(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2010-224471
(P2010-224471A)
(43)公開日　平成22年10月7日(2010.10.7)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G02B 3/00	(2006.01)	G02B	3/00	A	2H097
B29D 11/00	(2006.01)	G02B	3/00	Z	4F213
G03F 7/20	(2006.01)	B29D	11/00		
		G03F	7/20	501	

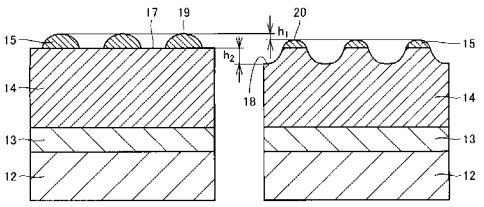
審査請求 未請求　請求項の数 13　ＯＬ　（全 14 頁）

(21)出願番号　特願2009-74388(P2009-74388)
(22)出願日　平成21年3月25日(2009.3.25)

(71)出願人　000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目３番１号
(74)代理人　100091409
弁理士　伊藤　英彦
(74)代理人　100096792
弁理士　森下　八郎
(74)代理人　100091395
弁理士　吉田　博由
(72)発明者　吉村　正太
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　佐々木　勝
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】マイクロレンズアレイの製造方法およびマイクロレンズアレイ

(57)【要約】
【課題】マイクロレンズの高さを調整することが容易なマイクロレンズアレイの製造方法を提供する。
【解決手段】一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイの製造方法であって、マイクロレンズの材料層となる有機膜層の上にマイクロレンズの形状を形成するためのレジスト層を形成するレジスト形成工程と、形成したレジスト層および有機膜層を、水素を含む分子およびフッ素を含む分子を混合させた混合ガスを用いてエッチングするエッチング工程とを含む。
【選択図】図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイの製造方法であって、
前記マイクロレンズの材料層となる有機膜層の上に前記マイクロレンズの形状を形成するためのレジスト層を形成するレジスト形成工程と、
形成した前記レジスト層および前記有機膜層を、水素を含む分子およびフッ素を含む分子を混合させた混合ガスを用いてエッチングするエッチング工程とを含む、マイクロレンズアレイの製造方法。
【請求項２】
レジスト形成工程は、略半球面状に突出した形状のレジスト層を形成する工程である、請求項１に記載のマイクロレンズアレイの製造方法。
【請求項３】
前記混合ガスのうちの水素を含む分子のガス流量は、３０ｓｃｃｍ以上である、請求項１または２に記載のマイクロレンズアレイの製造方法。
【請求項４】
前記エッチング工程を行う際の処理容器内の圧力は、２００ｍＴｏｒｒ以下である、請求項１～３のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。
【請求項５】
前記混合ガス中の前記水素を含む分子と前記フッ素を含む分子との比率は、１：２～１：１５である、請求項１～４のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。
【請求項６】
前記水素を含む分子は、ＨＢｒを含む、請求項１～５のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。
【請求項７】
前記フッ素を含む分子は、その構造式がＣｘＦｙ（ｘ、ｙはいずれも１以上の整数）で表される複数のフロン系ガスを含む、請求項１～６のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。
【請求項８】
前記フッ素を含む分子は、CF_4とC_4F_8とを含み、
前記CF_4と前記C_4F_8との流量比率は、２：１～１５：１である、請求項１～７のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。
【請求項９】
前記エッチング工程は、マイクロ波をプラズマ源としたマイクロ波プラズマにより行なう、請求項１～８のいずれかに記載のマイクロレンズアレイの製造方法。
【請求項１０】
一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、
前記マイクロレンズの材料層となる有機膜層の上に前記マイクロレンズの形状を形成するためのレジスト層を形成し、
形成した前記レジスト層および前記有機膜層を、水素を含む分子およびフッ素を含む分子を混合させた混合ガスを用いてエッチングすることにより得られる、マイクロレンズアレイ。
【請求項１１】
一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、
前記マイクロレンズにおいて、垂直方向の最下部となる水平方向端部から最上部となる前記マイクロレンズの略半球面状に突出した頂点までの垂直方向の長さが、０．３μｍ以上である、マイクロレンズアレイ。
【請求項１２】

一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、
前記マイクロレンズにおいて、垂直方向の最下部となる水平方向端部から最上部となる前記マイクロレンズの略半球面状に突出した頂点までの垂直方向の長さと、水平方向端部間の長さとの比が、１：２～１：６である、マイクロレンズアレイ。
【請求項１３】
一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、
前記マイクロレンズの水平方向端部において水平方向に延びる線と前記マイクロレンズの水平方向端部における球面の接線とのなす角度をθとした場合に、θ≧３０度である、マイクロレンズアレイ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、マイクロレンズアレイの製造方法およびマイクロレンズアレイに関するものであり、特に、有機膜をエッチングしてマイクロレンズを形成するマイクロレンズアレイの製造方法およびマイクロレンズアレイに関するものである。
【背景技術】
【０００２】
ＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｄｅｖｉｃｅ）固体撮像素子を構成する部材の一つに、複数のマイクロレンズをマトリックス状に形成したマイクロレンズアレイがある。マイクロレンズアレイは、一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを縦横方向に複数並置させた形状である。
【０００３】
このようなマイクロレンズアレイは、マイクロレンズの材料層となる有機膜層をエッチングすることにより製造される。マイクロレンズアレイの製造方法に関する技術が、特開平１０－１４８７０４号公報（特許文献１）に開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平１０－１４８７０４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
従来におけるマイクロレンズアレイの製造方法について、簡単に説明する。まず、シリコン基板の上に、カラーフィルタ層を形成し、その上にマイクロレンズの素材となる有機膜層を形成する。そして、さらにその上に、マスク層としての断面矩形状のレジスト層を形成する。その後、マイクロレンズの形状パターンに沿うように、形成したレジスト層をリフローし、有機膜層の上面から略半球面状に突出した形状とする。
【０００６】
図１４は、このようにして形成されたマイクロレンズアレイ素材１０１を示す概略断面図である。なお、図１４に示す断面は、マイクロレンズアレイ素材１０１を板厚方向に沿う面で切断した断面である。また、図１４、および後述する図１５、図２、図４、図５、図６においては、紙面上下方向を板厚方向、すなわち、垂直方向とし、紙面左右方向を水平方向とする。
【０００７】
図１４を参照して、上記したように、マイクロレンズアレイ素材１０１は、下層から順にシリコン層１０２、カラーフィルタ層１０３、有機膜層１０４、およびレジスト層１０５が形成されている。レジスト層１０５は、その上面１０６が略半球面状となるように、リフローされている。なお、有機膜層１０４の上面１０７の上層に形成されるレジスト層

１０５は、後の工程においてエッチングにより除去されるため、有機膜層１０４と同様に有機物等により構成されている。

【０００８】

このような形状のマイクロレンズアレイ素材１０１に対し、エッチング処理が施される。エッチングについては、有機膜層１０４および略半球面状に突出した形状のレジスト層１０５の双方を除去するようにして行われる。すなわち、レジスト層１０５が形成された箇所は、選択的に突出した形状が残ることになる。このようにして、略半球面状に突出したマイクロレンズの外形形状が形成される。

【０００９】

エッチングが終了したマイクロレンズアレイ１１１の概略断面図を図１５に示す。図１４および図１５を参照して、マイクロレンズアレイ１１１においては、下層から順にシリコン層１０２、カラーフィルタ層１０３、有機膜層１０４が形成されており、図１４に示したレジスト層１０５については、エッチングにより除去されている。そして、略半球面状のレジスト層１０５の形状に沿って、有機膜層１０４の表面にマイクロレンズ１０８が形成されている。

【００１０】

ここで、マイクロレンズにおいては、マイクロレンズの高さ、いわゆるマイクロレンズの垂直方向の長さがより長い方が好ましい。すなわち、マイクロレンズの高さが高ければ、それだけマイクロレンズの外形形状が半球面に近い形状となり、マイクロレンズにおける集光度が向上する。したがって、マイクロレンズの高さをより高くすることが要求される。さらには、マイクロレンズアレイの製造方法において、要求に応じて、マイクロレンズの高さを容易に調整できることが好ましい。ここで、マイクロレンズの高さ、すなわち、マイクロレンズの垂直方向の長さとは、図１５を参照して、エッチング処理後の有機膜層１０４の上面において、最下部となるマイクロレンズ１０８の水平方向端部１０９から、略半球面状に突出したマイクロレンズ１０８の最上部となる頂点１１０までの垂直方向の長さＨである。

【００１１】

上記した特許文献１に示す技術においては、エッチングガスとして、CF_4、C_2F_6、C_3F_8等のフロン系ガスのみを用いると記載されている。また、フロン系ガスの代替として、Cl_2、ＨＣＬ、ＨＢｒ、BCL_3等のハロゲンガスやN_2、ＣＯ、CO_2等の窒素酸化物系ガスを用いてもよいと記載されている。しかし、このようなエッチングガスを用いた場合、材料層となる有機膜層とレジスト層とのエッチング選択性が低いため、高さの高いマイクロレンズを得ることが困難である。すなわち、有機膜層とレジスト層とを同じ様な処理量でエッチングしてしまうため、マイクロレンズの高さが低くなってしまうおそれがある。また、このような方法では、マイクロレンズの高さを調整することは非常に困難である。

【００１２】

この発明の目的は、マイクロレンズの高さを調整することが容易なマイクロレンズアレイの製造方法を提供することである。

【００１３】

この発明の他の目的は、高さの高いマイクロレンズを有するマイクロレンズアレイを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

この発明に係るマイクロレンズアレイの製造方法は、一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイの製造方法であって、マイクロレンズの材料層となる有機膜層の上にマイクロレンズの形状を形成するためのレジスト層を形成するレジスト形成工程と、形成したレジスト層および有機膜層を、水素を含む分子およびフッ素を含む分子を混合させた混合ガスを用いてエッチングするエッチング工程とを含む。

【００１５】
このようなマイクロレンズアレイの製造方法によると、マイクロレンズの高さの調整が容易になる。これには、次の２つの要因があると考えられる。なお、以下の２つの要因については、いずれが支配的であっても特に問題はない。
【００１６】
まず、第一に、エッチングガス中の水素を含む分子のうち、解離した水素がレジスト層の表面においてレジスト層を構成する有機物等と反応する。そして、生成した反応生成物がレジスト層の表面をある程度保護し、レジスト層のエッチング速度を遅らせる。その結果、レジスト層が形成された領域の下側に残る有機膜層が多くなり、マイクロレンズの高さを高くすることができると考えられる。
【００１７】
第二に、エッチングガス中のフッ素を含む分子は、フッ素として解離された際に、被エッチング材料に対して、エッチングにおける強い攻撃性を有する。ここで、上記した混合ガスによると、解離したフッ素は、水素を含む分子において解離された水素と反応して、ＨＦとなる。このように、強い攻撃性を有するフッ素は、水素を含む分子において解離された水素と結合することにより、その量が減少する。そして、解離したフッ素による化学的なエッチングよりも物理的なエッチングが優位に進行することになる。そして、化学的なエッチングにおいてエッチング速度が速い、すなわち、すぐに除去されてしまうレジスト層の早期の除去を抑制する。その結果、レジスト層が形成された領域の下側に残る有機膜層が多くなり、マイクロレンズの高さを高くすることができると考えられる。
【００１８】
この場合、エッチング時において、供給する混合ガスのうち、水素を含む分子とフッ素を含む分子の流量比率や成分等を調整することにより、マイクロレンズの高さを調整することができる。したがって、容易にマイクロレンズの高さ、すなわち、マイクロレンズの垂直方向の長さを調整することができる。また、要求に応じて、マイクロレンズの高さの高いものを得ることができる。
【００１９】
好ましくは、レジスト形成工程は、略半球面状に突出した形状のレジスト層を形成する工程である。
【００２０】
さらに好ましくは、混合ガスのうちの水素を含む分子のガス流量は、３０ｓｃｃｍ以上である。
【００２１】
また、エッチング工程を行う際の処理容器内の圧力は、２００ｍＴｏｒｒ以下であることが好ましい。
【００２２】
また、混合ガス中の水素を含む分子とフッ素を含む分子との比率は、１：２～１：１５であることが好ましい。
【００２３】
さらに好ましくは、水素を含む分子は、ＨＢｒを含む。
【００２４】
さらに好ましくは、フッ素を含む分子は、その構造式がＣｘＦｙ（ｘ、ｙはいずれも１以上の整数）で表される複数のフロン系ガスを含む。
【００２５】
さらに好ましくは、フッ素を含む分子は、CF_4とC_4F_8とを含み、CF_4とC_4F_8との流量比率は、２：１～１５：１である。
【００２６】
さらに好ましくは、エッチング工程は、マイクロ波をプラズマ源としたマイクロ波プラズマにより行なう。
【００２７】

この発明の他の局面においては、マイクロレンズアレイは、一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、マイクロレンズの材料層となる有機膜層の上にマイクロレンズの形状を形成するためのレジスト層を形成し、形成したレジスト層および有機膜層を、水素を含む分子およびフッ素を含む分子を混合させた混合ガスを用いてエッチングすることにより得られる。

【００２８】

この発明のさらに他の局面においては、マイクロレンズアレイは、一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、マイクロレンズにおいて、垂直方向の最下部となる水平方向端部から最上部となるマイクロレンズの略半球面状に突出した頂点までの垂直方向の長さが、０．３μｍ以上である。

【００２９】

この発明のさらに他の局面においては、マイクロレンズアレイは、一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、マイクロレンズにおいて、垂直方向の最下部となる水平方向端部から最上部となるマイクロレンズの略半球面状に突出した頂点までの垂直方向の長さと、水平方向端部間の長さとの比が、１：２～１：６である。

【００３０】

この発明のさらに他の局面においては、マイクロレンズアレイは、一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、マイクロレンズの水平方向端部において水平方向に延びる線とマイクロレンズの水平方向端部における球面の接線とのなす角度をθとした場合に、θ≧３０度である。

【発明の効果】

【００３１】

この発明に係るマイクロレンズアレイの製造方法およびマイクロレンズによると、マイクロレンズアレイに含まれるマイクロレンズの高さを調整することが容易となる。したがって、所望の高さのマイクロレンズを有するマイクロレンズアレイを容易に得ることができる。

【００３２】

また、この発明に係るマイクロレンズアレイによると、マイクロレンズの高さが高いため、集光度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００３３】

【図１】この発明の一実施形態に係るマイクロレンズアレイの製造方法において、代表的な工程を示すフローチャートである。

【図２】エッチング処理が行われる前のマイクロレンズアレイ素材の一部を示す概略断面図である。

【図３】エッチング処理が行われる前のマイクロレンズアレイ素材を上側から見た図である。

【図４】エッチング処理が行われている過程でのマイクロレンズアレイ素材の概略断面図であり、レジスト層が残っている状態を示す。

【図５】エッチング処理が行われている過程でのマイクロレンズアレイ素材の概略断面図であり、レジスト層が残っていない状態を示す。

【図６】エッチング処理が行われた後のマイクロレンズアレイの一部を示す概略断面図である。

【図７】エッチング処理が行われた後のマイクロレンズアレイを上側から見た図である。

【図８】混合ガスをCF_4／C_4F_8／ＨＢｒ＝１５０／３０／ｘとした場合のＨＢｒの流量とマイクロレンズの高さとの関係を示すグラフである。

【図９】混合ガスをCF_4／C_4F_8／Ａｒ／ＨＢｒ＝２７０／３０／１０００／ｘとした場合のＨＢｒの流量とマイクロレンズの高さとの関係を示すグラフである。

【図１０】混合ガスをCF_4／C_4F_8／N_2／ＨＢｒ＝２７０／３０／１０００／ｘとした場合のＨＢｒの流量とマイクロレンズの高さとの関係を示すグラフである。
【図１１】混合ガスをCF_4／C_4F_8／N_2／ＨＢｒ＝２７０／６０／１０００／ｘとした場合のＨＢｒの流量とマイクロレンズの高さとの関係を示すグラフである。
【図１２】混合ガスをCF_4／C_4F_8／ＨＢｒ＝２４０／６０／ｘとした場合のＨＢｒの流量とトップの位置におけるマイクロレンズの高さとの関係を示すグラフである。
【図１３】図１２において、トップの位置を示す図である。
【図１４】従来におけるマイクロレンズが形成される前のマイクロレンズアレイ素材の一部を示す概略断面図である。
【図１５】従来におけるマイクロレンズが形成された後のマイクロレンズアレイの一部を示す概略断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００３４】
以下、この発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。図１は、この発明の一実施形態に係るマイクロレンズアレイの製造方法における代表的な工程を示すフローチャートである。また、図２は、後述するエッチング前のマイクロレンズアレイ素材の一部を示す概略断面図であり、上記した図１４に相当する。図１および図２を参照して、この発明の一実施形態に係るマイクロレンズアレイの製造方法の詳細について説明する。
【００３５】
まず、シリコン層１２の上にポリスチレン系樹脂やポリイミド系樹脂からなるカラーフィルタ層１３を形成し、その上にマイクロレンズの材料層となる有機膜層１４を形成する。そして、有機膜層１４の上に、複数のマイクロレンズの配置に応じたレジスト層１５を形成する（図１（Ａ））。レジスト層１５についても、後述するエッチングによる除去が可能な有機物で構成されている。レジスト層１５は、リソグラフィ技術におけるフォトレジストにより、まず、断面略矩形状に形成された後、マイクロレンズの外形形状となる略半球面状に沿うようリフローされることにより形成される（図１（Ｂ））。なお、図３に、リフローした後のマイクロレンズアレイ素材１１を、上側、すなわち、図２中の矢印ＩＩの方向から見た図を示す。レジスト層１５の平面形状は、水平方向を長手方向とした略楕円形状である。
【００３６】
すなわち、エッチング処理が行われる前のマイクロレンズアレイ素材１１には、最下層から順にシリコン層１２、カラーフィルタ層１３、有機膜層１４、そして、上面１６がリフローされた略半球面状のレジスト層１５が形成されている。なお、シリコン層１２の下層側にも複数の層が形成されているが、理解の容易の観点から、その図示および説明を省略する。
【００３７】
このようなマイクロレンズアレイ素材１１に対して、レジスト層１５および有機膜層１４を除去するエッチングを行う（図１（Ｃ））。エッチングについては、例えば、マイクロ波をプラズマ源としたマイクロ波プラズマエッチング処理装置によるプラズマエッチングが行われる。このようなマイクロ波プラズマエッチング処理装置におけるエッチング処理について簡単に説明すると、処理容器内に被処理基板となる被エッチング材料、ここでは、上記したマイクロレンズアレイ素材１１を配置させた後、処理容器を所定の圧力まで減圧する。その後、マイクロ波により処理容器内にプラズマを発生させ、エッチングガスを導入する。そして、被エッチング材料にエッチング処理を施す。
【００３８】
ここで、エッチング工程においては、水素を含む分子およびフッ素を含む分子を混合した混合ガスが用いられる。水素を含む分子としては、例えば、ＨＢｒが挙げられる。また、フッ素を含む分子としては、例えば、CF_4、C_2F_6、C_3F_8、C_4F_8のフロン系ガスが挙げられる。すなわち、フッ素を含む分子は、その構造式が、C_yF_z（ｙ、ｚはいずれも１以上の整数）で表される複数のフロン系ガスを含む。水素を含む分子および

フッ素を含む分子のそれぞれの種類や成分、水素を含む分子およびフッ素を含む分子の流量比率や供給方法等については、他のエッチング条件、要求されるマイクロレンズアレイの特性、および装置構成等により種々選択される。

【００３９】

ここで、この発明の一実施形態に係るマイクロレンズアレイの製造方法において考えられるマイクロレンズアレイ素材１１のエッチング処理の途中の状態を、図４および図５に示す。図４は、レジスト層１５が残っている状態を示し、図５は、レジスト層１５が除去された後の状態を示す。いずれの図に示す断面も、図２に相当する断面である。エッチング処理においては、図２、図４、図５、そして後述する図６の順にエッチングが進行していくこととなる。また、理解の容易の観点から、図４中の左側において、シリコン層１２の垂直方向の位置を同じとして、図２に示す図を示している。

【００４０】

図４を参照して、エッチングが進行していくと、有機膜層１４が上側に露出している領域においては、エッチングに応じて、具体的には、エッチング時間の経過と共に、有機膜層１４が除去されていく。すなわち、図４中の左側に示す有機膜層１４の上面１７の位置が、図４中の右側に示す有機膜層１４の上面１８の位置に示すように、下方側に移動していく。一方、レジスト層１５が形成された領域においては、レジスト層１５がエッチングにより上側から除去されていく。この場合、図４中の左側に示すレジスト層１５の上側の最も突出した頂点１９の位置は、図４中の右側に示すレジスト層１５の頂点２０の位置に移行する。ここで、レジスト層１５における頂点１９から頂点２０へ移行した際の図４中のh_1で示される垂直方向の長さ、すなわち、いわゆるレジスト層１５のエッチング量は、有機膜層１４における上面１７から上面１８へ移行した際の図４中のh_2で示される垂直方向の長さ、すなわち、いわゆる有機膜層１４のエッチング量は、上記した２つの要因により、この発明の一実施形態に係るマイクロレンズアレイの製造方法に含まれるエッチング工程において用いられる混合ガス、すなわち、水素を含む分子およびフッ素を含む分子を混合させた混合ガスにより、容易に調整可能である。具体的には、例えば、得られるマイクロレンズの高さが高くなるように、エッチングにおいて、長さh_1よりも長さh_2を大きくするよう調整することが容易である。

【００４１】

その後、図５に示すように、レジスト層１５は除去されるが、この場合においては、レジスト層１５が形成されていた領域において、レジスト層１５の下側に位置する有機膜層１４は垂直方向に多く残ることになり、結果として、上方向に突出する突出部２１を有する形状となる。この場合、頂点１９、２０に対応する領域が、最も上方向に突出する形状となる。

【００４２】

その後、エッチングをさらに進行させ、要求する形状が得られた時点でエッチングを終了する。エッチングの終了については、例えば、カラーフィルタ層１３の上面から、有機膜層１４の上面において最下部となるマイクロレンズ２２の水平方向端部２３までの垂直方向の長さが所定の長さになったことによりエッチングを終了してもよいし、処理開始から所定のエッチング時間が経過したことをもって、エッチングの終了としてもよい。

【００４３】

このようにして得られたマイクロレンズアレイの一部の概略断面図を、図６に示す。図７は、図６に示すマイクロレンズアレイを、上側、すなわち、図６中の矢印ＶＩＩの方向から見た図である。

【００４４】

図６および図７を参照して、マイクロレンズアレイ２５は、下層から順に配置されたシリコン層１２、カラーフィルタ層１３および有機膜層１４から構成されており、一方の面、ここでは、上側に位置する面に、略半球面状に突出したマイクロレンズ２２を複数有する。なお、マイクロレンズ２２の平面形状は、水平方向に長い略楕円形状である（図７参照）。また、複数のマイクロレンズ２２は、隣接している。具体的には、隣り合うマイク

ロレンズ２２同士の水平方向端部２３の一部領域は、離れておらず、接触した状態である。

【００４５】

すなわち、この発明に係るマイクロレンズアレイは、一方の面に、略半球面状に突出したマイクロレンズを複数有するマイクロレンズアレイであって、マイクロレンズの材料層となる有機膜層の上にマイクロレンズの形状を形成するためのレジスト層を形成し、形成したレジスト層および有機膜層を、水素を含む分子およびフッ素を含む分子を混合させた混合ガスを用いてエッチングすることにより得られる。

【００４６】

ここで、マイクロレンズ２２において、垂直方向の最下部となる水平方向端部２３から最上部となるマイクロレンズ２２の略半球面状に突出した頂点２４までの垂直方向の長さＨ、すなわち、マイクロレンズ２２の高さは、上述のマイクロレンズアレイの製造方法により、任意に調整することができる。具体的には、高さの高いものを得たい場合には、例えば、水素を含む分子のガス流量比率を多くすることにより、容易に高さが高いマイクロレンズを有するマイクロレンズアレイを得ることができる。

【００４７】

このようにして得られたマイクロレンズアレイについては、マイクロレンズにおいて、垂直方向の最下部となる水平方向端部２３から最上部となるマイクロレンズの略半球面状に突出した頂点２４までの垂直方向の長さＨが、０．３μｍ以上のものを得ることができる。また、このようにして得られたマイクロレンズアレイについては、マイクロレンズにおいて、上記した垂直方向の長さＨと水平方向端部２３間の長さＬとの比が、１：５程度のもの、少なくとも、１：２～１：６のものが得られる。また、このようにして得られたマイクロレンズアレイについては、マイクロレンズの水平方向端部２３において水平方向に延びる線２６とマイクロレンズの水平方向端部における球面２７の接線２８とのなす角度をθとした場合に、θ≧３５度程度のもの、少なくとも、θ≧３０度以上のものが得られる。なお、図６において、接線２８を一点鎖線で示している。

【００４８】

以上より、この発明に係るマイクロレンズアレイの製造方法によると、マイクロレンズアレイに含まれるマイクロレンズの高さを調整することが容易となる。その結果、所望の高さのマイクロレンズを有するマイクロレンズアレイを容易に得ることができる。

【００４９】

また、この発明に係るマイクロレンズアレイによると、マイクロレンズの垂直方向の高さが高いため、集光度を向上させることができる。

【００５０】

次に、上記した製造方法で製造したマイクロレンズアレイについて説明する。図８、図９、図１０、および図１１は、ＨＢｒの流量とマイクロレンズの高さ、すなわち、マイクロレンズの垂直方向の長さとの関係を示すグラフである。図８は、処理容器内の圧力を１０ｍＴｏｒｒとし、エッチングガスとしての混合ガスのガス流量比率をCF_4／C_4F_8／ＨＢｒ＝１５０／３０／ｘとした場合である。図９は、処理容器内の圧力を１００ｍＴｏｒｒとし、混合ガスのガス流量比率をCF_4／C_4F_8／Ａｒ／ＨＢｒ＝２７０／３０／１０００／ｘとした場合である。図１０は、処理容器内の圧力を１００ｍＴｏｒｒとし、混合ガスのガス流量比率をCF_4／C_4F_8／N_2／ＨＢｒ＝２７０／３０／１０００／ｘとした場合である。図１１は、処理容器内の圧力を１００ｍＴｏｒｒとし、混合ガスのガス流量比率をCF_4／C_4F_8／N_2／ＨＢｒ＝２７０／６０／１０００／ｘとした場合である。ｘは、いずれもＨＢｒのガス流量を示しており、図８～図１１、および後述する図１２に示すグラフの横軸の変数に相当する。また、ガス流量の単位は、ｓｃｃｍである。

【００５１】

図８、図９、図１０、および図１１を参照して、いずれの場合も、ＨＢｒの流量が増加するほど、マイクロレンズの高さが高くなっていることを把握することができる。すなわ

ち、いずれの流量比率においても、その傾向、すなわち、ＨＢｒの流量比率が増加するに従い、マイクロレンズの高さが高くなっている。

【００５２】

ここで、エッチング工程を行う際の処理容器内の圧力は、２００ｍＴｏｒｒ以下とすることが好ましい。こうすることにより、より確実に、マイクロレンズの高さの調整を行うことができる。さらには、エッチング工程を行う際の処理容器内の圧力は、１５０ｍＴｏｒｒ以下とすることが好ましい。

【００５３】

また、混合ガス中の水素を含む分子とフッ素を含む分子との比率は、１：２～１：１５とすることが好ましい。こうすることによっても、より確実に、マイクロレンズの高さの調整を行うことができる。さらには、混合ガス中の水素を含む分子とフッ素を含む分子との比率は、１：２～１：１０とすることが好ましい。

【００５４】

また、フッ素を含む分子は、CF_4とC_4F_8とを含み、CF_4とC_4F_8との流量比率は、２：１～１０：１であるよう構成することが好ましい。こうすることによっても、より確実に、マイクロレンズの高さの調整を行うことができる。さらには、CF_4とC_4F_8との流量比率は、２：１～１５：１とすることが好ましい。

【００５５】

図１２は、被エッチング材料としての半導体基板のトップの位置におけるマイクロレンズの高さを示している。ここで、トップの位置について簡単に説明する。図１３は、半導体基板におけるトップの位置を示す図である。図１３を参照して、半導体基板３１において、その中心、いわゆるセンター３３の位置を中心に、半導体基板３１の円周方向の位置決めとなる切り欠き３２が設けられた部分と１８０度対称の位置をトップ３４の位置としている。すなわち、半導体基板３１のうち、最も中央部から離れた端部領域に位置する部分である。図１２を参照して、トップ３４の位置におけるマイクロレンズ高さとＨＢｒの流量について考察すると、ＨＢｒの流量が３０ｓｃｃｍの場合とＨＢｒを流さない場合、すなわち、ＨＢｒの流量が０ｓｃｃｍの場合との差異はほとんどない。しかし、ＨＢｒのガス流量が３０ｓｃｃｍ以上となると、マイクロレンズの高さが高くなる。したがって、ＨＢｒのガス流量については、トップの位置におけるマイクロレンズの高さを考慮すると、３０ｓｃｃｍ以上とすることが好ましい。

【００５６】

なお、上記の実施の形態においては、レジスト形成工程において、上側から見た場合に略楕円形状となるようレジスト層を形成することとしたが、これに限らず、上側から見た場合に略円形状となるようレジスト層を形成することにしてもよいし、図２等に示す断面において、レジスト層の外形形状が、直線部分を有していてもよいし、角を有していてもよい。

【００５７】

また、上記の実施の形態においては、複数のマイクロレンズにおいて、水平方向端部の一部領域が接触するよう構成したが、これに限らず、マイクロレンズの水平方向端部が、隣り合うマイクロレンズとの関係において、離れている構成としてもよい。

【００５８】

なお、上記の実施の形態において、略半球面状のマイクロレンズのうち、最も突出する部分をマイクロレンズの頂点としたが、厳密に略半球面状のマイクロレンズの中央に位置していなくともよい。さらに、上記した垂直方向および水平方向については、厳密な方向で垂直および水平を意味しているものではない。

【００５９】

また、上記の実施の形態においては、エッチング行う際にマイクロ波を用いたプラズマ処理を行なうこととしたが、これに限らず、他のプラズマ処理を用いることもできる。

【００６０】

以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形

態のものに限定されない。図示した実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変形を加えることが可能である。

【産業上の利用可能性】

【００６１】

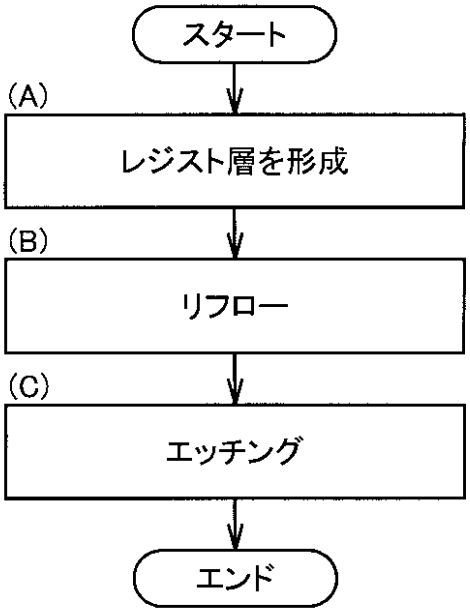
この発明に係るマイクロレンズアレイの製造方法およびマイクロレンズアレイは、マイクロレンズの高さがより高いものが要求される場合に、有効に利用される。

【符号の説明】

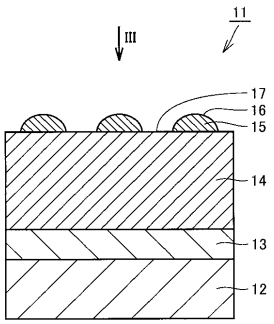
【００６２】

１１　マイクロレンズアレイ素材、１２　シリコン基板、１３　カラーフィルタ層、１４　有機膜層、１５　レジスト層、１６，１７，１８　上面、１９，２０，２４　頂点、２３　端部、２１　突出部、２２　マイクロレンズ、２５　マイクロレンズアレイ、２６，２８　線、２７　球面、３１　半導体基板、３２　切り欠き、３３　センター、３４　トップ。

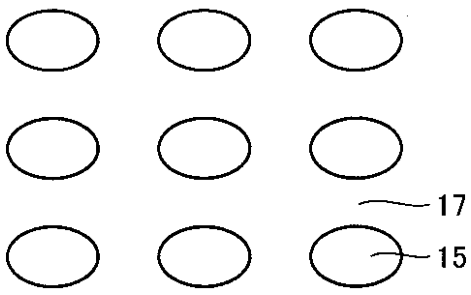
【図１】



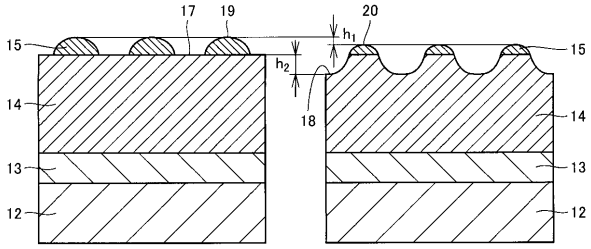
【図２】



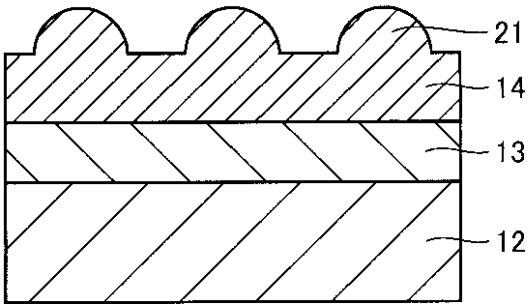
【図３】



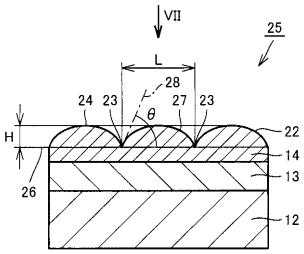
【図４】



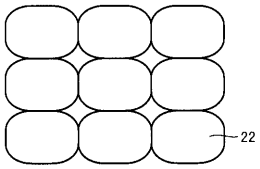
【図５】



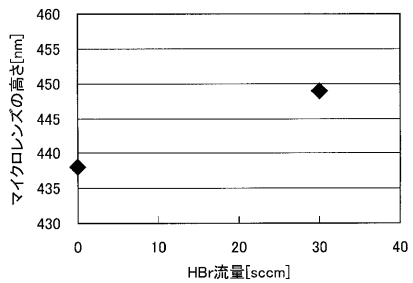
【図６】



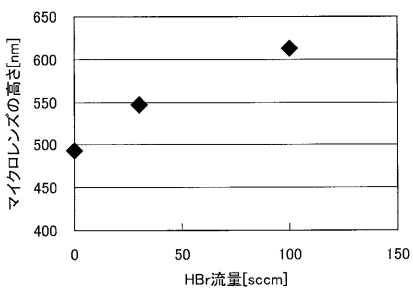
【図７】



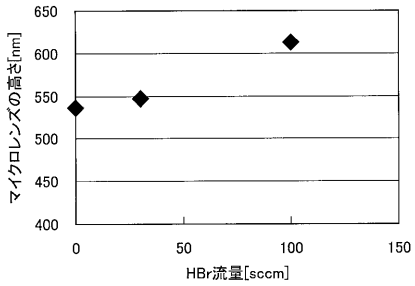
【図８】



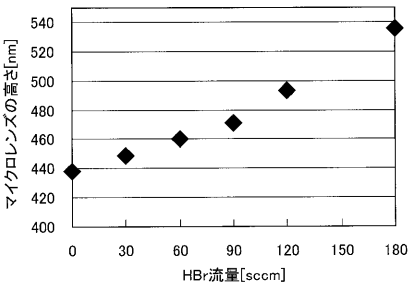
【図９】



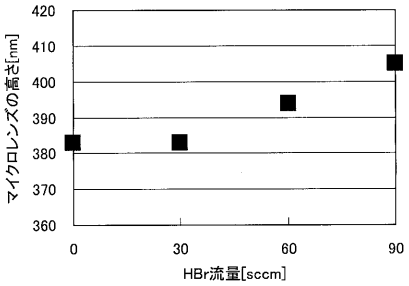
【図１０】



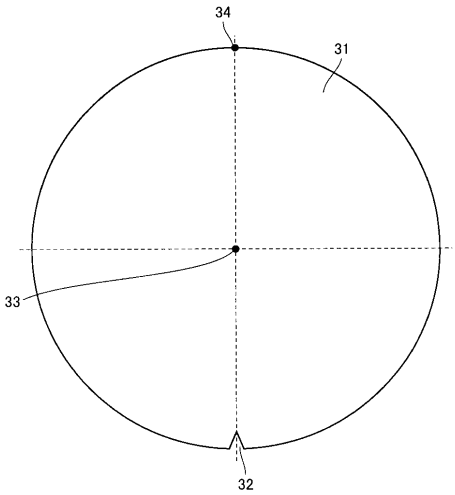
【図１１】



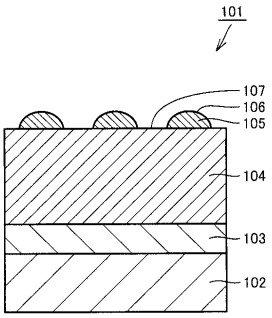
【図１２】



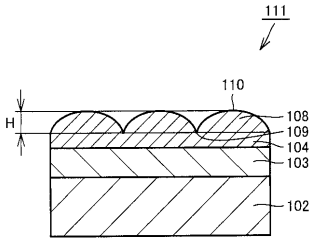
【図１３】



【図１４】



【図１５】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 2H097 JA04 LA15
4F213 AH73 WA36 WA62 WA85 WA86 WA89 WA92 WB01