(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 2 月 26 日(26.02.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/025637 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 31/10 (2006.01) *H01L 21/768* (2006.01)
G02B 5/20 (2006.01) *H01L 23/522* (2006.01)
H01L 21/3205 (2006.01) *H01L 27/14* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068614

(22) 国際出願日: 2014 年 7 月 11 日(11.07.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2013-173637 2013 年 8 月 23 日(23.08.2013) JP

(71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 夏秋　和弘(NATSUAKI, Kazuhiro). 内田　雅代(UCHIDA, Masayo). 瀧本　貴博(TAKIMOTO, Takahiro). 粟屋　信義(AWAYA, Nobuyoshi). 石原　数也(ISHIHARA, Kazuya). 中野　貴司(NAKANO, Takashi). 名倉　満(NAKURA, Mitsuru).

(74) 代理人: 鮫島　睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町８番１号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

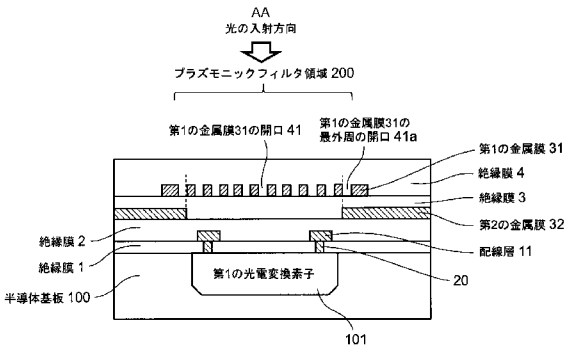
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: PHOTOELECTRIC CONVERSION DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称 : 光電変換装置およびその製造方法

[図1]



AA... LIGHT INCIDENT DIRECTION
1, 2, 3, 4... INSULATING FILM
11... INTERCONNECTION LAYER
31... FIRST METAL FILM
32... SECOND METAL FILM
41... OPENINGS OF THE FIRST METAL FILM (31)
41a... OPENING AT THE OUTERMOST CIRCUMFERENCE OF THE FIRST METAL FILM (31)
100... SEMICONDUCTOR SUBSTRATE
101... FIRST PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT
200... PLASMONIC FILTER REGION

(57) **Abstract**: Provided is a photoelectric conversion device in which the anomalous transmission of light having a wavelength that does not normally transmit can be prevented and the half-width of a spectral waveform can be reduced and also provided is a method for manufacturing the photoelectric conversion device. A first photoelectric conversion element (101) is formed on a substrate (100). A first metal film (31) having a plurality of openings (41) arranged periodically or aperiodically is formed above the first photoelectric conversion element (101) with insulating films (1, 2, 3) interposed therebetween. A second metal film (32) is also provided that covers a part of the openings (41) of the first metal film (31).

(57) 要約: 本来、透過しない波長の光の異常透過を防ぐことができて、分光波形の半値幅を小さくすることができる光電変換装置およびその製造方法を提供する。基板（１００）に第１の光電変換素子（１０１）を形成し、この第１の光電変換素子（１０１）の上に、周期的または非周期的に配置された複数の開口（４１）を有する第１の金属膜（３１）を、絶縁膜（１，２，３）を介して形成する。上記第１の金属膜（３１）の複数の開口（４１）の一部を覆う第２の金属膜（３２）を設ける。

WO 2015/025637 A1

明　細　書

発明の名称 ： 光電変換装置およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、カラーセンサ等の光電変換装置およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 人の目は部屋の照明の色温度が異なっても、色の変化をあまり感じないようになっており、一般的にこの特性は色順応と呼ばれている。例えば、青っぽい（色温度が高い）蛍光灯照明の部屋から、黄色っぽい（色温度が低い）白熱灯照明の部屋に入ると、部屋の白い壁が最初は黄色っぽく見える。しかし、しばらく経つと黄色っぽく見えていた壁が白く見えるようになる。

[0003] このように人間の視覚に色順応という特性があるために、部屋の照明の色が異なると、テレビの画像の色が同じでも、その画像は異なった色に見えることになる。近年、液晶テレビの高画質化に伴い、部屋の照明の種類によって画像の色味を変えることにより、部屋の照明の色温度が変化しても、自然な画像に見えるようにする機能に対する要望が高まってきている。そのため、部屋の色温度を検出して、目の色順応に対応するように画像の色味を自動的にコントロールすることができるように、部屋の色温度を検出するカラーセンサの液晶テレビへの搭載が進んでいる。また、スマートフォンやタブレットＰＣ（パソコン）等のように持ち運びが可能な機器に搭載される液晶画面の場合、周囲の照明が視聴場所によって刻々と変化するため、カラーセンサのように自動的に色温度を検出するセンサはより重要となっている。

[0004] このカラーセンサは、環境光から可視光領域におけるＲ（レッド）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）の分光を別々センシングすることにより構成される。（以下、カラーセンサをＲＧＢセンサと言う。）

このＲＧＢセンサでは、環境光をセンシングするために、複数の光電変換素子が用いられ、この光電変換素子となるデバイスは一般にフォトダイオードにより構成されている。このフォトダイオード自体は色を識別することが

できず、光の強さ（光量）しか検出することができない。そこで、画像を電気信号に変換する場合、色を識別するために、各フォトダイオード上にカラーフィルタを被せて、各フォトダイオードで光の３原色であるＲ（レッド）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）の光の光量を検出することで、フォトダイオードから色信号を取得する。

[0005] 従来、ＲＧＢセンサにおいては、環境光をＲ（レッド）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）の三原色の光に分けるために、材料の吸収による遮光もしくは光の干渉により特定の波長のみを透過または反射させるカラーフィルタを用いる方法が一般的である。

[0006] 一方、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等、被写体を２次元固体撮像素子から成る光電変換素子にて撮影して画像化する２次元固体撮像装置も増加してきている。そして、現在主流の固体撮像素子であるＣＣＤ（電荷結合素子：Charge Coupled Device）撮像素子やＣＭＯＳ(相補形金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ：Complementary Metal Oxide Semiconductor)撮像素子の画素上にもオンチップフィルタとしてＲ（レッド）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）の材料の吸収による遮光もしくは光の干渉により特定の波長のみを透過または反射させるカラーフィルタが搭載され、これらカラーフィルタでは赤外光が除去できないためパッケージに赤外カットフィルタが搭載されている。

[0007] しかしながら、上記従来のＲＧＢセンサにおいては、ＲＧＢの三原色の光を振り分けるカラーフィルタを形成するために、３種類のフォトマスクが必要であり、この３種類のフォトマスクが必要であることが、製造工程において時間とコストを引き上げる要因となっている。

[0008] これらの時間とコストを引き下げるために、上述のカラーフィルタに代わる光波長選択性フィルタとして、金属薄膜にナノスケールの微細加工を施した構造がある。この構造の光波長選択性フィルタは、入射された光によって、励起される表面プラズモン共鳴による光の異常透過現象を用いる。

[0009] この表面プラズモン共鳴を用いた波長選択性フィルタについては、特許文

献１（特開平１１－７２６０７号公報）に詳しく説明されている。この異常透過現象を発生させる手段として様々な方法があるが、例えば、図８に示すように、５０～２００ｎｍ程度の薄い金属膜５０１を形成し、この金属膜５０１に透過波長よりも微細なホールアレイ５０２，５０２，５０２，…をパターニングして、フィルタ層５００を形成する方法がある。このフィルタ層５００に光が入射した時に透過する分光波形が図９に示されている。但し、表面プラズモン効果は、ある金属膜および絶縁膜または空気との界面で生じる表面プラズモンと、入射光により生じるエバネッセント光との共鳴で生じるため、表面プラズモン効果を効率よく発生させるためには、金属膜や絶縁膜は単一構造（材料、屈折率などの物性の均一性、ホールピッチや形状の均一性）とすることが望ましい。例えば、金属材料としてはＡｕ、Ａｇ、ＡＩ等が使用される。

[0010] 特に、ＡＩは、

（ｉ）プラズマ周波数が高いために短波長まで共鳴現象が生じる

（ｉｉ）通常の半導体プロセスで使用される材料であり、プロセスインテグレーションの点でも特殊な装置や材料が不要である

（ｉｉｉ）材料が安価である

（ｉｖ）作製プロセスが単純であり、それぞれの波長に対応したフィルタを一括して形成可能である

等の利点があり、採用される場合が多い。

[0011] 但し、表面プラズモン効果を生じさせる金属膜を形成するにあたっては、デザインルールで６５ｎｍ～０．１３ｕｍレベルの開口の微細加工が必要となる。

[0012] 非特許文献１（フォーカス２６＜第３回＞表面プラズモン共鳴を利用したカラーフィルタの開発　ＮＩＭＳ、豊田中央研究所）によれば、波長３００ｎｍの紫外光を透過させるためには、２００ｎｍ程度のホール間ピッチが必要となる。４００ｎｍ程度の波長を有する青色光を透過させるＡＩ膜を形成するためには、図１０に示すように、ホール５０２，５０２，５０２…間ピ

ッチを２６０ｎｍ程度にする必要があり、ホール５０２の径は８０～１８０ｎｍ程度とする必要がある。ＲＧＢの波長の光を透過させる金属膜フィルタを形成するためには、上述のように、青色光透過のために２６０ｎｍ程度のホール５０２，５０２，５０２…間ピッチが必要である。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献1：特開平１１－７２６０７号公報

非特許文献

[0014] 非特許文献1：フォーカス２６＜第３回＞表面プラズモン共鳴を利用したカラーフィルタの開発　ＮＩＭＳ、豊田中央研究所

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0015] ところで、光電変換素子上にこのホールアレイを形成するためには、Ｐ型シリコン基板上に、リンなどのＮ型不純物層をイオン注入等で導入して、光電変換素子を形成する。この上に、SiO_2等の絶縁膜を介してＡＩＣｕ材料で電極を形成した後、再度SiO_2を形成してＣＭＰ（化学機械研磨：Chemical Mechanical Polishing）等で平坦化する。この上に、ＡＩ材料を、スパッタ装置を用いて１５０ｎｍ程度形成し、さらに、この上にレジスト等を塗布する。このレジストを、ホールアレイのパターンを施したマスクを用いて、スキャナー等の露光装置で露光して、現像した後、エッチング設備でエッチングしてパターニングを完了する。

[0016] ここで、ホールアレイは、図１０のように、密集してホール５０２を形成するため、通常の露光以上に注意深く条件出しが行われなくてはならない。例えば、ホール径が１００ｎｍ以下でピッチが２００ｎｍといった近距離で多数のホールが隣接して存在する場合、図１３のような通常のマスクでは各ホールを透過した光が干渉し、思った通りのレジストへの現像ができないといった問題があった。そこで、図１４のようなハーフトーンマスクなどが用

いられるが、さらに近い距離になるとやはり相互に影響する。このため、この相互影響も考慮して条件出しを行うことが多かった。

[0017] このとき、ホールの周囲を完全に囲むように別のホールが存在する場合、周囲からの干渉を受けるが、最外周等の周囲が囲まれないホールでは、前述の影響を一部しか受けないため、ホール径が違ってしまうといった問題があった（この記載は従来技術の記載ではなく、本件発明者が発見した問題である。）。例えば、このような不均一な条件で露光を行った場合の開口形状を示す一例を図１１に示す。露光時、周囲をホールで囲まれない外周部（およびその周辺）のホール径は干渉を受ける周囲のホールが無い分、小さく加工されることとなる。

[0018] このレジストの露光／現像の後、エッチング設備により反応ガス雰囲気下でプラズマを発生させ、金属膜にエッチングを行うことでホールを加工する。この際、パターンの粗密によってエッチングにバラツキを生じる。この現象をマイクロローディング効果という。密な部分に比べて、粗な部分ではエッチングレートが速い傾向がある。この原因として、寄与するラジカル消費量の増加や、レジストから放出される炭素、酸素、窒素により形成される側壁保護膜の減少が考えられている。周囲をホールで囲まれたパターンに比べて、囲まれていない最外周部ではエッチングレートが遅く、場合によっては、図１２のように最外周（およびその近傍）のみ大きく加工される場合がある。

[0019] エッチング後、レジスト剥離を行い、SiO_2デポ装置でSiO_2膜を堆積し、プラズモニックフィルタを構成する。

[0020] このような製造方法により、ホール径が不均一な状態でホールアレイが形成された場合、フィルタの透過特性は不均一になり、光電変換素子を用いて分光感度を取得すると、図１５に示すように、破線で示す均一な開口の加工が行われた場合に比べて、実線に示す不均一な開口が行われた場合、透過特性が悪化する。例えば、透過する分光波形の半値幅が大きくなったり、本来透過が抑えられるはずの波長の透過が起こったりする。このように、プラズ

モニックフィルタは、ホールピッチおよびホール径により波長を選択的に透過するため、ホール径がばらつくと、透過特性も不均一となり所望の特性を得られないといった問題があった。

[0021] そこで、本発明の課題は、ホール径にばらつきがなくて、本来、透過しない波長の光の異常透過を防ぐことができて、分光波形の半値幅を小さくすることができる光電変換装置およびその製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0022] 上記課題を解決するため、本発明の光電変換装置は、

基板に設けられた第１の光電変換素子と、

上記第１の光電変換素子の上に絶縁膜を介して形成されると共に、プラズモニックフィルタ領域を構成するための周期的または非周期的に配置された複数の開口を有する第１の金属膜と、

上記第１の金属膜の複数の開口の一部を覆う第２の金属膜と

を備える

ことを特徴としている。

[0023] また、本発明の光電変換装置の製造方法は、

基板上に光電変換素子を形成し、

上記基板上に、複数の配線層を、順次、絶縁層を介して形成すると共に、上記複数の配線層のうちの最上層の配線層を、第２の金属膜を兼ねるように形成し、

上記光電変換素子の上に、プラズモニックフィルタ領域を構成するための周期的または非周期的に配置された複数の開口を有する第１の金属膜を、この第１の金属膜の複数の開口の一部が上記第２の金属膜で覆われるように、絶縁膜を介して形成する

ことを特徴としている。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、プラズモニックフィルタ領域を構成する第１の金属膜の複数の開口の一部を第２の金属膜で覆っているので、露光時の隣接開口部か

らの干渉光の影響やエッチング時のマイクロローディング効果により形状が不均一になりやすい開口からの透過光を遮断することができ、したがって、所望の波長選択性を確保することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の第１実施形態の光電変換装置の断面図である。

[図2]本発明の第１実施形態の製造方法を説明する断面図である。

[図3]本発明の第１実施形態の製造方法を説明する断面図である。

[図4]本発明の第１実施形態の製造方法を説明する断面図である。

[図5]本発明の第１実施形態の製造方法を説明する断面図である。

[図6]本発明の第２実施形態の光電変換装置の断面図である。

[図7]本発明の第３実施形態の光電変換装置の断面図である。

[図8]特許文献１に記載のホールアレイをパターニングしたフィルタ層の斜視図である。

[図9]特許文献１に記載のフィルタ層を透過した分光波形を示すグラフである。

[図10]青色光透過フィルタのホールアレイの一例を示す図である。

[図11]微細露光時のフォト後ＳＥＭ（走査型電子顕微鏡）写真である。

[図12]微細加工（エッチング）後のＳＥＭ写真である。

[図13]通常マスクのホール間の透過光の干渉を説明する図である。

[図14]ハーフトーンマスクのホール間の透過光の干渉を説明する図である。

[図15]加工状態の違いによるフィルタ透過特性を示す図である。

[図16]ＡＩの誘電関数を示すグラフである。

[図17]Ａｕの誘電関数を示すグラフである。

[図18]本発明の第４実施形態の光電変換装置の平面図である。

[図19]本発明の第４実施形態の光電変換装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明を図示の実施形態により詳細に説明する。

[0027] （第１実施形態）

図１は、本発明の第１実施形態の光電変換装置の断面図である。図１において、１００は基板の一例としての第１導電型（例えば、Ｐ型）の半導体基板、１０１はＲＧＢの夫々に対応して設けられ、夫々ＲＧＢの三原色の光量を検出する例えばフォトダイオードなどからなる光電変換素子、１，２，３，４は例えばＳｉＯ２等からなる絶縁膜、１１は配線層、２０はビアホール、２００はプラズモニックフィルタ領域、３１はプラズモニックフィルタ領域２００を構成するための第１の金属膜、３２は第２の金属膜、４１は第１の金属膜３１に形成された複数の開口、４１ａは上記複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口である。

[0028] 上記プラズモニックフィルタ領域２００を構成する第１の金属膜３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａは、第２の金属膜３２で覆っている。

[0029] 上記構成の光電変換装置によれば、プラズモニックフィルタ領域２００を構成する第１の金属膜３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａは、別の第２の金属膜３２で覆われているので、露光時の隣接開口部からの干渉光の影響やエッチング時のマイクロローディング効果により形状が不均一になりやすい最外周の開口４１ａからの透過光を遮断することができて、所望の波長選択性を確保したプラズモニックフィルタを形成することができる。

[0030] したがって、この第１実施形態の光電変換装置によれば、本来透過しない波長の光の異常透過を防ぐことができて、分光波形の半値幅を小さくすることができる。

[0031] 次に、上記第１実施形態の光電変換装置の製造方法について、図２から図５を用いて説明する。

[0032] 図２に示すように、基板の一例としての第１導電型（Ｐ型）の半導体基板１００上の所定の位置に、第２導電型（Ｎ型）の不純物をイオン注入などで導入して熱処理を行うことによって、入射した光を電気信号に変換するフォトダイオードなどの光電変換素子１０１を形成する。この半導体基板１００

上をSiO_2などの絶縁膜１で覆い、この絶縁層１上に配線層１１を形成する。この配線層１１は、光電流を取り出すために、第１の光電変換素子１０１のカソード側、アノード側にビアホール２０を介して接続する。

[0033] 次に、図３に示すように、上記絶縁膜１および配線層１１上に、SiO_2等からなる層間絶縁膜としての絶縁層２を形成する。その上にスパッタなどを用いて、ＡｌやＡｌＣｕ等の金属で第２の金属膜３２を形成する。露光機を用いたフォトリソグラフィとドライエッチャーを用いたエッチングにより、第２の金属膜３２の所定の位置の部分を除去し、その第２の金属膜３２の残っている部分および絶縁膜２上に、SiO_2等で第２の金属膜３２を覆うように層間絶縁膜としての絶縁膜３を形成する。この絶縁膜３の形成後は、第２の金属膜３２のある部分とない部分で、上記絶縁膜３に段差が発生するが、ＣＭＰにより、絶縁膜３が完全に平坦になるまで加工を行う。このＣＭＰにより完全に平坦にされた絶縁膜３の表面に、第１の金属膜３１を塗布し、この第１の金属膜３１に、特定の光（例えば、Ｒ（レッド）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）等）を透過させるための波長選択フィルタの微細パターンのフォトリソグラフィを行うので、この表面の平坦化は重要である。

[0034] 次に、図４に示すように、平坦化された絶縁膜３上に、フィルタ材料としての第１の金属膜３１をスパッタにて１５０ｎｍの厚さに形成する。このフィルタ材料の第１の金属膜３１の金属は、Ａｌが材料の単一性より最も望ましいが、より一般的に半導体製造に使用されているＡｌＣｕやＡｌＳｉでもよい。また、第１の金属膜３１の膜厚は５０～２００ｎｍ程度が望ましい。また、この同一の第１の金属膜３１で、図示しない遮光メタル部も形成するため、第１の金属膜３１には３００ｎｍ～１２００ｎｍの光波長をブロックできる膜厚が必要となる。

[0035] この第１の金属膜３１の塗布後、図４に示すように、第１の金属膜３１の上にフォトレジスト６１を塗布し、このフォトレジスト６１にフォトリソグラフィで開口６１ａ，６１ａ，…のパターンを形成する。この開口６１ａ，６１ａ，…のパターンは、光電変換素子１０１上の受光用開口部の上の第１

の金属膜３１の部分の上に形成すると共に、最外周の開口６１ａ－１は第２の金属膜３２ですべて覆われるように形成する。そして、上記第１の金属膜３１を、フォトレジスト６１をマスクとして、エッチングして、図５に示すように、複数の開口４１，４１，…を有する第１に金属膜３１を形成する。上記複数の開口４１のうちで、最外周の開口４１ａは第２の金属膜３２で覆われている。

[0036] このように、上記第１に金属膜３１の複数の開口４１のうちで、最外周の開口４１ａを第２の金属膜３２で覆うことによって、露光時の干渉光の影響やエッチング時のマイクローディング効果により、開口形状が不均一となりやすい最外周の開口４１ａを透過した光を遮断することができ、透過光の半値幅の増大や本来透過しない波長の光の透過等異常な透過を抑えることができる。

[0037] その後、上記第１の金属膜３１および絶縁膜３上に、図５に示すように、SiO_2からなる保護膜として機能する絶縁膜４を形成する。この際、前工程にて形成された第１の金属膜３１の複数の開口（貫通穴または凹部）４１を、絶縁膜４、つまり、SiO_2で埋める必要があるため、SiO_2からなる絶縁膜４を高密度プラズマＣＶＤ（化学的気相成長）法で形成する。

[0038] 上記第１の金属膜３１の複数の開口４１，４１，…のパターンは二次元状に周期的に配置されている。この開口４１は、貫通穴または凹部で形成される。これらの開口４１の形状は円形、四角形、三角形などの形状で作成される。この周期的な複数の開口４１を、第１の光電変換素子１０１上の第１の金属膜３１に形成することによって、第１の金属膜３１に光が入射した際に、第１の金属膜３１上に二次元状に周期的に配列された開口４１に表面プラズモン分散関係が組み込まれて、光によって表面プラズモンが励起できるようになり、この第１の金属膜３１を波長選択フィルタとして機能させることができる。このとき、隣接する開口４１，４１でも同様に電子が振動し、表面全体で集団励起として振舞うので、隣接する開口４１と開口４１とのホールピッチは同じ距離をとるような配列が最適であり、図１０のように６つの

開口が１つの開口を囲むような千鳥状の配列ならばホールピッチが一定となり高い色分解能を得ることができる。

[0039] この第１の金属膜３１に周期的に形成した複数の開口４１，４１，…によって、Ｒ（レッド：波長６６０ｎｍ）、Ｇ（グリーン：波長５４０ｎｍ）、Ｂ（ブルー：波長４４０ｎｍ）の波長の光を透過させるためには、それぞれ異なる周期のホールアレイ（開口４１のアレイ）を形成しなければならない。第１の金属膜３１の材料にＡｌまたはＡｌＣｕ、ＡｌＳｉを使用し、SiO_2からなる絶縁膜４でホールアレイを被膜する場合には、光の垂直入射により表面プラズモンを励起する条件は、規格化周波数ａ／λ＝０．６５となる。この式より、それぞれの光を透過させるホールアレイの周期ａは４２０ｎｍ（Ｒ：レッド）、３４０ｎｍ（Ｇ：グリーン）、２６０ｎｍ（Ｂ：ブルー）と算出される。この式より、開口４１の配列の周期を変えることによって、透過させる光を選択できるので、１枚のフォトマスク上に異なった周期の配列のパターンを形成することで、１回のフォトリソグラフィで、Ｒ、Ｇ、Ｂの波長選択フィルタを同時に形成することが可能である。

[0040] 上記第１実施形態では、第１の金属膜３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａを、第２の金属膜３２で覆っているが、場合によっては、最外周から数列目までの開口４１を第２の金属膜３２で覆ってもよく、また、最外周に位置する開口４１ａのうちでコーナに位置する開口４１ａのみを第２の金属膜３２で覆ってもよい。

[0041] （第２実施形態）

図６は、本発明の第２実施形態の光電変換装置の断面図である。図６において、図１に示す第１実施形態の光電変換装置の構成要素と同一構成要素については、図１の構成要素と同一参照番号を付して詳しい説明は省略し、異なる構成要素のみについて以下に説明する。

[0042] この第２実施形態の光電変換装置は、第１の光電変換素子１０１に加えて、第２の光電変換素子１０２を備え、第１の金属膜１３１は、第１および第２の光電変換素子１０１，１０２の上に、開口４１を有するプラズモニック

フィルタ領域２００，２００を形成し、さらに、遮光メタル領域３０１，３０１，３０１を形成する遮光メタル部１３１ａ，１３１ａ，１３１ａを有する。

[0043] 上記プラズモニックフィルタ領域２００を構成する第１の金属膜１３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａは、第２の金属膜１３２で覆っている。

[0044] 上記構成の光電変換装置によれば、プラズモニックフィルタ領域２００を構成する第１の金属膜１３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａは、別の第２の金属膜１３２で覆われているので、露光時の隣接開口部からの干渉光の影響やエッチング時のマイクロローディング効果により形状が不均一になりやすい最外周の開口４１ａからの透過光を遮断することができて、所望の波長選択性を確保したプラズモニックフィルタを形成することができる。

[0045] したがって、この第２実施形態の光電変換装置によれば、本来透過しない波長の光の異常透過を防ぐことができて、分光波形の半値幅を小さくすることができる

また、上記遮光メタル領域３０１を形成する第１の金属膜１３１の遮光メタル部１３１ａおよびこの遮光メタル部１３１ａに対向する第２の金属膜１３２は、第１および第２の光電変換素子１０１，１０２の外側の領域を覆っている。これにより、迷光が第１および第２の光電変換素子１０１，１０２に侵入するのを防止して、偽信号の発生を防止でき、誤作動の防止、耐久性の向上をすることができる。

[0046] 次に、第２実施形態の光電変換装置の製造方法について、図６を用いて説明する。

[0047] 図６に示すように、基板の一例としての第１導電型（Ｐ型）の半導体基板１００上の所定の位置にイオン注入等の所定の方法によりＮ型の不純物を導入し、アニールなど１２００℃、６００分程度の熱処理を行うことによって、第１および第２の光電変換素子１０１，１０２などの２つ以上の光電変換

素子（例えば、フォトダイオード、フォトトランジスタ等）を並んで配置する。上記半導体基板１００上の２つの第１および第２の光電変換素子１０１，１０２の上方には絶縁膜１，２を介して配線層１１と第２の金属膜１３２とを形成する。この第２の金属膜１３２は、配線層としても機能して、配線層１１と共に多層配線を構成する。この第２の金属膜１３２は、後述する第１の金属膜１３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａを覆うと共に、第１の光電変換素子１０１と第２の光電変換素子１０２との間の領域も遮光メタル部１３２ａで覆っている。もし仮に、遮光メタル部１３２ａが無くて、第２の金属膜１３２が最外周の開口４１ａのみを覆っただけであるとすると、第１および第２の光電変換素子１０１，１０２周辺の半導体基板へ不均一な開口４１ａから漏れた光が入り込み、対応する上方の開口４１ａが覆われた第１および第２の光電変換素子１０１，１０２だけでなく、隣接した第１および第２の光電変換素子１０１，１０２にまで光が漏れるケースがある。このような隣接した第１および第２の光電変換素子１０１，１０２への漏れ光を防止するため、第１および第２の光電変換素子１０１，１０２の間の領域も遮光メタル部１３２ａで覆うことで、斜め入射等、光電変換素子から漏れた光が隣接した光電変換素子に入射するのを防ぐと同時に、最外周のホール径や形状が不均一な開口４１ａから漏れた光が隣接光電変換素子に入射するのを防ぐことができる。

[0048] 次に、上記第２の金属膜１３２の更に上方に特定の波長のみを透過するフィルタとしての第１の金属膜１３１を形成するために、絶縁膜３の形成を行う。上記絶縁膜３の形成後は、第２の金属膜１３２がある部分とない部分とで段差が発生するが、ＣＭＰにより、絶縁膜３が完全に平坦になるまで加工を行う。この絶縁膜３の表面には、後でＡｌやＡｌＣｕ材料を用いた第１の金属膜１３１を形成するが、この第１の金属膜１３１に、特定の光（例えば、Ｒ（レッド）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）等）を透過させるための波長選択フィルタの微細パターンのフォトリソグラフィを行うので、この表面の平坦化は重要である。

[0049] 次に、平坦化された絶縁膜３上にフィルタ材料としての第１の金属膜１３１をスパッタにて１５０ｎｍ形成する。このフィルタ材料の金属はＡｌが材料の単一性より最も望ましいが、より一般的に半導体製造に使用されているＡｌＣｕやＡｌＳｉでもよいし、赤外領域の波長選択膜を形成したい場合は、ＡｕやＣｕといった金属でもよい。また、第１の金属膜１３１の膜厚は５０～２００ｎｍ程度が望ましい。また、この同一の第１の金属膜１３１で遮光メタル部１３１ａも形成するため、第１の金属膜１３１には例えば、３００ｎｍ～１２００ｎｍの光波長をブロックできる膜厚が必要となる。図示しない電極取り出し部であるＰＡＤ（パッド）部には、第１の金属膜１３１は形成しない。

[0050] この第１の金属膜１３１の塗布後、第１の金属膜１３１の上に図示しないフォトレジストを塗布し、このフォトレジストにフォトリソグラフィで波長選択フィルタの開口パターンを形成する。この波長選択フィルタの開口パターンは、第１および第２の光電変換素子１０１，１０２上の受光用開口部の上の第１の金属膜１３１上に形成すると共に、最外周の開口は第２の金属膜１３２で全て覆われるように形成する。そして、上記第１の金属膜３１を、フォトレジストをマスクとして、エッチングして、図６に示すように、複数の開口４１，４１，…を有する第１に金属膜１３１を形成する。上記複数の開口４１のうちで、最外周の開口４１ａは第２の金属膜１３２で覆っている。

[0051] このように、上記第１の金属膜１３１の複数の開口４１のうちで、最外周の開口４１ａを第２の金属膜１３２で覆うことによって、露光時の干渉光の影響やエッチング時のマイクロローディング効果により、開口形状が不均一となりやすい最外周の開口４１ａを透過した光を遮断することができ、透過光の半値幅の増大や本来透過しない波長の光の透過等異常な透過を抑えることができる。

[0052] また、遮光メタル領域３０１を構成する第１の金属膜１３１の遮光メタル部１３１ａおよび第２の金属膜１３２の遮光メタル部１３２ａは、第１光電

変換素子１０１と第２の光電変換素子１０２との間、および、第１，第２の光電変換素子１０１，１０２の外側に対応する箇所に設けて、迷光が第１，第２の光電変換素子１０１，１０２に侵入するのを防止している。

[0053] 上記開口４１は、貫通穴または凹部で形成され、複数の開口４１のパターンは二次元状に周期的なものである。この周期的な開口４１を第１の金属膜１３１に形成することで、この第１の金属膜１３１に光が入射した際に、第１の金属膜１３１上に二次元状に周期的に配列された開口４１に表面プラズモン分散関係が組み込まれ、光によって表面プラズモンが励起できるようになり、この第１の金属膜１３１を波長選択フィルタとして機能させることができる。このとき、隣接する開口４１でも同様に電子が振動し、表面全体で集団励起として振舞うので、隣接する開口４１と開口４１のホールピッチは同じ距離をとるような配列が最適であり、図１０のように６つの開口が１つの開口を囲むような千鳥状の配列ならばホールピッチが一定となり高い色分解能を得ることができる。

[0054] 上記第１の金属膜１３１の加工後、保護膜として機能するSiO_2からなる絶縁膜４を形成する。この際、前工程にて形成された第１の金属膜１３１の開口４１の貫通穴または凹部もSiO_2で埋まるように形成する必要があるため、高密度プラズマＣＶＤ法でSiO_2からなる絶縁膜４を第１の金属膜１３１上に被膜する。

[0055] 上記第２実施形態では、上記第２の金属膜１３２が、第１の光電変換素子１０１上の第１の金属膜１３１の複数の開口４１の一部である不均一に形成される開口４１ａと、第２の光電変換素子１０２上の第１の金属膜１３１の複数の開口４１の一部である不均一に形成される開口４１ａとを覆うと共に、遮光メタル部１３１ａ，１３２ａによって、第１の光電変換素子１０１と第２の光電変換素子１０２との間の領域を覆っているので、不均一に形成される開口４１ａを透過した光や迷光が第１および第２の光電変換素子１０１，１０２に入射するのを阻止できる。

[0056] さらに、上記第１の金属膜１３１は上記多層配線よりも上方に形成され、

かつ、上記第２の金属膜１３２は、上記多層配線の複数の配線層１１，１３２のうちの１つの配線層１３２を兼ねるので、第２の金属膜１３２を専用に単独に新たに形成する必要が無く、コスト増を防ぐことができる。

[0057] また、上記第２の金属膜１３２は、上記多層配線の複数の配線層１１，１３２のうちの最上層の配線層１３２を兼ねるので、第１の金属膜１３１と第２の金属膜１３２との距離が小さくなって、第１や第２の光電変換素子１０１，１０２への漏れ光を確実に遮断することができる。

[0058] もし仮に、プラズモニックフィルタ領域を構成するための第１の金属膜１３１と第２の金属膜１３２との距離が大きいと、一部の光が第１や第２の光電変換素子１０１，１０２に漏れて、分光感度を悪化させる恐れがあるのである。

[0059] （第３実施形態）

図７は、本発明の第３実施形態の光電変換装置の断面図である。図７において、図１に示す第１実施形態の光電変換装置の構成要素と同一構成要素については、図１の構成要素と同一参照番号を付して詳しい説明は省略し、異なる構成要素のみについて以下に説明する。

[0060] この第３実施形態の光電変換装置は、回路内蔵光電変換装置であり、基板の一例としての半導体基板１００に、第１の光電変換素子１０１に加えて、回路部１１０を設けている。また、この光電変換装置の第１の金属膜２３１は、第１光電変換素子１０１の上に、複数の開口４１を有するプラズムニックフィルタ領域２００を形成し、さらに、遮光メタル領域３０２を形成する遮光メタル部２３１ａ，２３１ａを有する。

[0061] 上記プラズモニックフィルタ領域２００を構成する第１の金属膜２３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａは、最上層の配線層としても機能する第２の金属膜２３２で覆っている。

[0062] 上記構成の光電変換装置によれば、プラズモニックフィルタ領域２００を構成する第１の金属膜２３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａは、別の第２の金属膜２３２で覆われているので、露光時の隣接開

口部からの干渉光の影響やエッチング時のマイクロローディング効果により形状が不均一になりやすい最外周の開口４１ａからの透過光を遮断することができて、所望の波長選択性を確保したプラズモニックフィルタを形成することができる。

[0063] したがって、この第３実施形態の光電変換装置によれば、本来透過しない波長の光の異常透過を防ぐことができて、分光波形の半値幅を小さくすることができる

また、上記遮光メタル領域３０２を形成する第１の金属膜２３１の遮光メタル部２３１ａおよび第２の金属膜２３２は、第１の光電変換素子１０１および回路部１１０の外側の領域、および、第１の光電変換素子１０１と回路部１１０との間の領域を覆っている。これにより、迷光が第１の光電変換素子１０１および回路部１１０に侵入するのを防止して、偽信号の発生を防止して、誤作動の防止、耐久性の向上をすることができる。

[0064] また、上記第１の金属層２３１、ひいては、遮光メタル部２３１ａは、図示しない配線を介して、接地されていて、接地電位とされている。これにより、第１の金属層２３１，遮光メタル部２３１ａは、光の遮断だけでなく、電気的なノイズに対してもシールド効果を有する。例えば、電気的ノイズが第１の金属層２３１、あるいは、遮光メタル部２３１ａに飛来した場合、この電気的ノイズは接地された電位に逃げることができるため、第１の金属層２３１、遮光メタル部２３１ａよりも下の回路部１１０に電気的ノイズが悪影響することがない。つまり、遮光メタル部２３１ａは、光の侵入を防ぐことと電気的ノイズから回路部１１０等を守るシールドとして機能する。

[0065] また、上記遮光メタル部２３１ａは、基板１００の表面の１／２以上の面積を覆っている。これにより、元の第１の金属層２３１のエッチングされる面積を減らすことができて、メタルエッチャー等で元の第１の金属層２３１をエッチングする際にデポ物等の発生を抑制することができる。

[0066] 次に、第３実施形態の光電変換装置の製造方法について、図７を用いて説明する。

[0067] 図７に示すように、基板の一例としての半導体基板１００の所定の位置に、フォトリソグラフィ／イオン注入／エッチング設備を用いて、第１の光電変換素子１０１と、その第１の光電変換素子１０１からの電気信号を処理する回路部１１０を形成する。この回路部は、ＣＭＯＳでもよいし、バイポーラ素子でもよい。この際、回路部１００以外に電気信号を出力するための端子であるＰＡＤ（パッド）部４０１を形成する領域も同時に確保する。この半導体基板１００上の第１の光電変換素子１０１周辺や回路部１１０の上方には、絶縁膜１～３を介して多層配線を構成する配線層１１，１２，２３２が配置される。この配線層２３２は、第２の金属膜２３２であって、プラズモニックフィルタ領域２００を構成する第１の金属膜２３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａを覆う。この第２の金属膜２３２は、通常の多層配線のための配線層としての機能と、第１の金属膜２３１の複数の開口４１のうちで最外周に位置する開口４１ａを覆う機能とを有する。

[0068] 次に、上記第２の金属膜２３２の更に上方に、特定の波長のみを透過するフィルタとして機能する第１の金属膜２３１を形成するために、絶縁膜４を形成する。この絶縁膜４の形成後は、第２の金属膜２３２のある部分とない部分とで段差が発生するが、第２の金属膜２３２にシールドメタル部を形成しないで、第２の金属膜２３２上に絶縁膜４を形成しているため、絶縁膜４には突起状の段差のみが生じる。この突起状の段差は、平面状の段差とは異なり、ＣＭＰ工程で局所的に研磨圧力が付加されるため、研磨されやすく、容易に平坦化できると共に、研磨時間を抑制することができる。これによりディッシングの発生が抑制されて、平坦化しやすい形状となっている。この際、スラリーは、より平坦性を確保するためセリアが望ましい。セリアによるＣＭＰにより完全に平坦になるまで加工を行う。この絶縁膜４の表面には、後ほど，第１の金属膜２３１を形成して、特定の光（例えば、Ｒ、Ｇ、Ｂ等）を透過させるための第１の金属膜２３１の波長選択フィルタの微細パターンのフォトリソグラフィを行うため、この表面の平坦化は重要である。これは、微細化のために露光の開口数（ＮＡ）を高めることで、焦点深度が浅

くなっても，平坦化することにより正確に露光できるようするためである。

[0069] 次に、平坦化された絶縁膜４の表面上にフィルタ材料として第１の金属膜２３１をスパッタや蒸着装置を用いて１５０ｎｍの厚さに形成する。このフィルタ材料の金属はＡｌが材料の単一性より最も望ましいが、より一般的に半導体製造に使用されているＡｌＣｕやＡｌＳｉでもよい。また、第１の金属膜２３１の膜厚は５０～２００ｎｍ程度が望ましい。また、この同一の第１の金属膜２３１に遮光メタル部２３１ａを形成するため、第１の金属膜２３１には３００ｎｍ～１２００ｎｍの光波長の光をブロックできる膜厚が必要となる。電極取り出し部であるＰＡＤ部４０１上には、金属膜は形成しない。

[0070] この第１の金属膜２３１の塗布後、この第１の金属膜２３１上に図示しないSiO_2膜と有機系のＢＡＲＣ（Bottom Anti Reflective Coating）を形成する。このSiO_2膜は、後ほど行うエッチング時にフィルタ表面に形成されるデポ物をリフトオフにより除去するために必要である。また、ＢＡＲＣはＡｌなどの金属表面での反射を抑え、微細加工を行いやすくするために用いられる。本来であれば、半導体プロセスの多層配線ではＴｉ／ＴｉＮのような非反射（Anti-Reflection）層がＡｌＣｕの表面に形成されているが、プラズモン共鳴をＡｌで発生させるため、今回のフィルタでは使用することができず、このような膜を形成して表面反射を抑える。この後、図示しないレジストを塗布し、フォトリソグラフィで波長選択フィルタの開口パターンを形成する。Ｂ（ブルー）の用途としては、例えば、２６０ｎｍピッチで１３０ｎｍの開口を形成する。Ｇ（グリーン）の用途としては、例えば、３４０ｎｍピッチで１７０ｎｍの開口を形成する。Ｒ（レッド）の用途としては、例えば、４２０ｎｍピッチで２１０ｎｍの開口を形成する。この後、メタルエッチャーによりＢＡＲＣ／SiO_2／Ａｌの順でエッチングを行い、レジスト／ＢＡＲＣ／SiO_2を除去することで、第１の金属膜２３１の波長選択フィルタである複数の開口４１のパターンを形成する。波長選択フィルタの複数の開口４１のパターンは、第１の光電変換素子１０１上の受光用開口部の上

の第１の金属膜２３１上に形成する。開口４１のパターンは二次元状に周期的に配置されており、貫通穴または凹部で形成される。この周期的な開口４１を第１の金属膜２３１に形成することで、この回路内蔵光電変換装置の第１の金属膜２３１に光が入射した際に、第１の金属膜２３１上に二次元状に周期的に配列された開口４１に表面プラズモン分散関係が組み込まれ、光によって表面プラズモンが励起できるようになり、この第１の金属膜２３１を波長選択フィルタとして機能させることがきる。このとき、隣接する開口４１でも同様に電子が振動し、表面全体で集団励起として振舞うので、隣接する開口４１と開口４１のホールピッチは同じ距離をとるような配列が最適であり、図８，１０のように６つの開口が１つの開口を囲むような千鳥状の配列ならば、ホールピッチが一定となり高い色分解能を得ることができる。

[0071] 上記第１の金属膜２３１の加工後は、図７に示すように、SiO_2からなる保護膜として機能する絶縁膜５を形成する。この際、前工程にて形成された第１の金属膜２３１の開口（貫通穴または凹部）４１もSiO_2で埋まるように形成する必要があるため、高密度プラズマＣＶＤ法でSiO_2からなる絶縁膜５を形成する。

[0072] 最後に、電極取り出しのためのＰＡＤ部４０１上のSiO_2膜４０６を除去しＰＡＤ部４０１を露出させる。

[0073] 上記第３実施形態では、上記第２の金属膜２３２が、第１の光電変換素子１０１上の第１の金属膜２３１の複数の開口４１の一部である不均一に形成される開口４１ａを覆うと共に、第１の金属膜２３１の遮光メタル部２３１ａによって、第１の光電変換素子１０１と回路部１１０との間の領域を覆っているので、迷光が第１の光電変換素子１０１および回路部１１０に入射するのを阻止できる。

[0074] さらに、上記第１の金属膜２３１は上記多層配線よりも上方に形成され、かつ、上記第２の金属膜２３２は、上記多層配線の複数の配線層１１，１２，２３２のうちの１つの配線層２３２を兼ねるので、第２の金属膜２３２を専用に単独に新たに形成する必要が無く、コスト増を防ぐことができる。

[0075] さらに、上記回路部１１０を含む回路内蔵光電変換装置自体のプロセスを変えることなく、第１の金属膜２３１を追加して搭載できることに加えて、第２の金属膜２３２に、多層配線の配線層２３２を兼ねさせることができるから、プロセスインテグレーションし易いというメリットがある。

[0076] また、上記第２の金属膜２３２は、上記多層配線の複数の配線層１１，１２，２３２のうちの最上層の配線層２３２を兼ねるので、第１の金属膜２３１と第２の金属膜２３２との距離が小さくなって、第１の光電変換素子１０１や回路部１１０への漏れ光を確実に遮断することができる。

[0077] もし仮に、プラズモニックフィルタ領域を構成するための第１の金属膜２３１と第２の金属膜２３２との距離が大きいと、一部の光が第１の光電変換素子１０１や回路部１１０に漏れて、分光感度を悪化させる恐れがあるのである。

[0078] （第４実施形態）

図１８と１９は、本発明の第４実施形態の光電変換装置の平面図と断面図である。図１９において、図７に示す第３実施形態の光電変換装置の構成要素と同一構成要素については、図７の構成要素と同一参照番号を付して詳しい説明は省略し、異なる構成要素のみについて以下に説明する。

[0079] この第４実施形態の光電変換装置は、図１８の平面図に示すように、第１の金属膜８３１に、複数の開口の一例としての複数のスリット８４１を設けている。この複数のスリット８４１，８４１，８４１…は、一定間隔で、横方向に並んでいる。第２の金属膜８３２は、図１８および１９に示すように、複数のスリット８４１，８４１，８４１…のうちの両端のスリット８４１ａ，８４１ａの全ての領域と、両端以外の複数のスリット８４１，８４１，８４１…の各々の長手方向の両端部８４１ｂ，８４１ｂ，８４１ｂ…を覆っている。すなわち、上記第２の金属膜８３２は、複数のスリット８４１，８４１，８４１…の最外周に位置する部分を覆っている。

[0080] 上記第１の金属膜８３１は、複数のスリット８４１によって、第１の光電変換素子１０１の上方に位置するプラズモニックフィルタ領域１２００を形

成し、遮光メタル部８３１ａによって、遮光メタル領域１３０２を形成する。

[0081] また、上記第１の金属膜８３１は、図示しない配線によって、接地していて、プラズモニックフィルタ領域１２００の金属膜８３１の部分と遮光メタル部８３１とを接地電位にしている。

[0082] この第４実施形態では、上記金属膜８３１のプラズモニックフィルタ領域１２００に対応する部分と、遮光メタル部８３１とは、電気的に接続しているが、上記金属膜８３１のプラズモニックフィルタ領域１２００に対応する部分と、遮光メタル部８３１とが電気的に分離していてもよい。この場合、上記金属膜８３１のプラズモニックフィルタ領域１２００に対応する部分を接地して、接地電位にするのが、プラズモニックフィルタの波長選択機能を良好にする上で、重要である。

[0083] 上記構成の光電変換装置によれば、プラズモニックフィルタ領域１２００を構成する第１の金属膜８３１の複数の開口としての複数のスリット８４１，８４１，８４１…のうちの両端のスリット８４１ａ，８４１ａの全ての領域と、両端以外の複数のスリット８４１，８４１，８４１…の各々の長手方向の両端部８４１ｂ，８４１ｂ，８４１ｂ…とが、第２の金属膜８３２によって、覆われているので、露光時の隣接開口部からの干渉光の影響やエッチング時のマイクロローディング効果により形状が不均一になりやすい両端のスリット８４１ａ，８４１ａやスリット８４１，８４１，８４１…の各々の長手方向の両端部８４１ｂ，８４１ｂ，８４１ｂ…からの透過光を第２の金属膜８３２で遮断することができて、スリット構造でも、所望の波長選択性を確保したプラズモニックフィルタを形成することができる。

[0084] したがって、この第４実施形態の光電変換装置によれば、本来透過しない波長の光の異常透過を防ぐことができて、分光波形の半値幅を小さくすることができる

また、上記第２の金属膜８３２は、第１の光電変換素子１０１の外側の領域を覆っている。これにより、迷光が第１の光電変換素子１０１に侵入する

のを防止して、偽信号の発生を防止でき、誤作動の防止、耐久性の向上をすることができる。

[0085] また、上記第１の金属膜８３１は、接地されて、接地電位となっているので、プラズモニックフィルタ領域１２００を構成する第１の金属膜８３１の部分の電位が安定して、電子の挙動が安定して、波長選択性が良好になる。もし、仮に、プラズモニックフィルタ領域１２００の第１の金属膜８３１の部分の電位が変動すると、波長選択性に悪影響がでるのである。

[0086] また、上記第１の金属膜８３１の遮光メタル部８３１ａが接地されていて、接地電位となっているので、遮光メタル部８３１ａは、光を遮断して第１の光電変換素子１０１への光の侵入を防ぐ光シールドとしての機能だけでなく、電気的ノイズから回路部１１０等を守る電気シールドとしても機能する。

[0087] また、上記遮光メタル部８３１ａは、基板１００の表面の１／２以上の面積を覆っている。これにより、元の第１の金属層８３１のエッチングされる面積を減らすことができて、メタルエッチャー等で元の第１の金属層８３１をエッチングする際にデポ物等の発生を抑制することができる。

[0088] 次に、第４実施形態の光電変換装置の製造方法について、図１８および１９を参照しながら説明する。

[0089] 図１９に示すように、基板の一例としての半導体基板１００の所定の位置に、フォトリソグラフィ／イオン注入／エッチング設備を用いて、第１の光電変換素子１０１と、その第１の光電変換素子１０１からの電気信号を処理する回路部１１０を形成する。この回路部１１０は、ＣＭＯＳでもよいし、バイポーラ素子でもよい。この際、回路部１００以外に電気信号を出力するための端子であるＰＡＤ（パッド）部４０１を形成する領域も同時に確保する。

[0090] この半導体基板１００上の第１の光電変換素子１０１周辺や回路部１１０の上方には、絶縁膜１～３を介して多層配線を構成する配線層１１，１２，８３２が配置される。この配線層８３２は、第２の金属膜８３２であって、

プラズモニックフィルタ領域１２００を構成する第１の金属膜８３１の複数の開口としての複数のスリット８４１のうちで横方向の最外端に位置するスリット８４１ａと、図１８に示す横方向の両端以外の複数のスリット８４１，８４１，８４１…の各々の長手方向の両端部８４１ｂ，８４１ｂ，８４１ｂ…とを覆う。この第２の金属膜８３２は、通常の多層配線のための配線層としての機能と、第１の金属膜８３１の複数のスリット８４１の最外周（複数のスリット８４１のうちで横方向の最外端に位置するスリット８４１ａ，８４１ａと、横方向の両端以外の複数のスリット８４１の長手方向の両端部８４１ｂ，８４１ｂ）とを覆う機能とを有する。

[0091] 次に、上記第２の金属膜８３２の更に上方に、特定の波長のみを透過するフィルタとして機能する第１の金属膜８３１を形成するために、絶縁膜４を形成する。この絶縁膜４の形成後は、第２の金属膜８３２のある部分とない部分とで段差が発生するが、配線層１１，１２，８３２にシールドメタル部を形成しないで、配線層（第２の金属膜）８３２上に絶縁膜４を形成しているため、絶縁膜４には突起状の段差のみが生じる。この突起状の段差は、平面状の段差とは異なり、ＣＭＰ工程で局所的に研磨圧力が付加されるため、研磨されやすく、容易に平坦化できると共に、研磨時間を抑制することができる。これによりディッシングの発生が抑制されて、平坦化しやすい形状となっている。この際、スラリーは、より平坦性を確保するためセリアが望ましい。セリアによるＣＭＰにより完全に平坦になるまで加工を行う。この絶縁膜４の表面には、後ほど，第１の金属膜８３１を形成して、特定の光（例えば、Ｒ、Ｇ、Ｂ等）を透過させるための第１の金属膜８３１の波長選択フィルタの微細パターンのフォトリソグラフィを行うため、この表面の平坦化は重要である。これは、微細化のために露光の開口数（ＮＡ）を高めることで、焦点深度が浅くなっても、平坦化することにより正確に露光できるようするためである。

[0092] 次に、上記平坦化された絶縁膜４の表面上にフィルタ材料として第１の金属膜８３１をスパッタや蒸着装置を用いて１５０ｎｍの厚さに形成する。こ

のフィルタ材料の金属はＡｌが材料の単一性より最も望ましいが、より一般的に半導体製造に使用されているＡｌＣｕやＡｌＳｉでもよい。また、第１の金属膜８３１の膜厚は５０～２００ｎｍ程度が望ましい。また、この同一の第１の金属膜８３１に遮光メタル部８３１ａを形成するため、第１の金属膜８３１には３００～１２００ｎｍの光波長の光をブロックできる膜厚が必要となる。電極取り出し部であるＰＡＤ部４０１上には、金属膜は形成しない。

[0093] この第１の金属膜８３１の塗布後、この第１の金属膜８３１上に図示しないSiO_2膜と有機系のＢＡＲＣ（Bottom Anti Reflective Coating）を形成する。このSiO_2膜は、後ほど行うエッチング時にフィルタ表面に形成されるデポ物をリフトオフにより除去するために必要である。また、ＢＡＲＣはＡｌなどの金属表面での反射を抑え、微細加工を行いやすくするために用いられる。本来であれば、半導体プロセスの多層配線ではＴｉ／ＴｉＮのような非反射（Anti-Reflection）層がＡｌＣｕの表面に形成されているが、プラズモン共鳴をＡｌで発生させるため、今回のフィルタでは使用することができず、このような膜を形成して表面反射を抑える。この後、図示しないレジストを塗布し、フォトリソグラフィで波長選択フィルタの開口パターンをスリット構造で形成する。Ｂ（ブルー）の用途としては、例えば、２６０ｎｍピッチで幅１３０ｎｍの開口をスリット構造で形成する。Ｇ（グリーン）の用途としては、例えば、３４０ｎｍピッチで幅１７０ｎｍの開口をスリット構造で形成する。Ｒ（レッド）の用途としては、例えば、４２０ｎｍピッチで幅２１０ｎｍの開口をスリット構造で形成する。この後、メタルエッチャーによりＢＡＲＣ／SiO_2／Ａｌの順でエッチングを行い、レジスト／ＢＡＲＣ／SiO_2を除去することで、第１の金属膜８３１の波長選択フィルタであるスリット構造の複数の開口（スリット）８４１のパターンを形成する。波長選択フィルタの複数の開口８４１のパターンは、第１の光電変換素子１０１上の受光用開口部の上の第１の金属膜８３１上に形成する。開口（スリット）８４１の配列パターンは、スリット８４１を横方向に周期的に並べた

スリット構造であり、このスリット８４１は細長い貫通穴または凹部で形成される。この周期的なスリット８４１を第１の金属膜８３１に形成することで、この回路内蔵光電変換装置の第１の金属膜８３１に光が入射した際に、第１の金属膜８３１上にスリット構造で周期的に配列された開口８４１に表面プラズモン分散関係が組み込まれ、光によって表面プラズモンが励起できるようになり、この第１の金属膜８３１を波長選択フィルタとして機能させることがきる。このとき、隣接するスリット８４１でも同様に電子が振動し、表面全体で集団励起として振舞うので、隣接するスリット８４１とスリット８４１とのスリットピッチは同じ距離をとるような配列が最適である。図１８の平面図に示すように、加工精度の良くない最外周のスリット（複数のスリット８４１のうちの横方向の最外端のスリット８４１ａ，８４１ａおよび複数のスリット８４１の長手方向の両端部８４１ｂ，８４１ｂ）が第２の金属膜８３２により遮光されるため、プラズモニックフィルタとして寄与しないから、スリットピッチが一定となって、高い色分解能を得ることができる。

[0094] 上記第１の金属膜８３１の加工後は、図１９に示すように、SiO_2からなる保護膜として機能する絶縁膜５を形成する。この際、前工程にて形成された第１の金属膜８３１の開口（貫通穴または凹部）８４１もSiO_2で埋まるように形成する必要があるため、高密度プラズマＣＶＤ法でSiO_2からなる絶縁膜５を形成する。

[0095] 最後に、電極取り出しのためのＰＡＤ部４０１上のSiO_2膜４０６を除去しＰＡＤ部４０１を露出させる。

[0096] 上記第１～第４実施形態では、プラズモニックフィルタ領域２００，１２００を構成する第１の金属膜３１，１３１，２３１，８３１と、基板１００との間に、この第１の金属膜３２，１３２，２３２，８３１の複数の開口４１，８４１のうちで最外周に位置する開口４１ａ，８４１ａ，開口８４１の端部８４１ｂを覆う第２の金属膜３２，１３２，２３２，８３２を設けたが、プラズモニックフィルタ領域を構成する第１の金属膜の上側に、最外周に

位置する開口を覆う第２の金属膜を設けてもよい。つまり、第２の金属膜と基板との間に、プラズモニックフィルタ領域を構成する第１の金属膜を設けてもよい。

[0097] 本発明および実施形態を纏めると、次のようになる。

[0098] 本発明の光電変換装置は、

基板１００に設けられた第１の光電変換素子１０１と、

上記第１の光電変換素子１０１の上に絶縁膜１，２，３を介して形成されると共に、プラズモニックフィルタ領域を構成するための周期的または非周期的に配置された複数の開口４１，８４１を有する第１の金属膜３１，１３１，２３１，８３１と、

上記第１の金属膜３１，１３１，２３１，８３１の複数の開口４１，８４１の一部を覆う第２の金属膜３２，１３２，２３２，８３２と

を備える

ことを特徴としている。

[0099] 上記構成によれば、不均一に形成されると予想される第１の金属膜３１，１３１，２３１，８３１の開口４１，８４１の一部を第２の金属膜３２，１３２，２３２，８３２で覆って、第１の金属膜３１，１３１，２３１，８３１の開口４１，８４１の不均一な一部を透過する光を第２の金属膜３２，１３２，２３２，８３２によって遮断して、第１の光電変換素子１０１へ届かないようにすることができる。したがって、本来透過しない波長の光の異常な透過を防ぐことができて、開口４１，８４１の不均一な一部によって乱された透過光が光電流として寄与せず、半値幅の増大を防止することができる。

[0100] なお、上記第１の金属膜３１，１３１，２３１の複数の開口４１，８４１の一部には、上記第１の金属膜３１，１３１，２３１の複数の開口４１，８４１のうちで最外周に位置する開口４１ａ，８４１ａ，８４１ｂに限らず、最外周の開口４１ａ，８４１ａよりも内側に有る例えば外側から２番目の開口４１，８４１なども含めても良い。

[0101] １実施形態では、

上記第２の金属膜３２，１３２，２３２，８３２は、上記第１の金属膜３１，１３１，２３１，８３１の複数の開口４１，８４１のうちで少なくとも最外周に位置する開口の一部４１ａ，８４１ａ，８４１ｂを覆う。

[0102] 上記第１の金属膜３１，１３１，２３１，８３１の複数の開口４１，８４１のうちで最外周に位置する開口の一部４１ａ，８４１ａ，８４１ｂは、周囲を開口４１，８４１で囲まれていないから、周囲を開口４１，８４１に囲まれた中央の領域の開口４１，８４１と比較して特異的であって、露光やエッチングにより不均一になり易い。

[0103] したがって、この実施形態のように、上記第１の金属膜３１，１３１，２３１，８３１の複数の開口４１，８４１のうちで少なくとも最外周に位置する開口の一部４１ａ，８４１ａ，８４１ｂを覆うことによって、この特異な開口の一部４１ａ，８４１ａ，８４１ｂを透過した光を、第２の金属膜３２，１３２，２３２，８３２によって遮断できるから、不均一な開口の一部４１ａ，８４１ａ，８４１ｂによって乱された透過光が光電流として寄与せず、半値幅の増大を防止することができる。

[0104] 図１１、１２に示すように、第１の金属膜３１，１３１，２３１の複数の開口４１のうちで最外周の開口４１ａが特異な大きさになるが、特にコーナ部の開口４１ａが特異なサイズになるから、最外周の開口４１ａのうちで、特にコーナ部の開口４１ａを第２の金属膜３２，１３２，２３２で覆うのが好ましい。

[0105] １実施形態では、

さらに、上記基板１００に設けられた第２の光電変換素子１０２を備え、

上記第１の金属膜１３１は、上記第１および第２の光電変換素子１０１，１０２の上に絶縁膜１，２，３を介して形成され、

上記第２の金属膜１３２は、上記第１の光電変換素子１０１上の第１の金属膜１３１の複数の開口４１の一部と上記第２の光電変換素子１０２上の第１の金属膜１３１の複数の開口４１の一部とを覆うと共に、上記第１の光電

変換素子１０１と上記第２の光電変換素子１０２との間の領域を覆っている。

[0106] 上記実施形態によれば、第１の金属膜１３１の複数の開口４１のうちで不均一に形成される開口４１ａを第２の金属膜１３２で覆って、その開口４１ａを透過した光を第２の金属膜１３２で遮断して、第１および第２の光電変換素子１０１，１０２に入射するのを阻止でき、かつ、上記第２の金属膜１３２が上記第１の光電変換素子１０１と上記第２の光電変換素子１０２との間の領域を覆っているので、この第２の金属膜１３２が迷光を遮る遮光メタルとしても機能することができる。

[0107] １実施形態では、

さらに、上記基板１００に設けられた回路部１１０と、

上記基板１００上に絶縁膜１，２，３を介して形成された複数の配線層１１，１２，２３２，８３２からなる多層配線と

を備え、

上記第１の金属膜２３１，８３１は上記多層配線よりも上方に形成され、

上記第２の金属膜２３２，８３２は、上記多層配線の複数の配線層１１，１２，２３２，８３２のうちの１つの配線層２３２，８３２を兼ねる。

[0108] 上記実施形態によれば、上記第２の金属膜２３２，８３２は、上記多層配線の複数の配線層１１，１２，２３２，８３２のうちの１つの配線層２３２，８３２を兼ねるから、第２の金属膜２３２，８３２を専用に単独に新たに形成する必要が無く、コスト増を防ぐことができる。さらに、上記回路部１１０を含む回路内蔵光電変換装置自体のプロセスを変えることなく、第１の金属膜２３１を追加して搭載できることに加えて、第２の金属膜２３２，８３２を多層配線の配線層２３２，８３２を兼ねさせることができるから、プロセスインテグレーションし易いというメリットがある。

[0109] １実施形態では、

上記第２の金属膜１３２，２３２，８３２は、上記多層配線の複数の配線層１１，１２，１３２，２３２のうちの最上層の配線層１３２，２３２，８

３２を兼ねる。

[0110] 上記実施形態によれば、上記第２の金属膜１３２，２３２，８３２は、上記多層配線の複数の配線層１１，１２，１３２，２３２，８３２のうちの最上層の配線層１３２，２３２，８３２を兼ねるから、上記第１の金属膜１３１，２３１，８３１と第２の金属膜１３２，２３２，８３２との距離が小さくなって、第１や第２の光電変換素子１０１，１０２や回路部１１０への漏れ光を確実に遮断することができる。

[0111] もし仮に、プラズモニックフィルタ領域を構成するための第１の金属膜１３１，２３１，８３１と第２の金属膜１３２，２３２，８３２との距離が大きいと、一部の光が第１や第２の光電変換素子１０１，１０２や回路部１１０に漏れて、分光感度を悪化させたり、誤動作させる恐れがあるのである。

[0112] １実施形態では、

上記第１および第２の金属膜３１，１３１，２３１，８３１，３２，１３２，２３２，８３２はＡｌまたはＡｌＣｕで構成される。

[0113] Ａｌの誘電関数を図１６に示す。一般的にプラズモン共鳴を起こしやすい物性は、誘電関数の実部が小さく、虚部が大きい方が望ましい。今回のアプリケーションのように光の三原色を意識したものに対しては、Ａｌのように波長３００－７００ｎｍの領域で上記条件を満たしているＡｌまたはＡｌＣｕの金属が望ましい。逆に、長波長の透過フィルタを、プラズモン共鳴現象を用いて形成する場合は、図１７のＡｕのように波長７００ｎｍ以上で上記条件を満たす材料とすることが望ましい。

[0114] １実施形態では、

上記第２の金属膜３２，１３２，２３２，８３２の厚さは少なくとも光の透過を防止する厚みである。

[0115] １実施形態では、

上記第２の金属膜３２，１３２，２３２，８３２で光の透過を防止する光の波長は３００ｎｍ以上１２００ｎｍ以下である。

[0116] １実施形態では、

上記第１の金属膜３１，１３１，２３１，８３１は光の三原色を透過する。

[0117] １実施形態では、

上記第１の金属膜８３１の上記複数の開口８４１はスリット８４１である。

[0118] 上記実施形態によれば、スリット構造で、プラズモン共鳴現象を用いて、波長選択性を有するフィルタを得ることができる。

[0119] １実施形態では、

上記第１の金属膜８３１のうちで、少なくとも、上記プラズモニックフィルタ領域１２００を構成する部分は、接地されている。

[0120] 上記実施形態によれば、上記第１の金属膜８３１のうちで、少なくとも、上記プラズモニックフィルタ領域１２００を構成する部分が接地されて、接地電位となっているので、プラズモニックフィルタ領域１２００を構成する第１の金属膜８３１の部分の電位が安定して、電子の挙動が安定して、波長選択性が良好になる。

[0121] 本発明の光電変換装置の製造方法は、

基板１００上に光電変換素子１０１，１０２を形成し、

上記基板１００上に、複数の配線層１１，１２，１３２，２３２，８３２を、順次、絶縁膜１，２，３を介して形成すると共に、上記複数の配線層１１，１２，１３２，２３２，８３２のうちの最上層の配線層１３２，２３２，８３２を、第２の金属膜１３２，２３２，８３２を兼ねるように形成し、

上記光電変換素子１０１の上に、プラズモニックフィルタ領域を構成するための周期的または非周期的に配置された複数の開口４１，８４１を有する第１の金属膜１３１，２３１，８３１を、この第１の金属膜１３１，２３１，８３１の複数の開口４１，８４１の一部が上記第２の金属膜１３２，２３２，８３２で覆われるように、絶縁膜１，２，３，４を介して形成することを特徴としている。

[0122] 本発明によれば、本来、透過しない波長の光の異常透過を防ぐことができ

て、分光波形の半値幅を小さくすることができる光電変換装置を製造することができる。

[0123] 第１～第４実施形態および変形例で述べた構成要素は、適宜、組み合わせてもよく、また、適宜、選択、置換、あるいは、削除してもよいのは、勿論である。

符号の説明

[0124] １，２，３，４，５　絶縁膜

１１，１２，１３２，２３２，８３２　配線層

３１，１３１，２３１，８３１　第１の金属膜

３２，１３２，２３２，８３２　第２の金属膜

１００　半導体基板

１０１　第１の光電変換素子

１０２　第２の光電変換素子

１１０　回路部

１３１ａ，１３２ａ，８３１ａ　遮光メタル部

２００，１２００　プラズモニックフィルタ領域

３０１，３０２，１３０２　遮光メタル領域

請求の範囲

[請求項1] 基板（１００）に設けられた第１の光電変換素子（１０１）と、

上記第１の光電変換素子（１０１）の上に絶縁膜（１，２，３）を介して形成されると共に、プラズモニックフィルタ領域を構成するための周期的または非周期的に配置された複数の開口（４１，８４１）を有する第１の金属膜（３１，１３１，２３１，８３１）と、

上記第１の金属膜（３１，１３１，２３１，８３１）の複数の開口（４１，８４１）の一部を覆う第２の金属膜（３２，１３２，２３２，８３２）と

を備える

ことを特徴とする光電変換装置。

[請求項2] 請求項１に記載の光電変換装置において、

上記第２の金属膜（３２，１３２，２３２，８３２）は、上記第１の金属膜（３１，１３１，２３１，８３１）の複数の開口（４１，８４１）のうちで少なくとも最外周に位置する開口の一部（４１ａ，８４１ａ，８４１ｂ）を覆う

ことを特徴とする光電変換装置。

[請求項3] 請求項１または２に記載の光電変換装置において、

さらに、上記基板（１００）に設けられた第２の光電変換素子（１０２）を備え、

上記第１の金属膜（１３１）は、上記第１および第２の光電変換素子（１０１，１０２）の上に絶縁膜（１，２，３）を介して形成され、

上記第２の金属膜（１３２）は、上記第１の光電変換素子（１０１）上の第１の金属膜（１３１）の複数の開口（４１）の一部と上記第２の光電変換素子（１０２）上の第１の金属膜（１３１）の複数の開口（４１）の一部とを覆うと共に、上記第１の光電変換素子（１０１）と上記第２の光電変換素子（１０２）との間の領域を覆っている

ことを特徴とする光電変換装置。

[請求項4] 請求項１から３のいずれか１つに記載の光電変換装置において、

さらに、上記基板（１００）に設けられた回路部（１１０）と、

上記基板（１００）上に絶縁膜（１，２，３）を介して形成された複数の配線層（１１，１２，２３２，８３２）からなる多層配線とを備え、

上記第１の金属膜（２３１，８３１）は上記多層配線よりも上方に形成され、

上記第２の金属膜（２３２，８３２）は、上記多層配線の複数の配線層（１１，１２，２３２，８３２）のうちの１つの配線層（２３２，８３２）を兼ねる

ことを特徴とする光電変換装置。

[請求項5] 請求項１から４のいずれか１つに記載の光電変換装置において、

上記第１の金属膜（８３１）の上記複数の開口（８４１）はスリット（８４１）である

ことを特徴とする光電変換装置。

[請求項6] 請求項１から５のいずれか１つに記載の光電変換装置において、

上記第１の金属膜（８３１）のうちで、少なくとも、上記プラズモニックフィルタ領域（１２００）を構成する部分は、接地されていることを特徴とする光電変換装置。

[請求項7] 基板（１００）上に光電変換素子（１０１，１０２）を形成し、

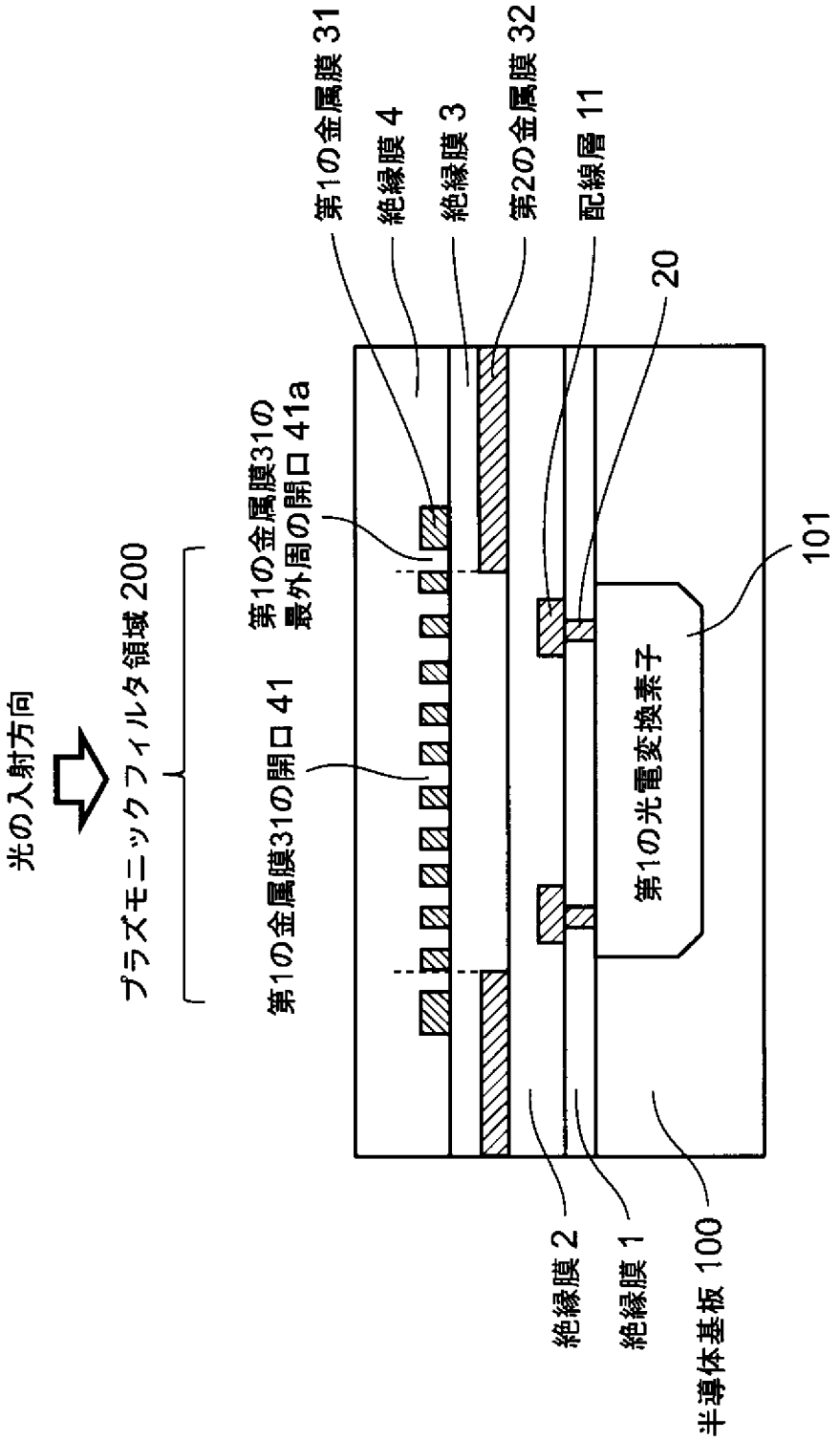
上記基板（１００）上に、複数の配線層（１１，１２，１３２，２３２，８３２）を、順次、絶縁膜（１，２，３）を介して形成すると共に、上記複数の配線層（１１，１２，１３２，２３２，８３２）のうちの最上層の配線層（１３２，２３２，８３２）を、第２の金属膜（１３２，２３２，８３２）を兼ねるように形成し、

上記光電変換素子（１０１）の上に、プラズモニックフィルタ領域を構成するための周期的または非周期的に配置された複数の開口（４

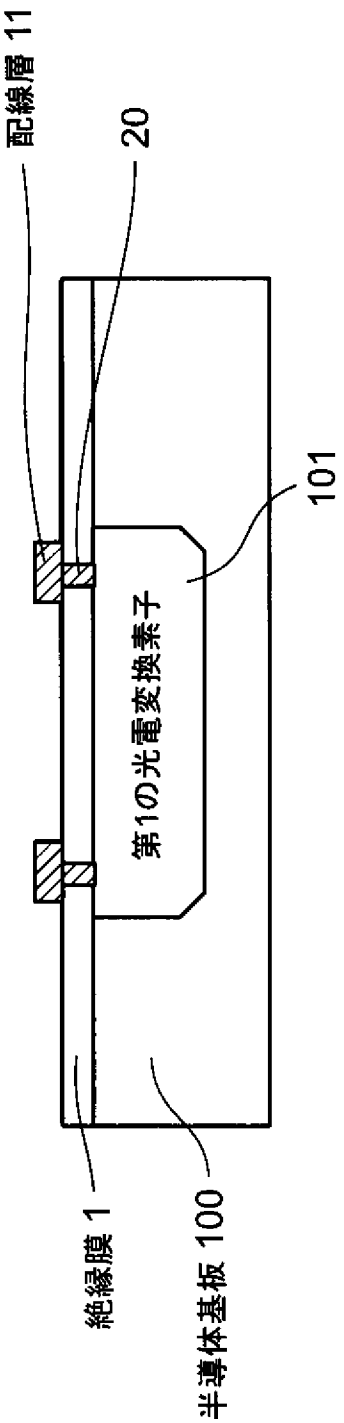
１，８４１）を有する第１の金属膜（１３１，２３１，８３１）を、この第１の金属膜（１３１，２３１，８３１）の複数の開口（４１，８４１）の一部が上記第２の金属膜（１３２，２３２，８３２）で覆われるように、絶縁膜（１，２，３，４）を介して形成する

ことを特徴とする光電変換装置の製造方法。

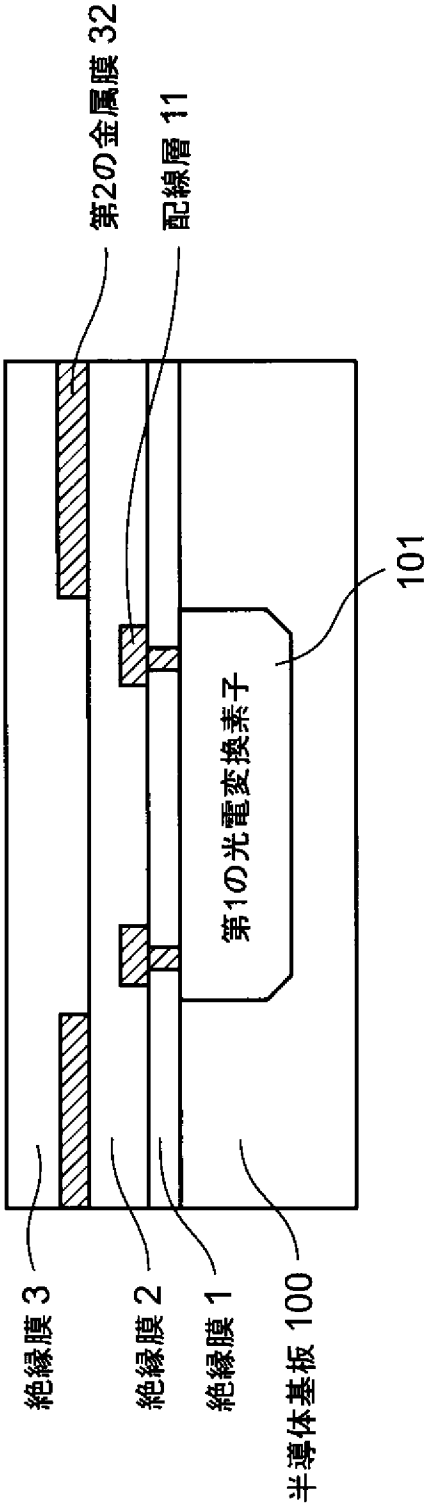
[図1]


光の入射方向
プラズモニックフィルタ領域 200
第1の金属膜31の開口 41
第1の金属膜31の最外周の開口 41a
第1の金属膜 31
絶縁膜 4
絶縁膜 3
第2の金属膜 32
配線層 11
20
101
第1の光電変換素子
絶縁膜 2
絶縁膜 1
半導体基板 100

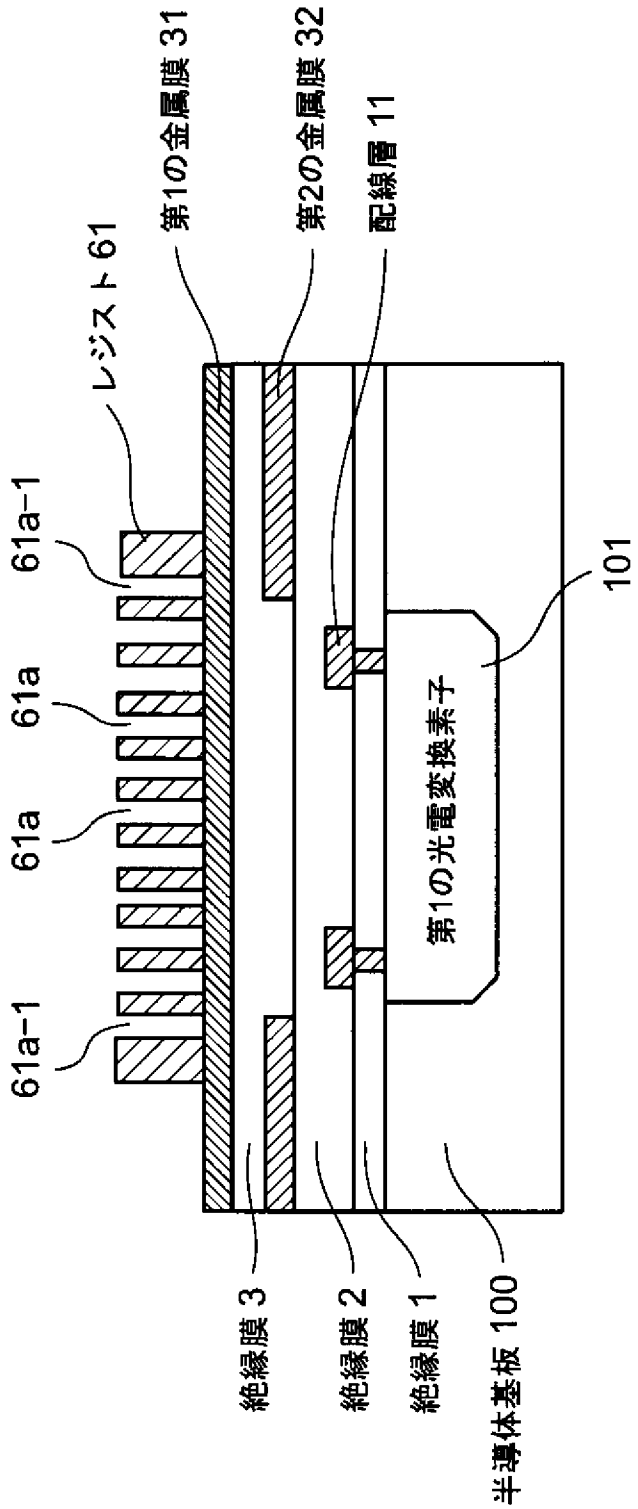
[図2]



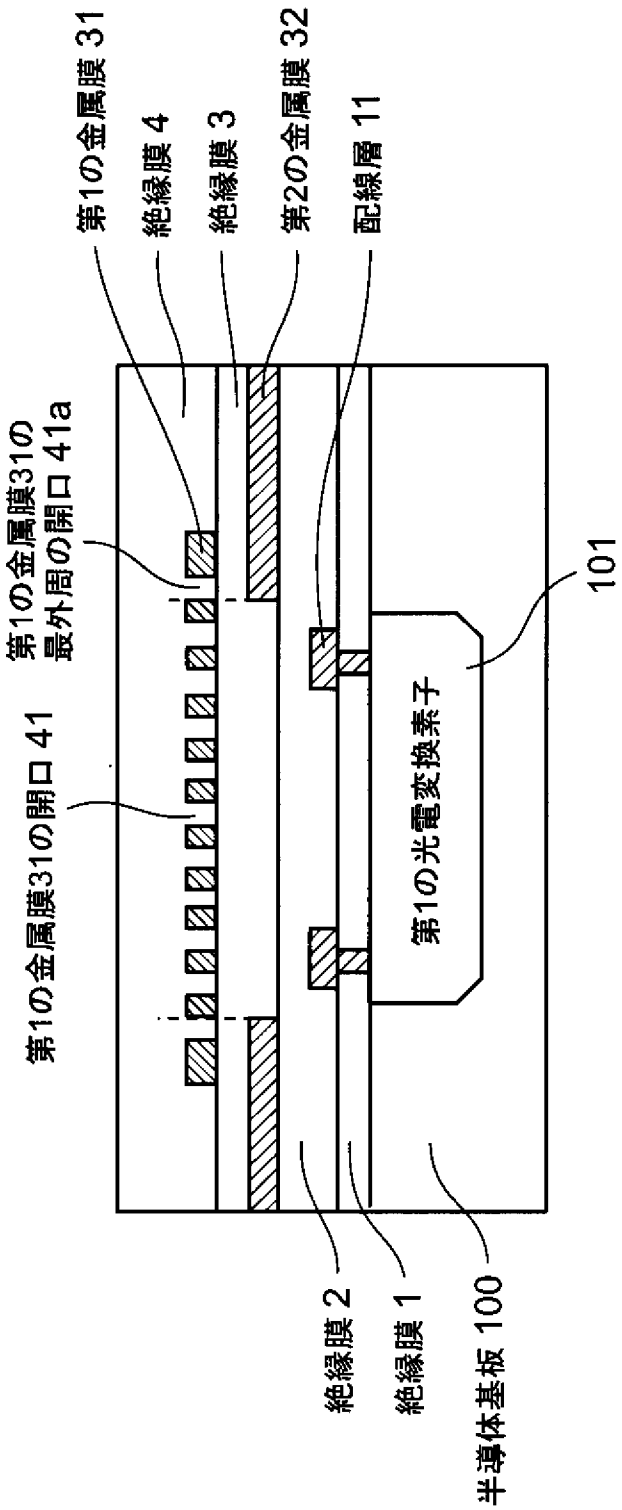
[図3]



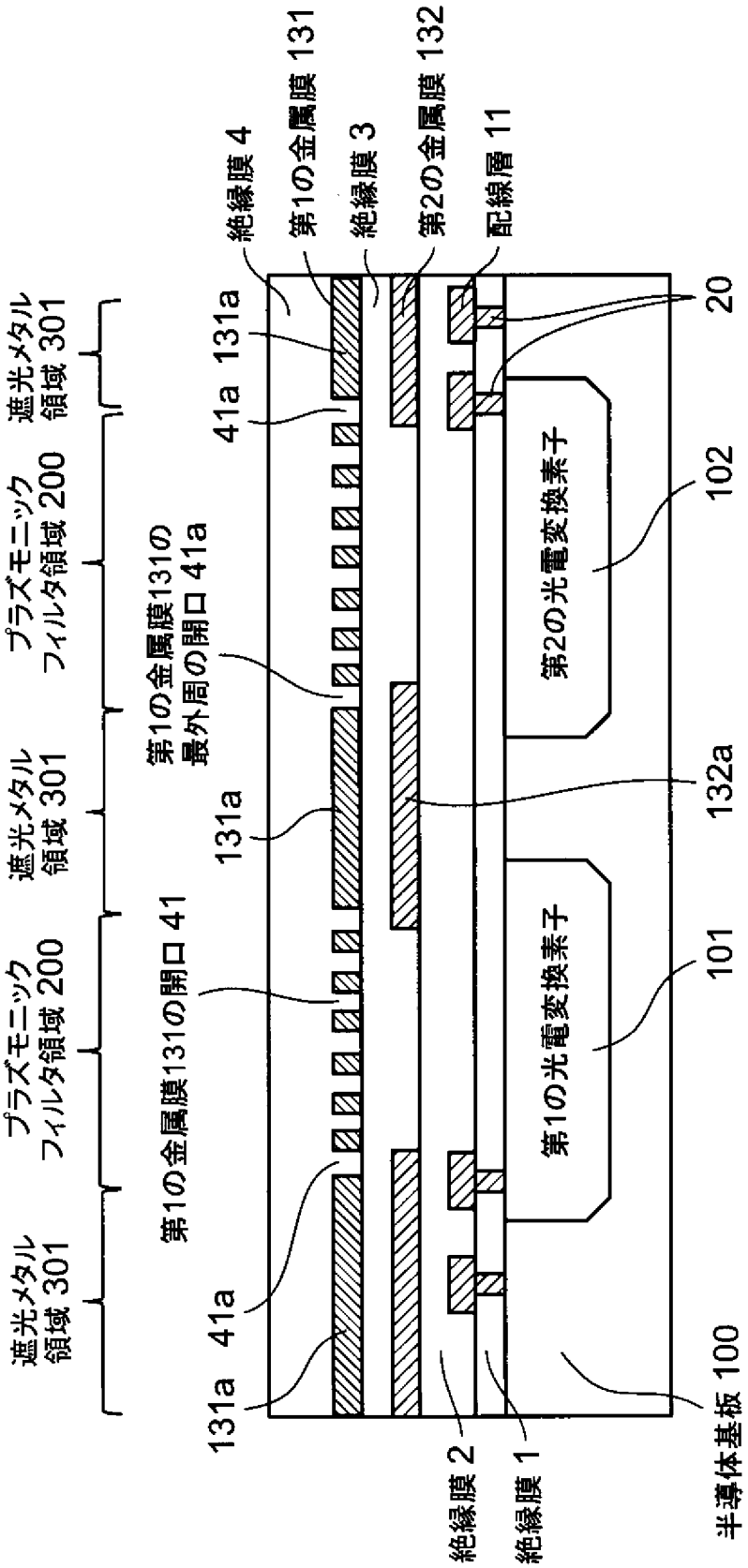
[図4]


第1の金属膜 31
第2の金属膜 32
配線層 11
レジスト 61
61a-1
61a
61a
61a-1
101
第1の光電変換素子
絶縁膜 3
絶縁膜 2
絶縁膜 1
半導体基板 100

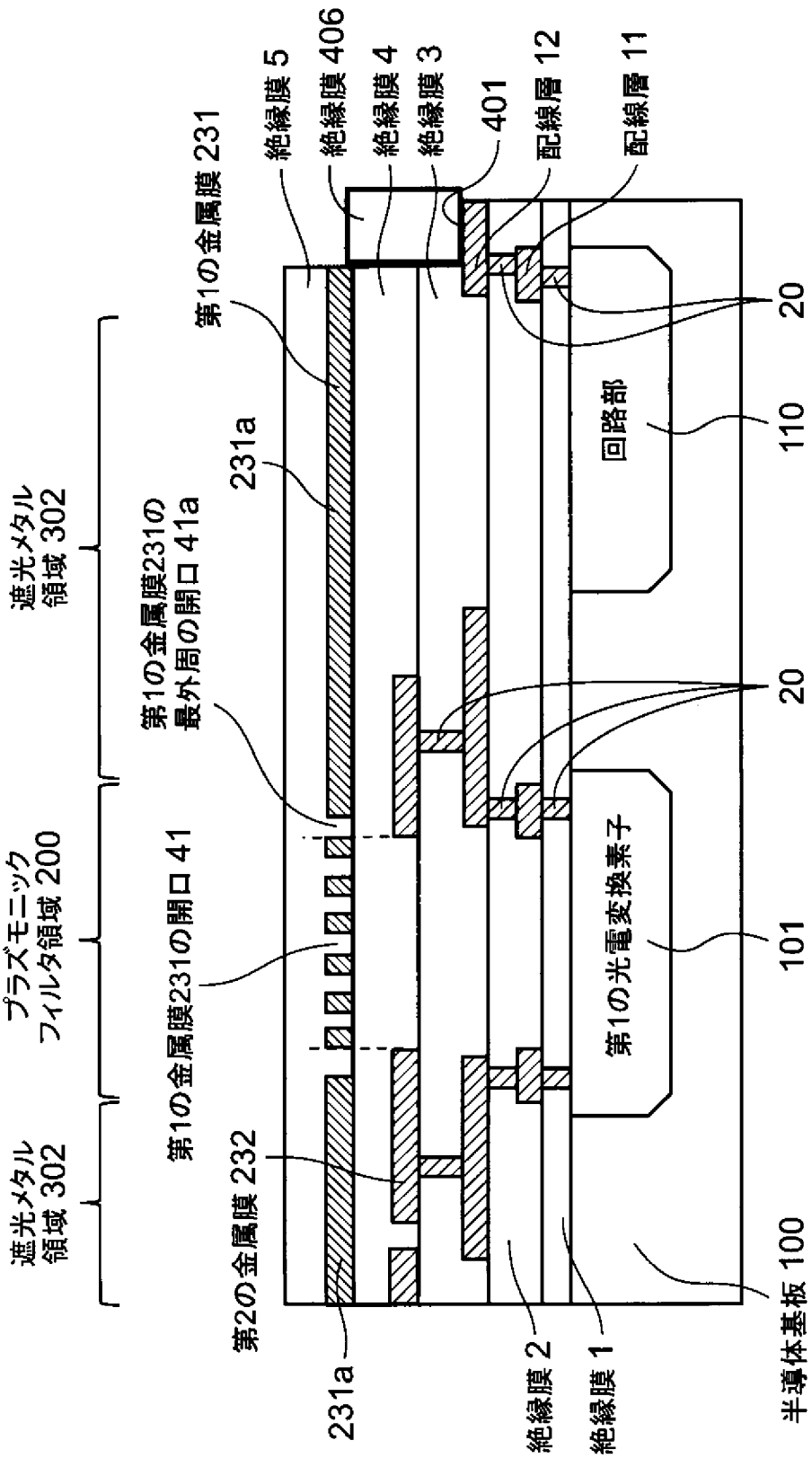
[図5]


第1の金属膜 31
絶縁膜 4
絶縁膜 3
第2の金属膜 32
配線層 11
第1の金属膜31の
最外周の開口 41a
第1の金属膜31の開口 41
101
第1の光電変換素子
絶縁膜 2
絶縁膜 1
半導体基板 100

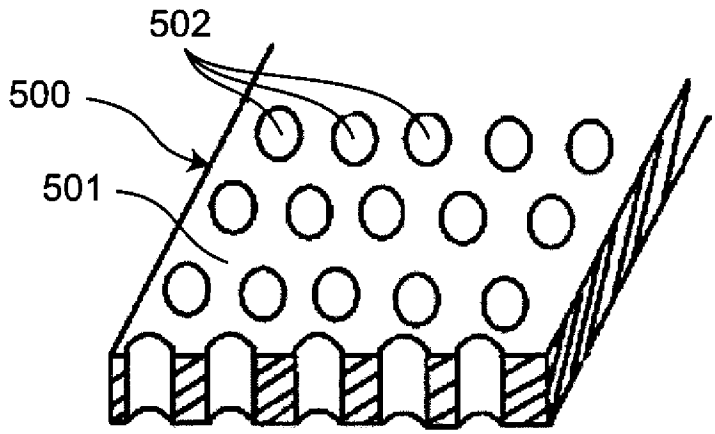
[図6]


遮光メタル領域 301
プラズモニックフィルタ領域 200
遮光メタル領域 301
プラズモニックフィルタ領域 200
遮光メタル領域 301
絶縁膜 4
第1の金属膜 131
絶縁膜 3
第2の金属膜 132
配線層 11
20
41a 131a
第1の金属膜131の最外周の開口 41a
102
第2の光電変換素子
131a
132a
第1の金属膜131の開口 41
101
第1の光電変換素子
131a 41a
絶縁膜 2
絶縁膜 1
半導体基板 100

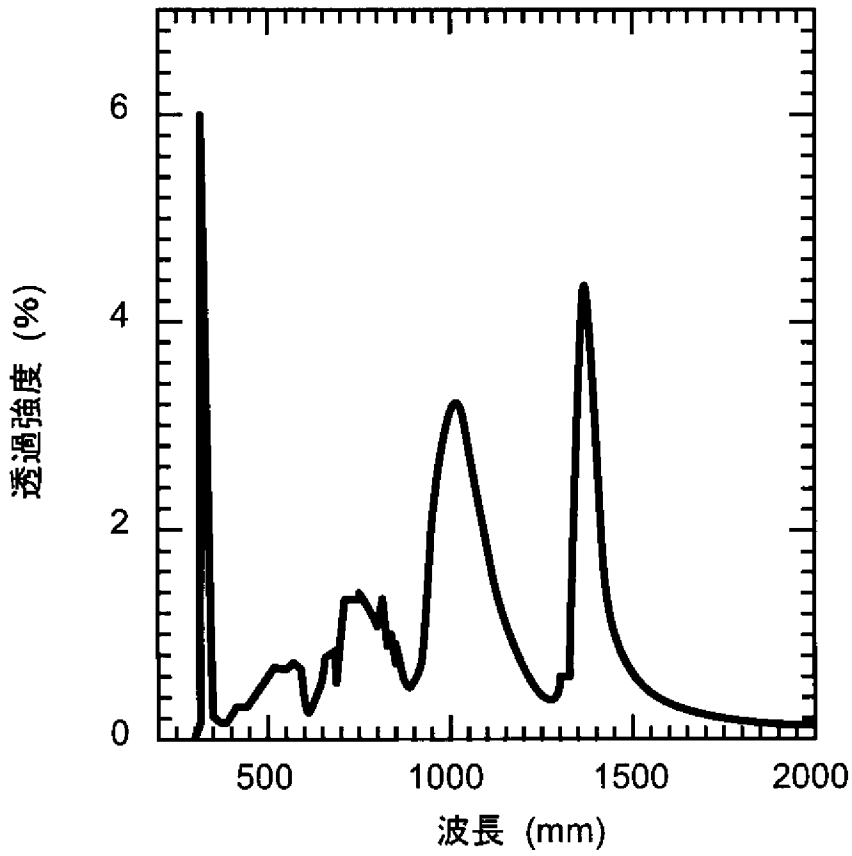
[図7]


遮光メタル
領域 302
プラズモニック
フィルタ領域 200
遮光メタル
領域 302
第1の金属膜231の開口 41
第1の金属膜231の
最外周の開口 41a
第2の金属膜 232
第1の金属膜 231
231a
231a
絶縁膜 5
絶縁膜 406
絶縁膜 4
絶縁膜 3
401
配線層 12
配線層 11
回路部
第1の光電変換素子
20
20
110
101
絶縁膜 2
絶縁膜 1
半導体基板 100

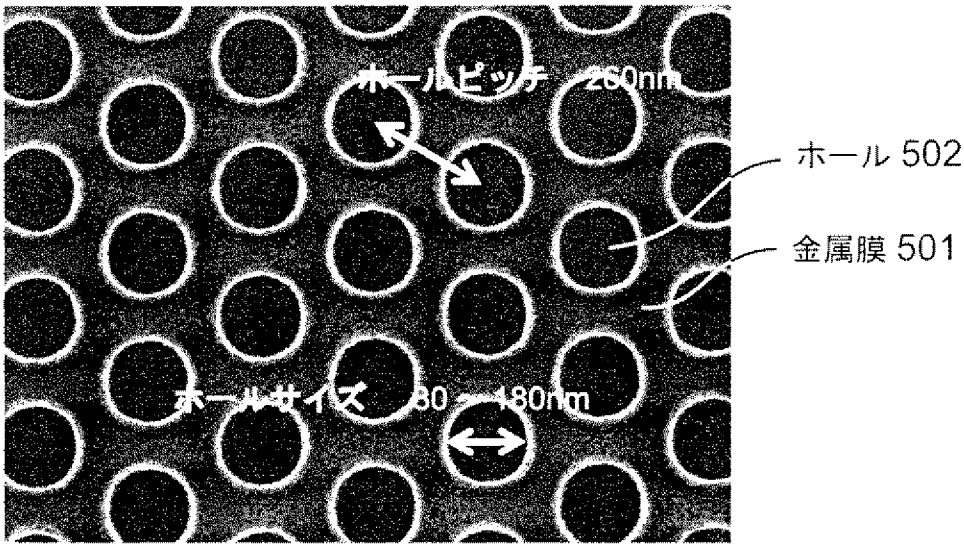
[図8]



[図9]

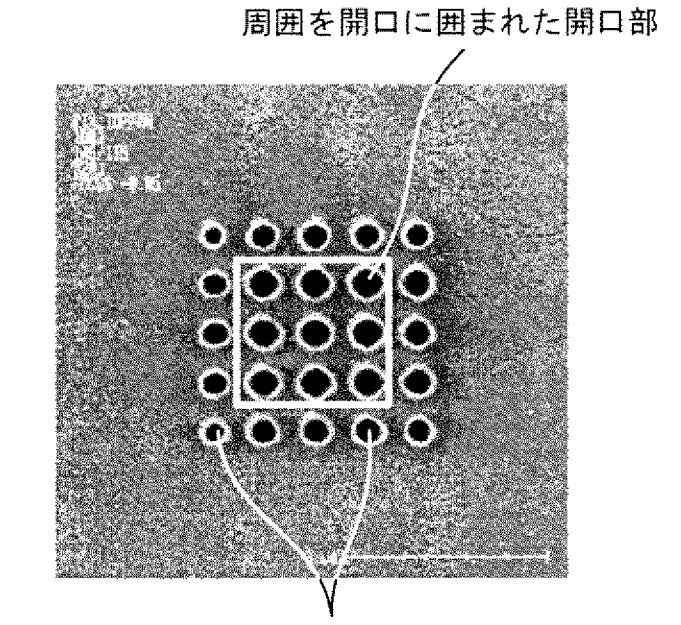


[図10]



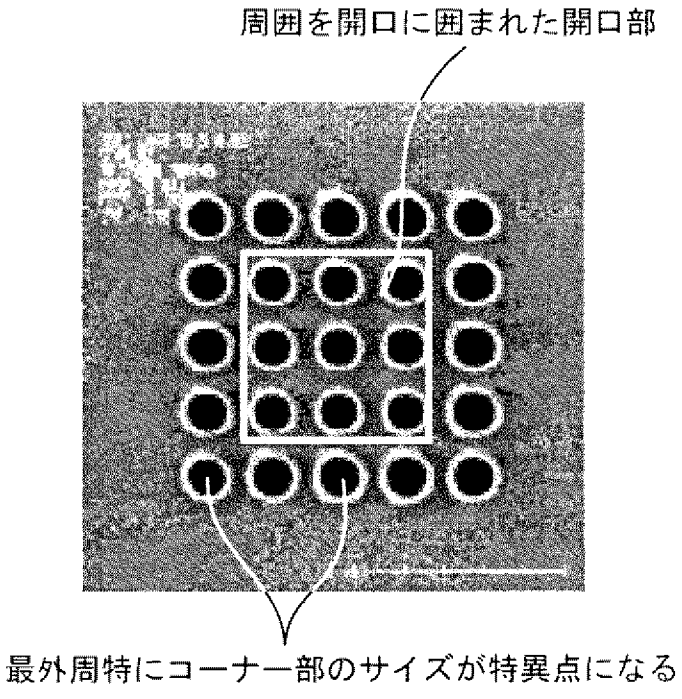
[図11]

微細露光時のフォト後SEM写真



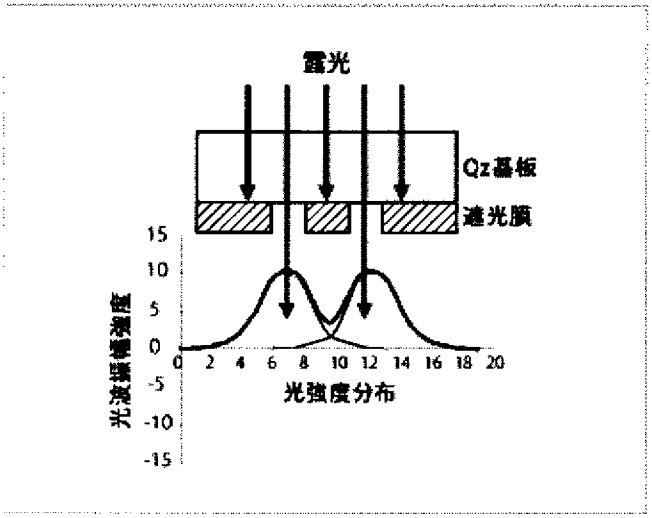
[図12]

微細加工(エッチング)後のSEM写真



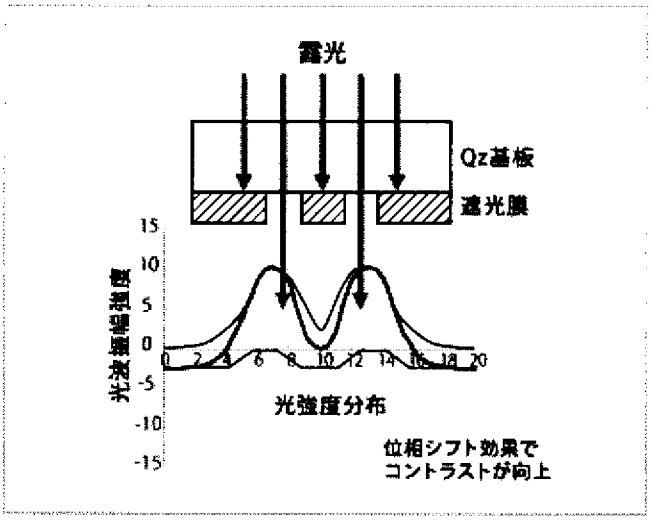
[図13]

通常マスクのホール間の透過光の干渉

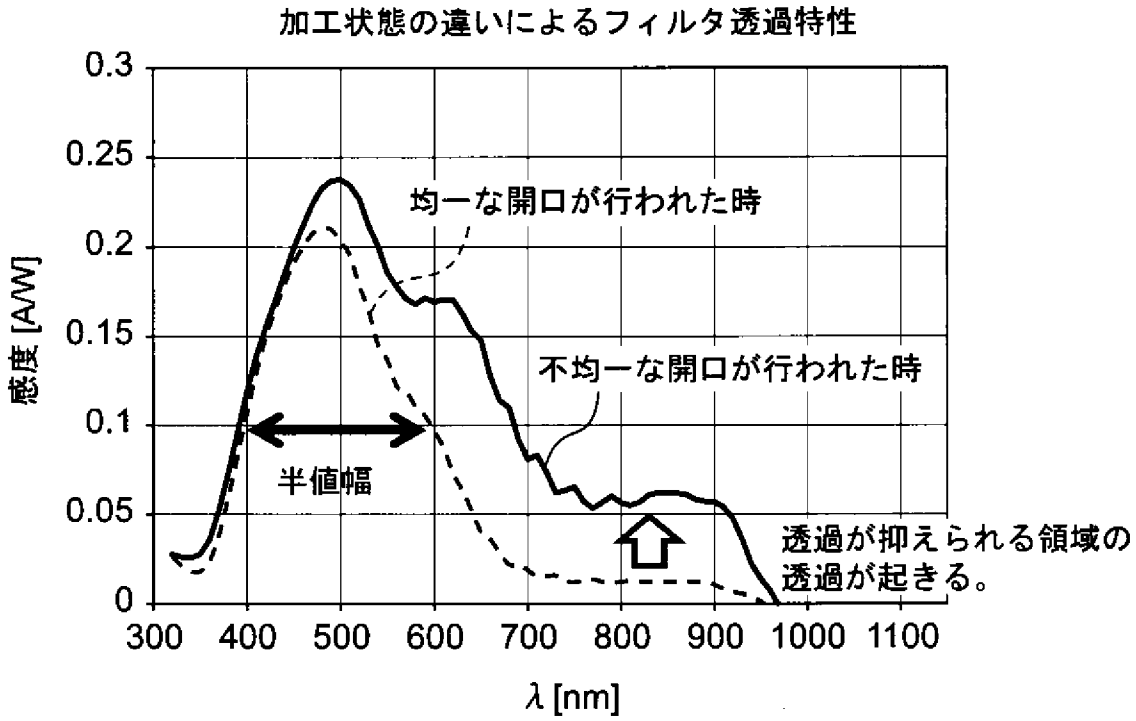


[図14]

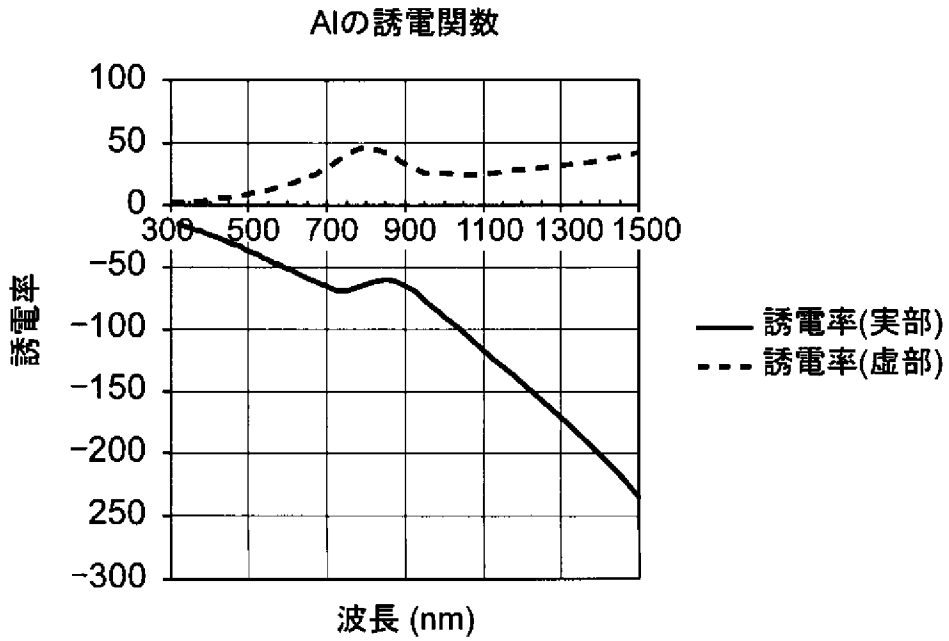
ハーフトーンマスクのホール間の透過光の干渉



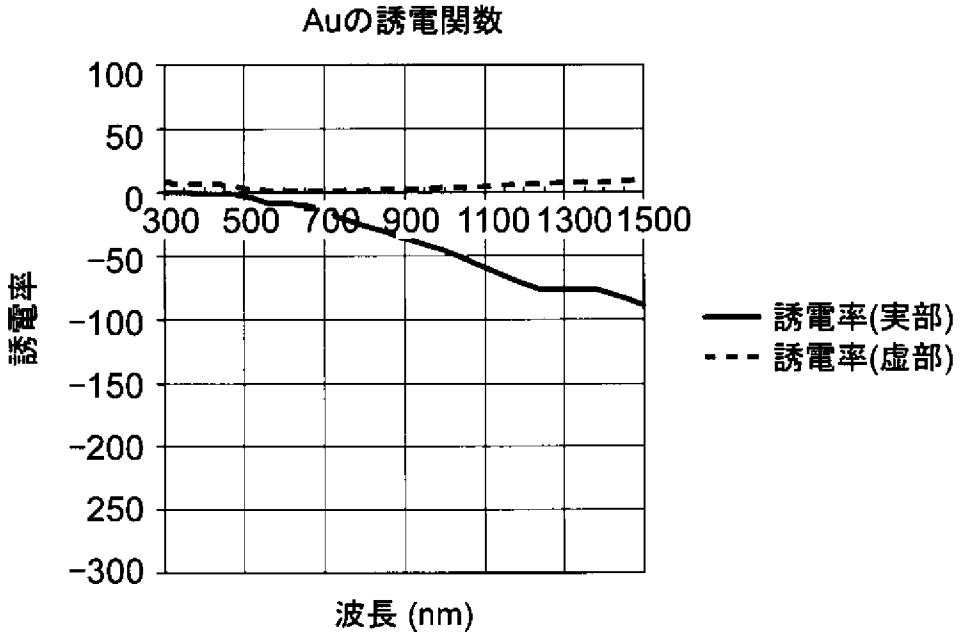
[図15]


加工状態の違いによるフィルタ透過特性
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
感度 [A/W]
均一な開口が行われた時
不均一な開口が行われた時
半値幅
透過が抑えられる領域の
透過が起きる。
300 400 500 600 700 800 900 1000 1100
λ [nm]

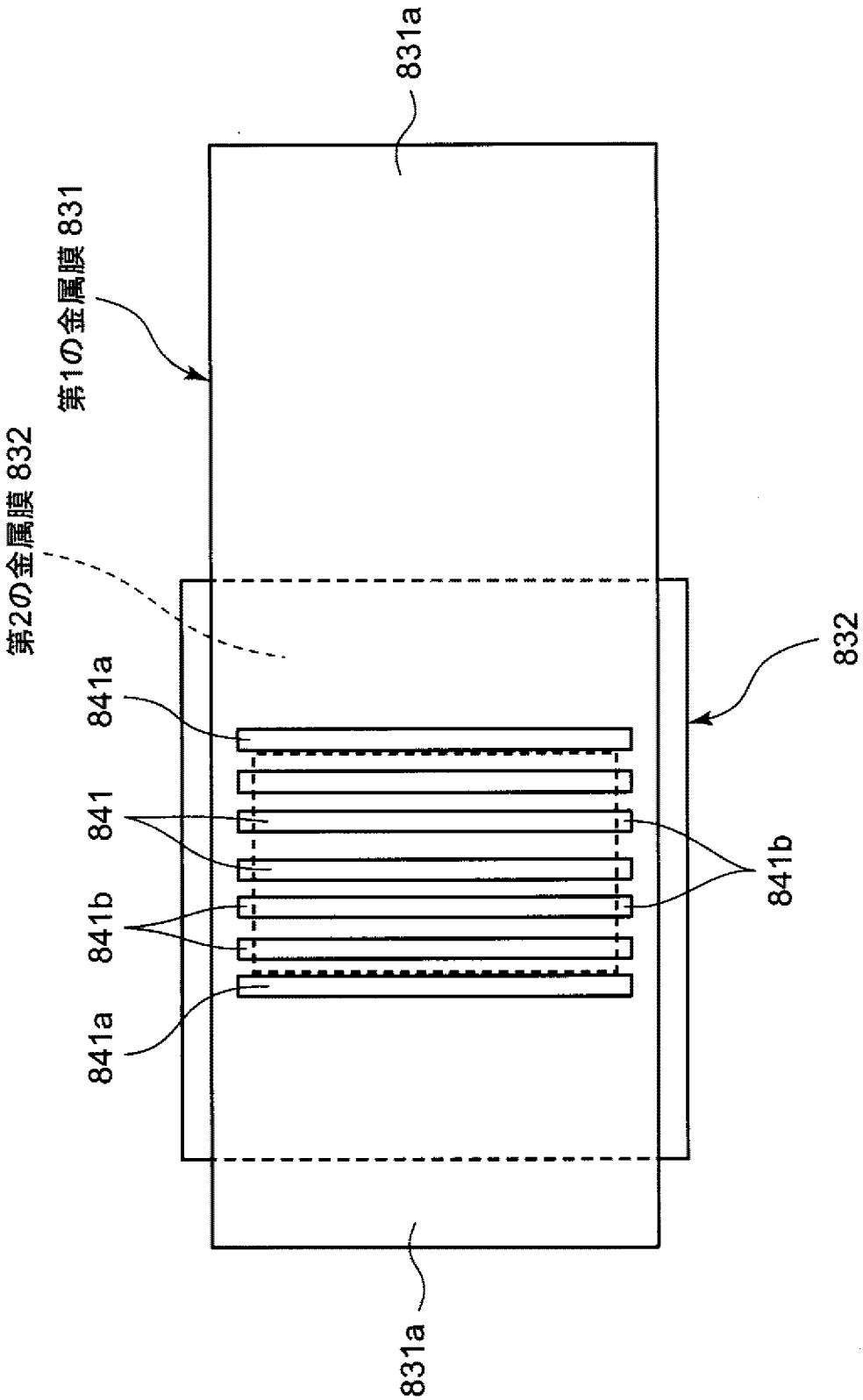
[図16]


AIの誘電関数
100
50
0
−50
−100
−150
−200
250
−300
300 500 700 900 1100 1300 1500
誘電率
波長 (nm)
誘電率(実部)
誘電率(虚部)

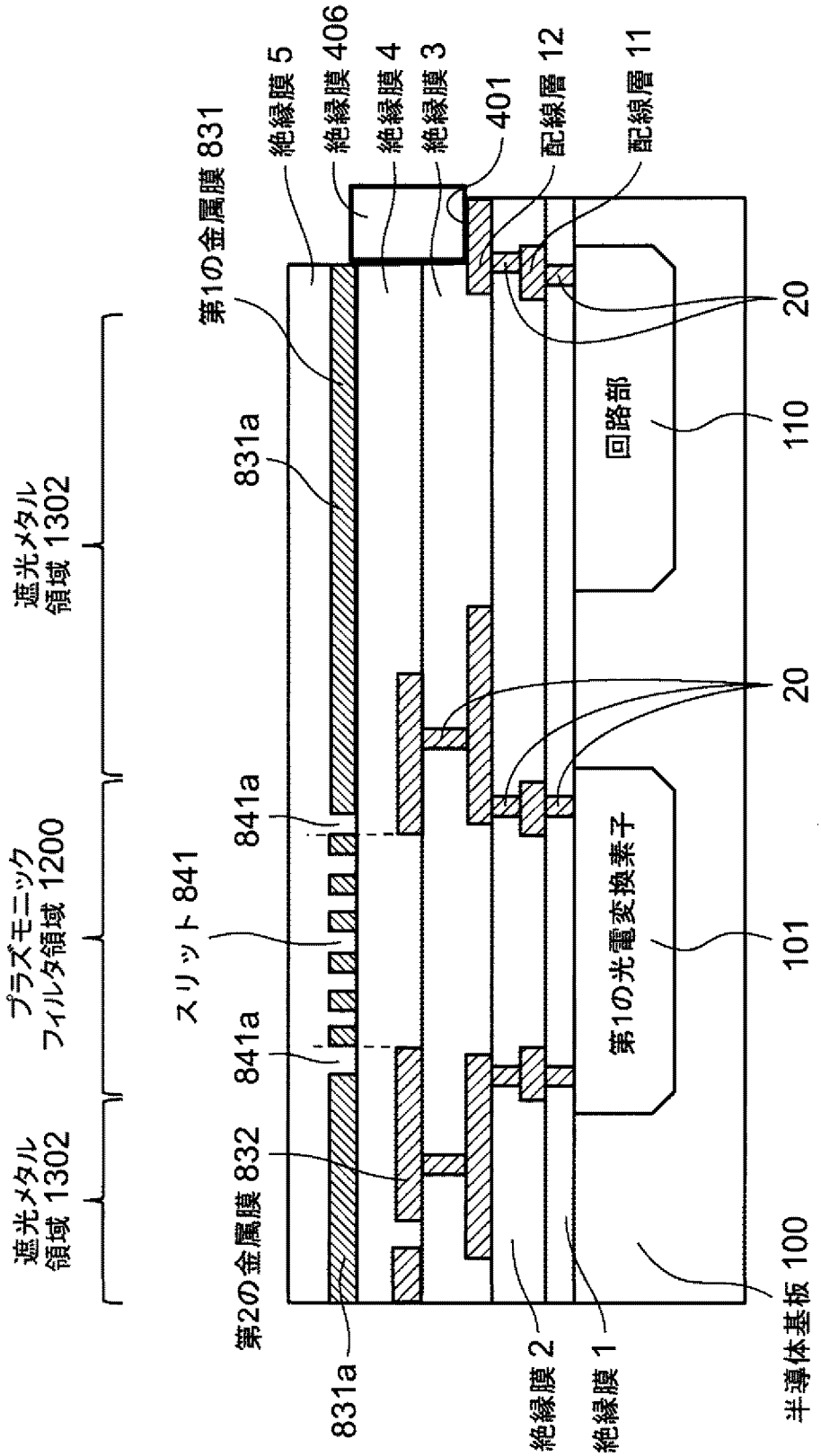
[図17]


Auの誘電関数
100
50
0
300
500
700
900
1100
1300
1500
−50
−100
−150
−200
250
−300
誘電率
波長 (nm)
誘電率(実部)
誘電率(虚部)

[図18]



[図19]


遮光メタル領域 1302
プラズモニックフィルタ領域 1200
遮光メタル領域 1302
第1の金属膜 831
絶縁膜 5
絶縁膜 406
絶縁膜 4
絶縁膜 3
401
配線層 12
配線層 11
831a
回路部
20
110
スリット 841
841a
841a
20
第2の金属膜 832
第1の光電変換素子
101
831a
絶縁膜 2
絶縁膜 1
半導体基板 100

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/068614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L31/10(2006.01)i, *G02B5/20*(2006.01)i, *H01L21/3205*(2006.01)i, *H01L21/768*(2006.01)i, *H01L23/522*(2006.01)i, *H01L27/14*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L31/10, G02B5/20, H01L21/3205, H01L21/768, H01L23/522, H01L27/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-59865 A (Sony Corp.), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraphs [0044] to [0056], [0082] to [0100]; fig. 6 to 7, 12 to 13 & US 2012/0057055 A1 & EP 2428993 A2 & CN 102403326 A & KR 10-2012-0025973 A & TW 201225270 A	1-7
Y	WO 2011/142456 A1 (NEC Corp.), 17 November 2011 (17.11.2011), fig. 14 to 17 (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 September, 2014 (17.09.14)	30 September, 2014 (30.09.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/068614

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-16114 A (Sony Corp.), 21 January 2010 (21.01.2010), paragraph [0041] & US 2010/0002108 A1 & CN 101621067 A & KR 10-2010-0004064 A & TW 201003906 A	4,7
Y	JP 2010-80686 A (Panasonic Corp.), 08 April 2010 (08.04.2010), paragraphs [0018], [0022] & US 2010/0078748 A1 & CN 101685822 A	4,7
Y	WO 2008/075763 A1 (NEC Corp.), 26 June 2008 (26.06.2008), (Family: none)	5
Y	JP 2001-291265 A (NEC Corp.), 19 October 2001 (19.10.2001), & US 6834027 B1 & EP 1128372 A2 & CA 2338231 A & CA 2338231 A1	5
Y	JP 2003-14622 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 15 January 2003 (15.01.2003), (Family: none)	5
Y	WO 2011/155529 A1 (Nikon Corp.), 15 December 2011 (15.12.2011), paragraphs [0056] to [0060] (Family: none)	6
A	JP 2010-186818 A (Sony Corp.), 26 August 2010 (26.08.2010), & US 2010/0201834 A1 & EP 2216818 A2 & EP 2657972 A1 & CN 101800233 A & KR 10-2010-0091891 A & TW 201104852 A & CN 103531604 A & CN 103545335 A	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０６８６１４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/10(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, H01L21/3205(2006.01)i, H01L21/768(2006.01)i, H01L23/522(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L31/10, G02B5/20, H01L21/3205, H01L21/768, H01L23/522, H01L27/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2012-59865 A (ソニー株式会社) 2012.03.22, 段落 [0044] - [0056], [0082] - [0100], 第 6-7 図, 第 12-13 図 & US 2012/0057055 A1 & EP 2428993 A2 & CN 102403326 A & KR 10-2012-0025973 A & TW 201225270 A	1-7
Y	WO 2011/142456 A1 (日本電気株式会社) 2011.11.17, 第 14-17 図 (ファミリーなし)	1-7

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １７．０９．２０１４	国際調査報告の発送日 ３０．０９．２０１４
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｋ　９５１７ 池谷　香次郎 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2010-16114 A (ソニー株式会社) 2010.01.21, 段落 [0041] & US 2010/0002108 A1 & CN 101621067 A & KR 10-2010-0004064 A & TW 201003906 A	4,7
Y	JP 2010-80686 A (パナソニック株式会社) 2010.04.08, 段落 [0018], [0022] & US 2010/0078748 A1 & CN 101685822 A	4,7
Y	WO 2008/075763 A1 (日本電気株式会社) 2008.06.26 (ファミリーなし)	5
Y	JP 2001-291265 A (日本電気株式会社) 2001.10.19 & US 6834027 B1 & EP 1128372 A2 & CA 2338231 A & CA 2338231 A1	5
Y	JP 2003-14622 A (三菱化学株式会社) 2003.01.15 (ファミリーなし)	5
Y	WO 2011/155529 A1 (株式会社ニコン) 2011.12.15, 段落 [0056] - [0060] (ファミリーなし)	6
A	JP 2010-186818 A (ソニー株式会社) 2010.08.26 & US 2010/0201834 A1 & EP 2216818 A2 & EP 2657972 A1 & CN 101800233 A & KR 10-2010-0091891 A & TW 201104852 A & CN 103531604 A & CN 103545335 A	1-7