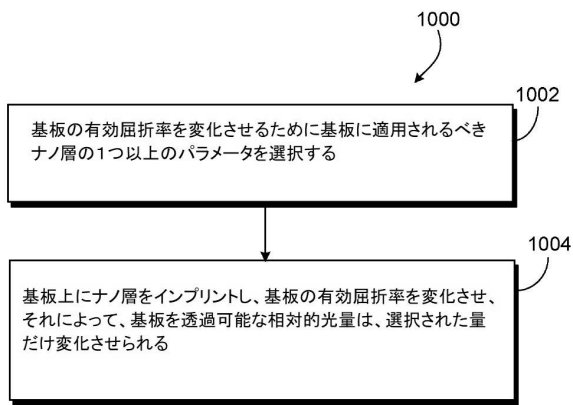


FIG. 21

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 100181641
弁理士 石川 大輔
- (74)代理人 230113332
弁護士 山本 健策
- (72)発明者 シン, ビクラムジト
アメリカ合衆国 フロリダ 33322, プランテーション, ダブリュー. サンライズ プール
バード 7500
- (72)発明者 ミラー, マイケル ネビン
アメリカ合衆国 フロリダ 33322, プランテーション, ダブリュー. サンライズ プール
バード 7500
- (72)発明者 シュー, フランク ワイ.
アメリカ合衆国 フロリダ 33322, プランテーション, ダブリュー. サンライズ プール
バード 7500
- (72)発明者 ヤン, シューチャン
アメリカ合衆国 フロリダ 33322, プランテーション, ダブリュー. サンライズ プール
バード 7500
- 審査官 菅原 拓路
- (56)参考文献 米国特許出願公開第2016/0116739(US, A1)
特開2016-183252(JP, A)
特開2014-056050(JP, A)
特開2013-024625(JP, A)
特開2007-322572(JP, A)
米国特許出願公開第2015/0241619(US, A1)
中国特許出願公開第104536088(CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/00
B29C 59/02
G02B 5/00
27/00
30/00
G02C
G09G 5/00
H04N 13/00
17/00
G09F 9/00