

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3672663号  
(P3672663)

(45) 発行日 平成17年7月20日(2005.7.20)

(24) 登録日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 27/14

F I

H01L 27/14

D

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平8-99730	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成8年4月22日(1996.4.22)		松下電器産業株式会社
(65) 公開番号	特開平9-22995		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成9年1月21日(1997.1.21)	(74) 代理人	100077931
審査請求日	平成15年4月22日(2003.4.22)		弁理士 前田 弘
(31) 優先権主張番号	特願平7-108390	(74) 代理人	100094134
(32) 優先日	平成7年5月2日(1995.5.2)		弁理士 小山 廣毅
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100107445
			弁理士 小根田 一郎
		(72) 発明者	重田 陽子
			大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内
		(72) 発明者	市川 美千代
			大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射された光を電荷に変換する受光部を有し受光部領域が凹状に形成された半導体基板と、前記半導体基板上に形成され受光部領域が凹状に窪んでいる絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成され該絶縁膜の表面を平坦にする平坦化層とを備えた固体撮像装置において、

前記平坦化層は、前記絶縁膜よりも屈折率の高い材料により形成されており、

前記絶縁膜の凹状に窪んでいる部分において、前記絶縁膜および平坦化層によって、擬似凸レンズが形成されている

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】

前記絶縁膜と前記平坦化層とは、シリコン酸化膜とフェノール系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とシリコン酸化膜、フッ素系樹脂膜とアクリル系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とフェノール系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とポリイミド系樹脂膜、シリコン酸化膜とアクリル系樹脂膜、シリコン酸化膜とポリイミド系樹脂膜、および、アクリル系樹脂膜とフェノール系樹脂膜のうちいずれか1つの組み合わせによって、形成されている

ことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項3】

前記平坦化層を形成する材料は、加熱により液状に溶解する材料であることを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項4】

10

20

前記絶縁膜は、フッ素系樹脂膜、シリコン酸化膜またはアクリル系樹脂膜であり、前記平坦化層は、フェノール系の熱可塑性樹脂からなることを特徴とする請求項 3 記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

受光部を有し受光部領域が凹状に形成された半導体基板上に絶縁膜を形成する絶縁膜形成工程と、前記絶縁膜上に該絶縁膜の表面を平坦にする平坦化層を形成する平坦化層形成工程とを備えた固体撮像装置の製造方法において、

前記平坦化層形成工程は、前記平坦化層を前記絶縁膜よりも屈折率の高い材料により形成する工程を含み、

前記絶縁膜形成工程および平坦化層形成工程において、前記絶縁膜と前記平坦化層とを、シリコン酸化膜とフェノール系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とシリコン酸化膜、フッ素系樹脂膜とアクリル系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とフェノール系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とポリイミド系樹脂膜、シリコン酸化膜とアクリル系樹脂膜、シリコン酸化膜とポリイミド系樹脂膜、および、アクリル系樹脂膜とフェノール系樹脂膜のうちいずれか 1 つの組み合わせによって、形成する

10

ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 6】

受光部を有し受光部領域が凹状に形成された半導体基板上に絶縁膜を形成する絶縁膜形成工程と、前記絶縁膜上に該絶縁膜の表面を平坦にする平坦化層を形成する平坦化層形成工程とを備えた固体撮像装置の製造方法において、

20

前記平坦化層形成工程は、前記平坦化層を前記絶縁膜よりも屈折率が高く且つ加熱により液状に溶解する材料により形成し、加熱により該材料を溶解して前記平坦化層表面を平坦にする工程を含み、

前記絶縁膜形成工程において、前記絶縁膜として、フッ素系樹脂膜、シリコン酸化膜またはアクリル系樹脂膜を形成し、

前記平坦化層形成工程において、前記平坦化層を、フェノール系の熱可塑性樹脂によって形成する

むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像装置及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、固体撮像装置の小型化が進んでいるが、小型化に伴って各固体撮像素子の受光部の面積が縮小するために、固体撮像装置における光感度の低下が問題となっている。この問題を解決するために、受光部に光を集めるマイクロレンズを備えた固体撮像装置がすで実現されている。マイクロレンズ形成技術は、現在、固体撮像装置の製造には欠くことのできない技術となっている。

【0003】

40

以下、従来の固体撮像装置について説明する。

【0004】

図 8 は、従来の固体撮像装置の一例の構造を示すための断面図である。図 8 において、11 は半導体基板、12 は半導体基板 11 の表面部に形成され、入射された光を電荷に変換するフォトダイオード部、13 は半導体基板 11 の表面を平坦にするための第 1 の平坦化層、14 は第 1 の平坦化層 13 上に形成されたカラーフィルタ、15 はカラーフィルタ 14 の段差を平坦にするための第 2 の平坦化層、50 は第 2 の平坦化層 15 上に形成され、フォトダイオード部 12 に光を集めるマイクロレンズである。

【0005】

第 1 の平坦化層 13 は、半導体基板 11 の上に透明膜材料を必要な厚さだけ塗

50

布することにより形成される。カラーフィルタ14は、各フォトダイオード部12に対応するように例えばフォトリソグラフィ技術により形成される。第2の平坦化層15は、カラーフィルタ14の上に透明膜材料を必要な膜厚だけ塗布することにより形成される。

【0006】

マイクロレンズ50は、フェノール樹脂等からなり、各フォトダイオード部12の上方に当る位置に半球状に形成されている。また、マイクロレンズ50の表面に当たった光がフォトダイオード部12に効率良く集められるような高さを持っている。

【0007】

マイクロレンズ50の半球状の形状は、以下のような工程により形成される。まず、第2の平坦化層15の上にレンズレジストを塗布する。次に、レンズマスクを用いて露光処理を行い、さらに現像処理を行うことにより、各フォトダイオード部12の上方に当る位置にレンズレジストをパターン化する。さらに、加熱処理を行い、パターン化されたレンズレジストを溶解することにより、表面張力を利用してマイクロレンズ50の半球状の形状を形成することができる。

【0008】

また、図9は従来の固体撮像装置を上方から見た図である。図9において、50はマイクロレンズである。また、xはマイクロレンズ50の中央部におけるスペース、yは端部におけるスペースである。

【0009】

図10は、従来の固体撮像装置の他の例の構造を示すための断面図である。図10において、11は半導体基板、12はフォトダイオード部、13は第1の平坦化層、14はカラーフィルタ、15は第2の平坦化層であり、図8に示されているものと同じである。半導体基板11と第1の平坦化層13の間に層間絶縁膜16が形成されている点が、図8に示した固体撮像装置と異なる。層間絶縁膜16の表面は滑らかであるが、半導体基板11の凹凸に沿って凹凸を有している。第1の平坦化層13は、層間絶縁膜16の表面の凹凸を平坦にするために形成されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の固体撮像装置及びその製造方法には、以下のような問題があった。

【0011】

図8に示した固体撮像装置において、さらに光感度を向上させるためには、隣り合うマイクロレンズ50のスペースSをできるだけ小さくして、マイクロレンズ50の受光面積を拡大することが望ましい。

【0012】

しかし、従来は、パターン化されたレンズレジスト(以下、レンズパターンと称する)を加熱してマイクロレンズ50を形成する際に、加熱温度をレンズパターンが完全に溶解する温度としていた。このため、溶解されたレンズパターンがパターン化されたときの底面からはみ出してしまいうという現象が生じていた。

【0013】

したがって、図9に示すように、隣り合うマイクロレンズ50の中央部におけるスペースxは、端部におけるスペースyよりも小さくなる。このため、中央部におけるスペースxを限りなく小さくしたとしても端部におけるスペースyは限りなく小さくはならない。したがって、マイクロレンズ50の受光面積を拡大するのに限界があることになる。

【0014】

また、隣り合うレンズパターンのスペースを小さくし過ぎた場合、加熱溶解によりはみ出したレンズパターンが互いに接触してしまい流れ出すことになる。このため、マイクロレンズ50の形状が崩れてしまい、半球状の部分の表面積が小さくなると共に高さも低くなる。したがって、フォトダイオード部12に集められる光量が少なくなり光感度が低下してしまう。

10

20

30

40

50

## 【0015】

また、我々の検討によると、受光部の表面積が小さい場合、マイクロレンズの高さが高く且つマイクロレンズと受光部との距離が小さい方が光感度が良いことが分かっている。

## 【0016】

ところが従来技術によると、レンズパターンが完全に溶解するため、表面張力により、マイクロレンズ50の高さHを底面の受光部配列方向の幅の半分Rよりも大きくすることができない。このため、マイクロレンズ50とフォトダイオード部12との距離が小さい場合、光を集めるのに最適なマイクロレンズ50の形状を形成できない可能性がある。

## 【0017】

また、図10に示した固体撮像装置のように、半導体基板11の上に層間絶縁膜16が形成されている場合、マイクロレンズ50からフォトダイオード部12までの距離は層間絶縁膜16の膜厚の分だけ長くなる。このため、マイクロレンズ50の形状を最適化しても、入射した光が散乱等の影響を受けてフォトダイオード部12に集まらない可能性がある。特に、層間絶縁膜16の屈折率が第1の平坦化層13やカラーフィルタ14の屈折率よりも高い場合、このような現象が顕著に現れ、光感度が低下してしまう。

## 【0018】

以上のような問題に鑑み、本発明は、半導体基板上に層間絶縁膜が形成された固体撮像装置でも光感度の低下を抑制して高い光感度を得ることができるようになることを課題とする。

## 【0019】

## 【課題を解決するための手段】

前記の課題を解決するため、本発明は、層間絶縁膜の上に形成する平坦化層の材料を層間絶縁膜よりも屈折率の高いものにより、受光部に光を集める擬似凸レンズを形成するものである。さらに、平坦化層の材料を加熱により液状に溶解するものにし、製造工程において加熱処理を行うことにより平坦化層を極めて薄く形成して、マイクロレンズから受光部までの距離を小さくするものである。

## 【0020】

具体的に請求項1の発明が講じた解決手段は、入射された光を電荷に変換する受光部を有し受光部領域が凹状に形成された半導体基板と、前記半導体基板上に形成され受光部領域が凹状に窪んでいる絶縁膜と、前記絶縁膜上に形成され該絶縁膜の表面を平坦にする平坦化層とを備えた固体撮像装置として、前記平坦化層は、前記絶縁膜よりも屈折率の高い材料により形成されており、前記絶縁膜の凹状に窪んでいる部分において、前記絶縁膜および平坦化層によって、擬似凸レンズが形成されているものである。

## 【0021】

請求項1の発明により、平坦化層は絶縁膜よりも屈折率の高い材料により形成されるので、凹状に窪んだ受光部領域において擬似凸レンズが形成される。この擬似凸レンズによって、従来の固体撮像装置では装置内部で散乱して受光部に達しなかった光を受光部に集中させることができる。

## 【0022】

請求項2の発明では、前記請求項1の固体撮像装置において、前記絶縁膜と前記平坦化層とは、シリコン酸化膜とフェノール系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とシリコン酸化膜、フッ素系樹脂膜とアクリル系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とフェノール系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とポリイミド系樹脂膜、シリコン酸化膜とアクリル系樹脂膜、シリコン酸化膜とポリイミド系樹脂膜、および、アクリル系樹脂膜とフェノール系樹脂膜のうちいずれか1つの組み合わせによって、形成されているものとする。

## 【0023】

請求項3の発明では、前記請求項1の固体撮像装置において、前記平坦化層を形成する材料は、加熱により液状に溶解する材料であるものとする。

## 【0024】

請求項3の発明により、平坦化層は加熱により溶解する材料により形成されるため、製

10

20

30

40

50

造工程において加熱することにより平坦化層を極めて薄く形成できるので、マイクロレンズから受光部までの距離が小さくなり、マイクロレンズに入射した光を受光部に集めやすくなる。

【0025】

請求項4の発明では、前記請求項3の固体撮像装置において、前記絶縁膜は、フッ素系樹脂膜、シリコン酸化膜またはアクリル系樹脂膜であり、前記平坦化層は、フェノール系の熱可塑性樹脂からなるものとする。

【0026】

請求項5の発明が講じた解決手段は、受光部を有し受光部領域が凹状に形成された半導体基板上に絶縁膜を形成する絶縁膜形成工程と、前記絶縁膜上に該絶縁膜の表面を平坦にする平坦化層を形成する平坦化層形成工程とを備えた固体撮像装置の製造方法として、前記平坦化層形成工程は、前記平坦化層を前記絶縁膜よりも屈折率の高い材料により形成する工程を含むものである。さらに、前記絶縁膜形成工程および平坦化層形成工程において、前記絶縁膜と前記平坦化層とを、シリコン酸化膜とフェノール系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とシリコン酸化膜、フッ素系樹脂膜とアクリル系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とフェノール系樹脂膜、フッ素系樹脂膜とポリイミド系樹脂膜、シリコン酸化膜とアクリル系樹脂膜、シリコン酸化膜とポリイミド系樹脂膜、および、アクリル系樹脂膜とフェノール系樹脂膜のうちいずれか1つの組み合わせによって、形成するものとする。

10

【0027】

請求項5の発明により、平坦化層は絶縁膜よりも屈折率の高い材料により形成されるので、凹状に窪んだ受光部領域において擬似凸レンズが形成される。この擬似凸レンズは、従来の固体撮像装置では装置内部で散乱して受光部に達しなかった光を、受光部に集中させることができる。

20

【0028】

請求項6の発明が講じた解決手段は、受光部を有し受光部領域が凹状に形成された半導体基板上に絶縁膜を形成する絶縁膜形成工程と、前記絶縁膜上に該絶縁膜の表面を平坦にする平坦化層を形成する平坦化層形成工程とを備えた固体撮像装置の製造方法として、前記平坦化層形成工程は、前記平坦化層を前記絶縁膜よりも屈折率が高く且つ加熱により液状に溶解する材料により形成し、加熱により該材料を溶解して前記平坦化層表面を平坦にする工程を含むものである。さらに、前記絶縁膜形成工程において、前記絶縁膜として、フッ素系樹脂膜、シリコン酸化膜またはアクリル系樹脂膜を形成し、前記平坦化層形成工程において、前記平坦化層をフェノール系の熱可塑性樹脂によって形成するものとする。

30

【0029】

請求項6の発明により、平坦化層は絶縁膜よりも屈折率が高く且つ加熱により液状に溶解する材料により形成される。そのため凹状に窪んだ受光部領域において擬似凸レンズが形成され、またマイクロレンズから受光部までの距離が小さくなるので、従来の固体撮像装置では受光部に達しなかった光を受光部に集中させることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法におけるマイクロレンズの製造工程を示す図であり、各工程における固体撮像装置の断面図である。

40

【0031】

図1(a)において、11は半導体基板、12は半導体基板11の表面部に形成され、入射された光を電荷に変換する受光部としてのフォトダイオード部、13は半導体基板11の表面を平坦にするための第1の平坦化層、14は第1の平坦化層13上に例えばフォトリソグラフィ技術により形成されたカラーフィルタ、15はカラーフィルタ14上の段差を平坦にするための第2の平坦化層である。なお、図1(b)~(d)では、半導体基板11、フォトダイオード部12、第1の平坦化層13、及びカラーフィルタ14は省略されている。

50

## 【0032】

まず、図1(a)に示すように、第2の平坦化層15の表面に、フェノール系等の熱可塑性樹脂からなるレンズレジスト10aを塗布する。レンズレジスト10aは加熱により変形するものであり、また、屈折率は1.3以上である。

## 【0033】

次に、図1(b)に示すように、レンズレジスト10aの上方にレンズマスク18を配置する。このレンズマスク18は、フォトダイオード部12の位置に応じたピッチで配置される。

## 【0034】

このレンズマスク18を用いて露光処理を行い、さらに現像処理を行うことにより、図1(c)に示すように、レンズパターン10bを形成する。さらに、光の透過率を向上させるために、レンズパターン10bに対してUV光を照射する。これにより、レンズパターン10bは、含有していた感光剤が分解されて無色透明になる。

## 【0035】

続いて加熱処理を行い、図1(d)に示すように、マイクロレンズ10cを形成する。このときの加熱温度は130~140とする。レンズパターン10bは、加熱温度が120~130に達すると溶解し始め、150~160に達すると完全に溶解する。加熱温度を、完全に溶解する温度より10~20低い130~140にすることにより、レンズパターン10bはパターン化されたときの底面からはみ出すことはない。このため、隣り合うレンズパターンが接触して流れ出すことはなく、形成されるマイクロレンズ10cの形状が崩れることはない。すなわち、半球状の形状を備え且つ十分高さのあるマイクロレンズ10cを確実に形成することができる。

## 【0036】

また、隣り合うマイクロレンズ10cのスペースS2は、隣り合うレンズパターン10bのスペースS1と同じ大きさになる。このため、レンズパターン10bのスペースS1を0に近づけることにより、マイクロレンズ10cのスペースS2も0に近づけることができる。すなわち、マイクロレンズ10cの表面積を拡大することができる。

## 【0037】

このように、マイクロレンズ10c形成時の加熱温度を、レンズパターン10bが完全に溶解しない温度に設定することにより、フォトダイオード部12に効率良く集光できるマイクロレンズ10cを形成することができる。また、加熱温度を130~140の範囲で制御することにより、マイクロレンズ10cの形状も制御することが可能となる。

## 【0038】

図2は、図1に示した製造方法により製造された固体撮像装置を上方から見た図である。図2において、10はマイクロレンズである。また、xはマイクロレンズ10の中央部におけるスペースの寸法、yは端部におけるスペースの寸法である。

## 【0039】

加熱温度を130~140にした場合、レンズパターン10bは完全には溶解しないので、中央部におけるスペースxと端部におけるスペースyとは等しくなる。したがって、中央部におけるスペースxと端部におけるスペースyとを共に小さくすることができるので、従来よりも、マイクロレンズ10の受光面積を拡大することができる。

## 【0040】

(第2の実施形態)

図3は、本発明の第2の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法におけるマイクロレンズの製造工程を示す図であり、各工程における固体撮像装置の断面図である。

## 【0041】

図3(a)において、11は半導体基板、12はフォトダイオード部、13は第1の平坦化層、14はカラーフィルタ、15は第2の平坦化層であり、図1(a)に示されたものと同じである。また、図3(b)~(d)では、半導体基板11、フォトダイオード部12、第1の平坦化層13、及びカラーフィルタ14は省略されている。

10

20

30

40

50

## 【0042】

第2の実施形態と第1の実施形態とが異なるのは、レンズレジスト20aを厚く塗布する点である。

## 【0043】

まず、図3(a)に示すように、第2の平坦化層15の表面上に、熱可塑性樹脂からなるレンズレジスト20aを、2~4 $\mu$ mの厚さで塗布する。

## 【0044】

次に、図3(b)に示すように、レンズレジスト20aの上方にレンズマスク18を配置する。このレンズマスク18は、フォトダイオード部12の位置に応じたピッチで配置される。

10

## 【0045】

このレンズマスク18を用いて露光処理を行い、さらに現像処理を行うことにより、図3(c)に示すように、レンズパターン20bを形成する。さらに、光の透過率を向上させるために、レンズパターン20bに対してUV光を照射する。これにより、レンズパターン20bは、含有していた感光剤が分解されて無色透明になる。

## 【0046】

続いて加熱処理を行い、図3(d)に示すように、マイクロレンズ20cを形成する。このときの加熱温度を、レンズパターン20bが完全に溶解する温度より10~20低い130~140にすることにより、レンズパターン20bはパターン化されたときの底面からはみでて流れ出すことはなく、半球状の形状を備え且つ十分高さのあるマイクロレンズ20cが形成される。

20

## 【0047】

図3に示した製造方法によると、セルサイズが小さい場合は、マイクロレンズ20cの高さHはマイクロレンズ20cの底面の受光部配列方向の幅の半分Rよりも大きくなる。また、表面張力により、マイクロレンズ20cの形状が崩れることはない。このため、縦長のマイクロレンズが形成されることになる。

## 【0048】

図4は、第2の実施形態に係る製造方法により製造された固体撮像装置の構造を示すための断面図である。

## 【0049】

図4において、11は半導体基板、12はフォトダイオード部、13は第1の平坦化層、14はカラーフィルタ、15は第2の平坦化層であり、図3(a)に示されたものと同じである。20は第2の平坦化層上に形成されたマイクロレンズである。また、R1はマイクロレンズ20の底面の受光部配列方向の幅の半分、R2はセルサイズの受光部配列方向の幅の半分、Hはマイクロレンズ20の高さである。隣り合うマイクロレンズ20は、実際には、互いに接しない程度の0.1~1.5 $\mu$ mのスペースがあげられている。

30

## 【0050】

マイクロレンズ20の形状は、サイクロイド曲線または放物線で表現できるような縦長の半楕円となっており、高さHは、底面の受光部配列方向の幅の半分R1よりも大きくなっている。また、本実施形態により、マイクロレンズ20の高さHを、セルサイズの受光部配列方向の幅の半分R2よりも大きくすることもできる。縦長のマイクロレンズを形成することにより、マイクロレンズ20からフォトダイオード部12までの距離が小さい固体撮像装置でも、入射した光をフォトダイオード部12に集中させることができる。

40

## 【0051】

(第3の実施形態)

図5は、本発明の第3の実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。図5において、11は半導体基板、12は半導体基板11の表面部に形成された受光部としてのフォトダイオード部、16は半導体基板11上に形成された絶縁膜としての層間絶縁膜、30は層間絶縁膜16の表面の凹凸を平坦化する平坦化層としての第1の平坦化層、14は第1の平坦化層30上に形成されたカラーフィルタ、15はカラーフィルタ14の表

50

面の段差を平坦化する第2の平坦化層、50は第2の平坦化層15上に形成されたマイクロレンズである。

【0052】

第1の平坦化層30は層間絶縁膜16に比べて屈折率の高い材料を用いる。例えば層間絶縁膜16と第1の平坦化層30とはそれぞれ、シリコン酸化膜とフェノール系樹脂膜、又はフッ素系樹脂膜とシリコン酸化膜、又はフッ素系樹脂膜とアクリル系樹脂膜、又はフッ素系樹脂膜とフェノール系樹脂膜、又はフッ素系樹脂膜とポリイミド系樹脂膜、又はシリコン酸化膜とアクリル系樹脂膜、又はシリコン酸化膜とポリイミド系樹脂膜、アクリル系樹脂膜とフェノール系樹脂膜等の組み合わせで形成する。

【0053】

層間絶縁膜16は0.1~1.5 $\mu$ m程度の厚さを持っている。層間絶縁膜16の上に形成されている第1の平坦化層30は、層間絶縁膜16やカラーフィルタ14や第2の平坦化層15よりも大きい屈折率をもつ。

【0054】

第1の平坦化層30が層間絶縁膜16よりも屈折率の高い材料により形成されていることにより、層間絶縁膜16の凹状の部分において、下向きの擬似凸レンズ31が形成される。擬似凸レンズ31の中心は、フォトダイオード部12の中心と一致している。この擬似凸レンズ31により、従来の固体撮像装置ではフォトダイオード部12に集まらなかった光も、フォトダイオード部12に集光することができる。また、擬似凸レンズ31が形成されても、マイクロレンズ50からフォトダイオード部12までの距離は変化しないので、マイクロレンズ50による集光効果は従来どおり得られる。

【0055】

また、擬似凸レンズ31の曲率や深さは、層間絶縁膜16の厚さを変えることにより変化させることができる。マイクロレンズ50及び擬似凸レンズ31の形状や、マイクロレンズ50及び擬似凸レンズ31からフォトダイオード部12までの距離を最適化することにより、フォトダイオード部12の形状に関わらず、光感度の高い固体撮像装置を得ることができる。

【0056】

また、本実施形態を第1または第2の実施形態と組み合わせることによって、固体撮像装置の光感度をさらに向上させることができる。

【0057】

なお、本発明は、カラーフィルタをもつカラー固体撮像装置だけでなく、カラーフィルタをもたない白黒固体撮像装置に適用することも可能である。

【0058】

(第4の実施形態)

図6は、本発明の第4の実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。図6において、11は半導体基板、12は半導体基板11の表面部に形成された受光部としてのフォトダイオード部、16は半導体基板11上に形成された絶縁膜としての層間絶縁膜、32は層間絶縁膜16の表面の凹凸を平坦化する平坦化層としての第1の平坦化層、14は第1の平坦化層32上に形成されたカラーフィルタ、15はカラーフィルタ14の表面の段差を平坦化する第2の平坦化層、50は第2の平坦化層15上に形成されたマイクロレンズである。

【0059】

層間絶縁膜16は、フッ素系樹脂膜又はシリコン酸化膜又はアクリル系樹脂膜からなり、0.1~1.5 $\mu$ m程度の厚さを持っている。層間絶縁膜16の上に形成されている第1の平坦化層32はフェノール系等の熱可塑性樹脂からなり、層間絶縁膜16やカラーフィルタ14や第2の平坦化層15よりも大きい屈折率をもつ。

【0060】

第1の平坦化層32が層間絶縁膜16よりも屈折率の高い材料により形成されていることにより、層間絶縁膜16の凹状の部分において下向きの擬似凸レンズ33が形成される

10

20

30

40

50

。擬似凸レンズ33の中心は、フォトダイオード部12の中心と一致している。この擬似凸レンズ33により、従来の固体撮像装置ではフォトダイオード部12に集まらなかった光もフォトダイオード部12に集光することができる。また、第1の平坦化層32は熱可塑性をもつため、加熱すると液状に溶解してごく薄膜で完全な平坦性を得ることができる。このことにより、マイクロレンズ50からフォトダイオード部12までの距離を小さくすることができるので、マイクロレンズ50からフォトダイオード部12までの距離を最適化でき、さらに光を集中できる。

【0061】

また、擬似凸レンズ33の曲率や深さは、層間絶縁膜16の厚さを変えることにより変化させることができる。マイクロレンズ50及び擬似凸レンズ33の形状や、マイクロレンズ50及び擬似凸レンズ33からフォトダイオード部12までの距離を最適化することにより、フォトダイオード部12の形状に関わらず、光感度の高い固体撮像装置を得ることができる。

10

【0062】

図7は本実施形態に係る固体撮像装置の製造方法における第1の平坦化層の製造工程を示す図であり、各工程における固体撮像装置の断面図である。図7(a)に示すように、フォトダイオード部12が表面部に形成された半導体基板11上に層間絶縁膜16がすでに形成されているものとする。

【0063】

次に、図7(b)に示すように、層間絶縁膜16の上にフェノール系等の熱可塑性樹脂からなる第1の平坦化レジスト32aを塗布する。このとき、塗布しただけでは第1の平坦化レジスト32a表面の平坦性は良くない。次に、図7(c)に示すように、第1の平坦化レジスト32aを加熱により液状に溶解して第1の平坦化層32bを形成する。このような工程により、表面が平坦であり且つ薄膜の第1の平坦化層32bを形成することができる。

20

【0064】

また、本実施形態を第1または第2の実施形態と組み合わせることによって、固体撮像装置の光感度をさらに向上させることができる。

【0065】

なお、本発明は、カラーフィルタをもつカラー固体撮像装置だけでなく、カラーフィルタをもたない白黒固体撮像装置に適用することも可能である。

30

【0066】

【発明の効果】

以上のように、本発明によると、平坦化層により擬似凸レンズを形成でき、さらに平坦化層を薄く且つ表面をより平坦に形成できるので、半導体基板上に絶縁膜が形成されている場合でも高い光感度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法における、マイクロレンズの製造工程を示す図であり、各工程における固体撮像装置の断面図である。

【図2】 本発明の第1の実施形態に係る製造方法により製造された固体撮像装置を上方から見た図である。

40

【図3】 本発明の第2の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法における、マイクロレンズの製造工程を示す図であり、各工程における固体撮像装置の断面図である。

【図4】 本発明の第2の実施形態に係る製造方法により製造された固体撮像装置の構造を示すための断面図である。

【図5】 本発明の第3の実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図6】 本発明の第4の実施形態に係る固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図7】 本発明の第4の実施形態に係る固体撮像装置の製造方法における、平坦化層の製造工程を示す図であり、各工程における固体撮像装置の断面図である。

【図8】 従来の固体撮像装置の一例の構造を示すための断面図である。

50

【図9】 従来の固体撮像装置を上方から見た図である。

【図10】 従来の固体撮像装置の他の例の構造を示すための断面図である。

【符号の説明】

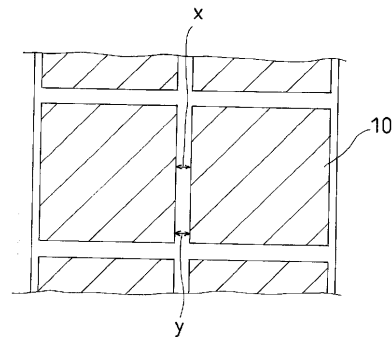
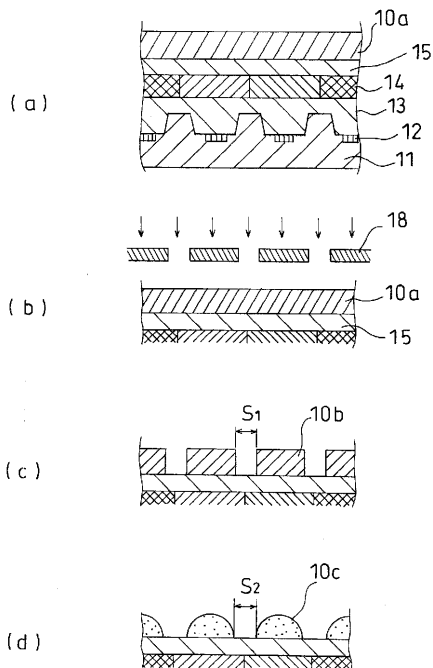
- 10 マイクロレンズ
- 10a レンズレジスト
- 10b レンズパターン
- 10c マイクロレンズ
- 11 半導体基板
- 12 フォトダイオード部
- 13 第1の平坦化層
- 14 カラーフィルタ
- 15 第2の平坦化層
- 16 層間絶縁膜
- 18 レンズマスク
- 20 マイクロレンズ
- 20a レンズレジスト
- 20b レンズパターン
- 20c マイクロレンズ
- 30 第1の平坦化層
- 31 擬似凸レンズ
- 32 第1の平坦化層
- 33 擬似凸レンズ
- 50 マイクロレンズ

10

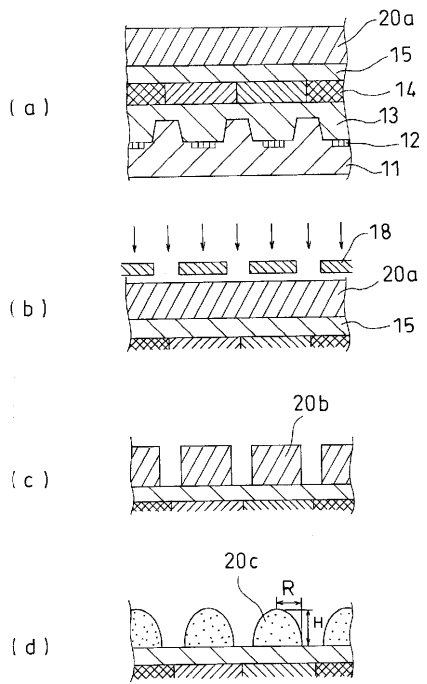
20

【図1】

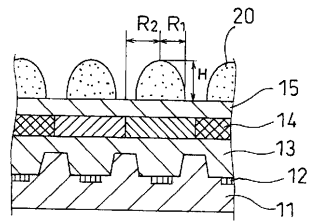
【図2】



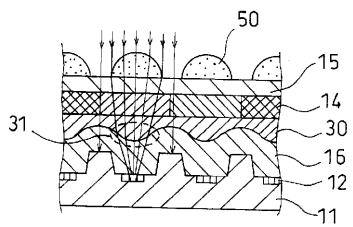
【 図 3 】



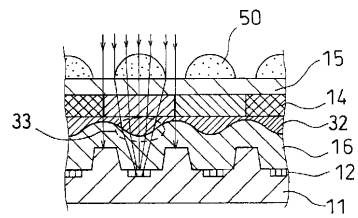
【 図 4 】



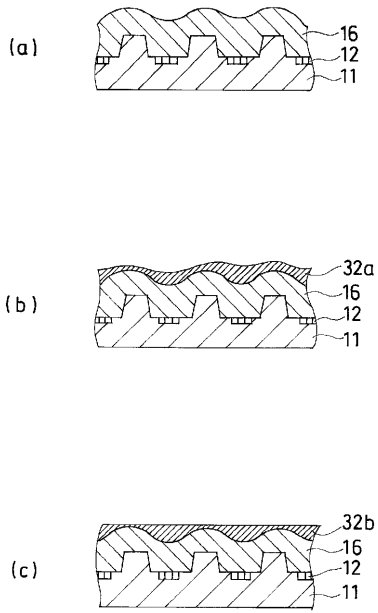
【 図 5 】



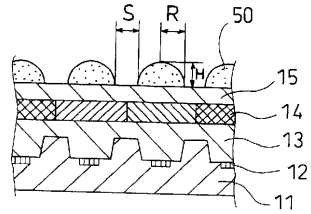
【 図 6 】



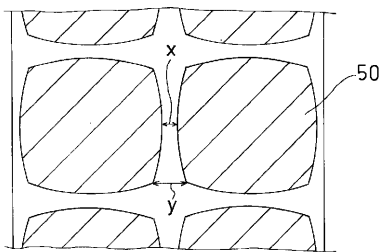
【 図 7 】



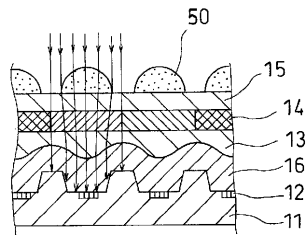
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 塚本 朗  
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

審査官 恩田 春香

(56)参考文献 特開平04-073701(JP,A)  
特開平04-074471(JP,A)  
特開平04-074470(JP,A)  
特開平06-112454(JP,A)  
特開平05-251674(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
H01L 27/14 - 27/148  
H04N 5/335  
G02B 3/00  
H01L 31/00 - 31/0392  
H01L 31/10 - 31/119