

(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
2017年11月16日(16.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/195810 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01) *G02F 1/13363* (2006.01)
G02F 1/1335 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/017644

(22) 国際出願日: 2017年5月10日(10.05.2017)

(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 2016-095351 2016年5月11日(11.05.2016) JP

(71) 出願人: S C I V A X 株式会社 (SCIVAX CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120032 神奈川県川崎市幸区新川崎7番7号 Kanagawa (JP).

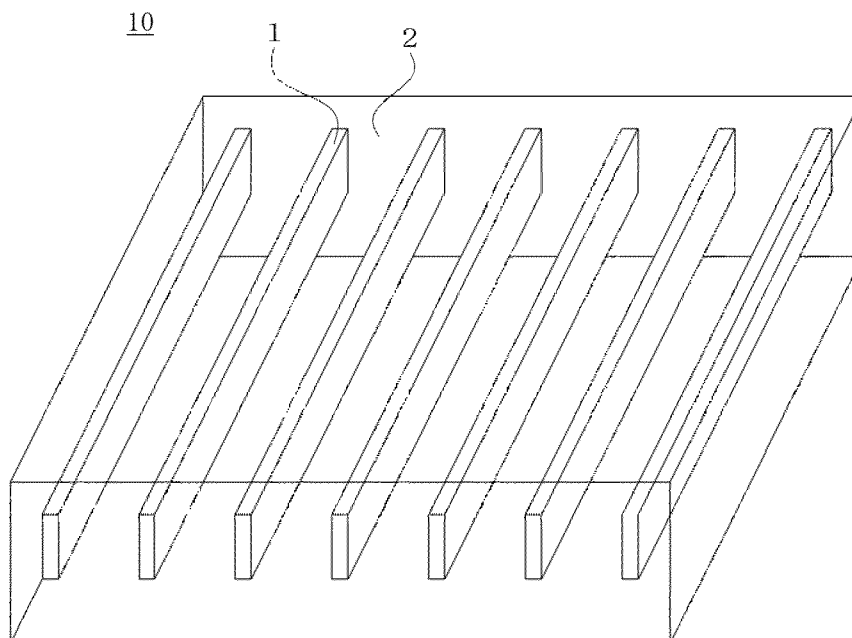
(72) 発明者: 縄 田 晃 史 (NAWATA Akifumi); 〒2120032 神奈川県川崎市幸区新川崎7番7号 S C I V A X 株式会社内 Kanagawa (JP). 栗屋信義(AWAYA Nobuyoshi); 〒2120032 神奈川県川崎市幸区新川崎7番7号 S C I V A X 株式会社内 Kanagawa (JP). 田中覚(TANAKA Satoru); 〒2120032 神奈川県川崎市幸区新川崎7番7号 S C I V A X 株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 奥 田 律 次 (OKUDA Noritsugu); 〒3020110 茨城県守谷市百合ヶ丘1-2354-430 Ibaraki (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,

(54) Title: PHASE DIFFERENCE ELEMENT, PHASE DIFFERENCE ELEMENT MANUFACTURING METHOD, AND OPTICAL MEMBER

(54) 発明の名称: 位相差素子、位相差素子製造方法および光学部材



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide: a phase difference element that has high ellipticity and high transmittance and that is easily machined; a phase difference element manufacturing method; and an optical element that uses the phase difference element. A phase difference element 10 for controlling the optical characteristics of an incident electromagnetic wave is provided with: a metal part in which linear metal structures 1 having widths smaller than the wavelength of the electromagnetic wave are periodically arranged in parallel; and a dielectric part 2 that supports



CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, 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, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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))

the metal structures 1 and that comprises a dielectric body through which electromagnetic waves can pass.

(57) 要約: 楕円率や透過率が高く、加工の容易な位相差素子、位相差素子製造方法および当該位相差素子を用いた光学素子を提供することを目的とする。入射した電磁波の光学特性を制御するための位相差素子10であって、電磁波の波長より小さい幅を有する直線状の金属構造体1を平行に周期配列した金属部と、電磁波を透過可能な誘電体からなり、金属構造体1を支持する誘電体部2と、を具備する。

明 細 書

発明の名称：位相差素子、位相差素子製造方法および光学部材 技術分野

[0001] 本発明は、位相差素子、位相差素子製造方法および当該位相差素子を用いた光学部材に関するものである。

背景技術

[0002] 従来の位相差素子は、材料に依存した伝搬速度または吸収特性の違いを利用し、直交する二つの偏光成分の間に位相差を生じさせ、直線偏光から円偏光のように、偏光状態を変化させる光学素子である。このような素子は、例えば、液晶パネルや有機ELディスプレイ、液晶プロジェクタなどの画像投影装置の画素のオン・オフの切り替えに利用されている。また、エリプソメトリー（偏光解析）などの光計測技術や、レーザー干渉計、光シャッターなど、様々な光学機器ならびに計測機器にも広く利用されている。

[0003] 従来、このような位相差素子として、金属膜に複数の開口を周期的に配設したものが開示されている（例えば、特許文献1）。また、当該位相差素子をワイヤーグリッドのような偏光板と組み合わせた光学部材が開示されている（例えば、特許文献2）。

[0004] 特許文献1：特開2016-51162

特許文献2：特開2008-180875

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の構造では、可視光帯において円偏波（楕円率の絶対値が70%以上）とみなせる帯域が狭く、また円偏波とみなせる帯域であっても、その透過率は最大で60%程度と低かった（特許文献1の段落[0053] および図7参照）。また、従来の位相差板は、開口の形状が三角形又は長方形であり、その加工が困難であった。

[0006] そこで本発明は、楕円率や透過率が高く、加工の容易な位相差素子、位相

差素子製造方法および当該位相差素子を用いた光学部材を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 上記目的を達成するために、本発明の位相差素子は、入射した電磁波の光学特性を制御するためのものであって、前記電磁波の波長より小さい幅を有する直線状の金属構造体を平行に周期配列した金属部と、前記電磁波を透過可能な誘電体からなり、前記金属構造体を支持する誘電体部と、を具備することを特徴とする。
- [0008] この場合、前記金属構造体同士の間は、前記誘電体で充填されていても良い。また、前記金属部は、前記誘電体に内包されていても良い。
- [0009] 前記金属構造体は、電磁波の入射方向側の幅が小さい断面凸状であっても良い。
- [0010] また、直線偏光した電磁波を透過させたときの電磁波の楕円率が70%以上である方が好ましい。また、前記電磁波の波長を λ とすると、前記金属構造体のピッチは λ 以下に形成される方が好ましい。
- [0011] また、前記電磁波の波長を λ とすると、前記金属構造体のピッチは 0.35λ 以上に形成される方が好ましい。
- [0012] また、本発明の光学部材は、入射した電磁波を偏光させる反射型偏光子と、本願の位相差素子と、を具備し、前記位相差素子の金属構造体1は、前記偏光素子を通過した電磁波の偏光方向に対して40～50度の方向に周期配列されていることを特徴とする。
- [0013] また、本発明の別の光学部材は、入射した電磁波を偏光させる反射型偏光子と、本願の位相差素子と、前記偏光素子と前記位相差素子の間に配置され、光を照射する発光部と、前記位相差素子を通過した電磁波を、当該位相差素子側に反射するミラーと、を具備し、前記位相差素子の金属構造体は、前記偏光素子を通過した電磁波の偏光方向に対して40～50度の方向に周期配列されていることを特徴とする。
- [0014] この場合、前記ミラーは、前記位相差素子の金属部と離間して配置される

方が好ましい。

[0015] また、本発明の位相差素子製造方法は、入射した電磁波の光学特性を制御するための位相差素子を製造するためのものであって、前記電磁波を透過可能な樹脂からなる誘電体に前記電磁波の波長より小さい幅を有する直線状の溝を一定間隔で複数形成する溝形成工程と、前記溝に金属を充填する金属部形成工程と、を有することを特徴とする。

[0016] この場合、前記金属の露出部を、前記電磁波が透過可能な誘電体で被覆する被覆工程を有する方が好ましい。

発明の効果

[0017] 本発明の位相差素子は、簡単な構造でありながら、高い楕円率と透過率を有するという効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の位相差素子を示す概略断面図である。

[図2]本発明の位相差素子を示す概略斜視図である。

[図3]本発明の別の位相差素子を示す概略断面図である。

[図4]本発明の別の位相差素子を示す概略斜視図である。

[図5]本発明の別の位相差素子を示す概略断面図である。

[図6]本発明の別の位相差素子を示す概略斜視図である。

[図7]本発明の位相差素子（ピッチ150nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図8]本発明の位相差素子（ピッチ200nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図9]本発明の位相差素子（ピッチ250nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図10]本発明の位相差素子（ピッチ250nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図11]本発明の位相差素子（ピッチ300nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図12]本発明の位相差素子（ピッチ300nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図13]本発明の位相差素子（ピッチ350nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図14]本発明の位相差素子（ピッチ350nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図15]本発明の位相差素子（ピッチ400nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図16]本発明の位相差素子（ピッチ450nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図17]本発明の位相差素子（ピッチ150nm）における入射波の波長と透過率の関係を示すグラフである。

[図18]本発明の位相差素子（ピッチ200nm）における入射波の波長と楕円率の関係を示すグラフである。

[図19]本発明の位相差素子（ピッチ250nm）における入射波の波長と透過率の関係を示すグラフである。

[図20]本発明の位相差素子（ピッチ250nm）における入射波の波長と透過率の関係を示すグラフである。

[図21]本発明の位相差素子（ピッチ300nm）における入射波の波長と透過率の関係を示すグラフである。

[図22]本発明の位相差素子（ピッチ300nm）における入射波の波長と透過率の関係を示すグラフである。

[図23]本発明の位相差素子（ピッチ350nm）における入射波の波長と透過率の関係を示すグラフである。

[図24]本発明の位相差素子（ピッチ350nm）における入射波の波長と透過率の関係を示すグラフである。

[図25]本発明の位相差素子（ピッチ400nm）における入射波の波長と透過率の関係を示すグラフである。

[図26]本発明の位相差素子（ピッチ450nm）における入射波の波長と透過率の関係を示すグラフである。

[図27]本発明の光学部材を示す概略側面図である。

[図28]本発明の別の光学部材を示す概略側面図である。

[図29]係数Kと偏波取り出し効率（Power）との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0019] 以下に、本発明の位相差素子10について説明する。本発明の位相差素子10は、図1～図6に示すように、入射した電磁波の光学特性を制御するためのものであって、複数の金属構造体1からなる金属部と誘電体部2とで主に構成される。

[0020] 金属部は、図1に示すように、直線状の金属構造体1を平行に複数周期配列したラインアンドスペース状のものである。当該金属構造体1は、電磁波の波長より小さい幅を有するように形成される。また、金属構造体1の断面は、直線偏光である所定波長の電磁波をその偏光方向が金属構造体1の直線方向に対して45度の角度で入射させた場合に、その透過波の楕円率の絶対値が70%以上となるものであればどのようなものでも良い。例えば、断面が四角形や三角形、台形のものをを用いることができる。

[0021] 金属としては、例えば、銀、金、アルミニウム、ニッケル、銅等を挙げることができる。勿論、これらに限定されるものではない。

[0022] このように形成された金属部の金属構造体1同士の間を電磁波が通過することにより、電磁波に位相差を与えることができる。

[0023] また、金属構造体1同士のピッチPは、直線偏光である電磁波をその偏光方向が金属構造体1の直線方向に対して45度の角度で入射させた場合に、その透過波の楕円率の絶対値が70%以上となるものであればどのようなものでも良い。ここで楕円率とは、電磁波の軌跡を電磁波の進行方向に垂直な面に投影した際に、その楕円の長軸の長さaと短軸の長さbの比 b/a を意味する。この楕円率の絶対値が70%以上であると、透過波は3dB以内の円偏光とみなせる。

[0024] また、金属構造体 1 の幅や高さも、直線偏光である電磁波をその偏光方向が金属構造体 1 の直線方向に対して 45 度の角度で入射させた場合に、その透過波の楕円率の絶対値が 70%以上となるものであればどのようなものでも良い。また、金属構造体は、電磁波の入射方向側の幅が小さい断面凸状にしても良い。なお、金属構造体 1 の幅や高さによって電磁波の透過率を調節することも可能である。

[0025] 誘電体部 2 は、電磁波を透過可能な誘電体からなり、金属構造体 1 を支持するためのものである。誘電体としては、所望の電磁波を透過可能なものであればどのようなものでも良いが、例えば、フォトリソグラフィ技術やナノインプリント技術等で加工できる透明な樹脂を用いれば良い。また、ケイ素 (Si) や二酸化ケイ素 (SiO₂) 等の透明な無機化合物を用いることも可能である。

[0026] なお、誘電体部 2 は、金属構造体 1 同士の間まで前記誘電体で充填するものや、金属部が完全に誘電体部 2 に内包するものでも良い。これにより、強度を高めたり、金属部の腐食を防止したりすることができる。

[0027] 次に、シミュレーションを用いて本発明の位相差素子 10 の機能を説明する。シミュレーションには、シノプシス社 (synopsys, Inc) 製のソフト Diffra ctMOD を用いた。シミュレーションには、金属部が直線状で断面長方形の金属構造体 1 を平行に複数周期配列したラインアンドスペース状のものを用いた。また、金属はアルミニウムとし、金属構造体 1 の周辺は屈折率が 1.5 の誘電体であるとした。入射させる電磁波 (入射波) は直線偏光とし、その偏光方向が金属構造体 1 の直線方向に対して 45 度の角度であるとした。また、入射させる電磁波は波長が 300~800 nm まで 10 nm ずつ異なるものを計算した。金属構造体 1 のピッチ P、高さ H、幅 W を表 1 のように変えた場合の入射波の波長と透過波の楕円率の関係を図 7~図 16 に、入射波の波長と透過波の透過率の結果を図 17~図 26 に示す。

[0028]

[表1]

ピッチ(nm)	高さ(nm)	幅(nm)	楕円率	透過率	ピッチ(nm)	高さ(nm)	幅(nm)	楕円率	透過率						
150	100	25	図7	図17	300	250	25	図12	図22						
		35					35								
200	100	35	図8	図18			45								
		45					55								
		55					65								
		75					75								
	150	25					25								
		35					35								
200	25	300	25	25											
250	100	55	図9	図19		350	150			75	図13	図23			
		65								200			55		
		75											65		
	75	75													
	150	25								図10			図20	250	35
		35													45
		45			55										
		65			75										
		200			25		25								
			35	35											
	45		45												
	250	200	55	図11	図21		300	65	図14	図24					
			65					75							
			75					75							
		250	25					400					200	65	
35			75												
45			55												
300	150	65	図15	図25	250	65									
		75				75									
		75				75									
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
300	100	75	図16	図26	450	250	75								
		55					300	55							
		65						65							
	75	75													
	150	25					図11	図21	400	250	55				
		35									65				
		45				75									
		200				25				300	45				
						35					55				
						45					65				
	250	200				55	図11	図21	400	300	55				
						65					65				
						75					75				
		250				25				400	200	65			
						35						75			
45			55												
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45					65								
250	200	55	図11	図21	400	300	55								
		65					65								
		75					75								
	250	25				400	200	65							
		35						75							
		45						55							
300	150	65	図11	図21	400	250	65								
		75					75								
		75					75								
	200	25				300	45								
		35					55								
		45													

[0029] 図7～図16に示すように、本願の位相差素子10は、広い波長の帯域で楕円率の絶対値が70%以上であることがわかる。また、その透過率も非常に大きいことがわかる。例えば、図14および図24に示すように、金属構造体1のピッチPを350nm、高さHを300nm、幅Wを45nmとした場合、入射波の波長λが570～790nmの帯域で、透過波の楕円率の絶対値が70%以上となる。また、この範囲における透過率は78.4%以上で最大は90.7%である。これらの値は、特許文献1の位相差素子と比較しても大幅に向上している。

[0030] シミュレーションの結果によれば、入射した直線偏光である電磁波の波長

を λ とすると、透過波の楕円率の絶対値が70%以上で、かつ透過率を60%超とするためには、少なくとも $0.35\lambda \leq P \leq \lambda$ とするのが良い。また、電磁波の透過率を70%以上とするためには、少なくとも $0.35\lambda \leq P \leq 0.9\lambda$ とするのが良く、透過率を80%以上とするためには、少なくとも $0.4\lambda \leq P \leq 0.7\lambda$ とするのが良い。

[0031] 次に、本願の位相差素子10の製造方法について説明する。本発明の位相差素子10の製造方法は、電磁波を透過可能な樹脂からなる誘電体に電磁波の波長より小さい幅を有する直線状の溝を一定間隔で複数形成する溝形成工程と、溝に金属を充填する金属部形成工程と、で主に構成される。

[0032] 溝形成工程は、金属部を形成するための溝を形成できればどのようなものでも良いが、例えば、従来から知られているフォトリソグラフィ技術やナノインプリント技術等によって誘電体に溝を形成すれば良い。

[0033] 金属部形成工程は、溝形成工程で作成した溝に金属を充填できればどのようなものでも良いが、例えばめっきやスパッタリング等によって溝を金属で充填した後、溝以外に形成された金属を研磨等によって除去すれば良い。これにより直線状の金属構造体1を平行に複数周期配列したラインアンドスペース状の金属部を形成することができる。

[0034] また、金属部形成工程の後に、金属が露出している部分の電磁波を透過可能な誘電体で被覆する被覆工程を有していても良い。誘電体で被覆する方法はどのようなものでも良いが、例えば、塗布、蒸着、レーザーアブレーション、CVD等の方法を用いて金属構造体1の表面を誘電体で覆えば良い。

[0035] 次に、当該位相差素子10を用いた光学部材100について説明する。

[0036] 本発明の光学部材100は、図27に示すように、偏光子20と、本発明の位相差素子10とで主に構成される。

[0037] 偏光子20は、入射した電磁波を特定方向に偏光、又は偏波した電磁波だけを通過させるものである。偏光子20としては、通過しなかった電磁波の成分を反射する反射型のものと、通過しなかった電磁波を吸収する吸収型のものがある。例えばワイヤーグリッドのような従来から知られているものを用い

れば良い。

[0038] 位相差素子10は、上述した本発明の位相差素子10を用いれば良い。当該位相差素子10は、金属構造体1の直線方向が、偏光子20を通過した電磁波の偏光方向に対して40～50度、好ましくは45度の方向になるように配置する。これにより、偏光子20を通過した線偏光を円偏光又は楕円偏光の状態に変えることができる。

[0039] 光学部材100をこのように構成することにより、入射した種々の電磁波を偏光子によって線偏光に変換し、当該線偏光を位相差素子によって円偏光に変換することができる。

[0040] また、当該位相差素子10を用いた別の光学部材200について説明する。

[0041] 本発明の光学部材200は、図28に示すように、偏光子20と、本発明の位相差素子10と、発光部30と、ミラー40とで主に構成される。

[0042] 偏光子20は、入射した電磁波を特定方向に偏光、又は偏波した電磁波だけを通過させるものである。また、偏光子20は、通過しなかった電磁波の成分を反射する反射型が用いられる。反射型の偏光子20としては、例えばワイヤーグリッドのような従来から知られているものを用いれば良い。

[0043] 位相差素子10は、上述した本発明の位相差素子10を用いれば良い。当該位相差素子10は、金属構造体1の直線方向が、偏光子20を通過した電磁波の偏光方向に対して40～50度、好ましくは45度の方向になるように配置する。これにより、偏光子20を通過した線偏光を円偏光又は楕円偏光の状態に変えることができる。

[0044] 発光部30は、偏光素子と前記位相差素子10の間に配置され、所望の光（電磁波）を照射するものである。発光部30は、従来から知られているものを用いれば良いが、例えば、ディスプレイやレーザー干渉計等の発光部30が該当する。例えば、図28の発光部30は、ディスプレイの導波板に該当する。

[0045] ミラー40は、位相差素子10を通過した電磁波を、当該位相差素子10側に反射させるためのものである。ここで、ミラーと位相差素子の金属部との距離をDとすると、電磁波の波長 λ とは下記式（1）の関係がある。ここでKは

係数である。

$$D = K \times \lambda / 1.5 \quad (1)$$

また、発光部30が出力する光のうち、光学部材200から取り出すことができる光の取り出し効率は、図29に示す関係がある。ここで $\lambda > 0$ のため、 $K = 0$ の時、 $D = 0$ となることから、図29より、少なくとも $D = 0$ のときは光学部材200の偏波取り出し効率が低いことがわかる。したがって、ミラー40は、位相差素子10の金属部と離間して配置するのが好ましい。

[0046] 光学部材をこのように構成することにより、発光部30から偏光子20に入射した電磁波は、特定方向成分のP偏光のみ当該偏光子20を通過し、P偏光に対して垂直な成分のS偏光を反射する。反射されたS偏光は、位相差素子10を通過すると位相差が生じ、円偏光（又は楕円偏光）に変換される。当該円偏光（又は楕円偏光）は、ミラー40で反射されるとその回転方向が反転する。この電磁波が再び位相差素子10を通過すると、再び線偏光に変換される。この際、電磁波は、ミラー40で回転方向が逆になっているため、入射したS偏光に対して垂直に近い電磁波に変換される。当該角度は楕円率に応じて決まり、楕円率の絶対値が1の場合はP偏光となる。この結果、発光部30から照射された電磁波は、ほとんどが偏光子20を通過することができ、偏波取り出し効率を向上させることができる。

[0047] なお、偏光子20、位相差素子10、発光部30、ミラー40の間は発光部から発光した電磁波を透過可能なものであればどのようなものでも良く、また、互いが接触していても良い。ただし、上述したように、ミラー40は、少なくとも位相差素子10の金属部と離間して配置する方が好ましい。

符号の説明

- [0048] 1 金属構造体
2 誘電体部
10 位相差素子
20 偏光子
30 発光部

40 ミラー

請求の範囲

- [請求項1] 入射した電磁波の光学特性を制御するための位相差素子であって、
前記電磁波の波長より小さい幅を有する直線状の金属構造体を平行に周期配列した金属部と、
前記電磁波を透過可能な誘電体からなり、前記金属構造体を支持する誘電体部と、
を具備することを特徴とする位相差素子。
- [請求項2] 前記金属構造体同士の間は、前記誘電体で充填されていることを特徴とする請求項1記載の位相差素子。
- [請求項3] 前記金属部は、前記誘電体に内包されていることを特徴とする請求項1記載の位相差素子。
- [請求項4] 前記金属構造体は、電磁波の入射方向側の幅が小さい断面凸状であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の位相差素子。
- [請求項5] 直線偏光した電磁波を透過させたときの電磁波の楕円率が70%以上であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の位相差素子。
- [請求項6] 前記電磁波の波長を λ とすると、前記金属構造体のピッチは λ 以下に形成されることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の位相差素子。
- [請求項7] 前記電磁波の波長を λ とすると、前記金属構造体のピッチは 0.35λ 以上に形成されることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の位相差素子。
- [請求項8] 入射した電磁波を偏光させる反射型偏光子と、
請求項1ないし7のいずれかに記載の位相差素子と、
を具備し、
前記位相差素子の金属構造体は、前記偏光素子を通過した電磁波の偏光方向に対して40～50度の方向に周期配列されていることを特

徴とする光学部材。

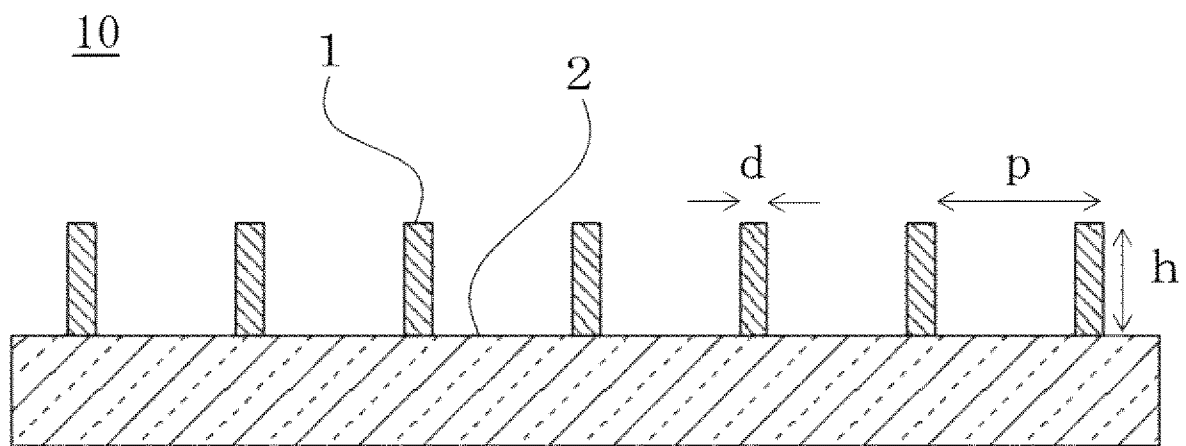
- [請求項9] 入射した電磁波を偏光させる反射型偏光子と、
請求項1ないし7のいずれかに記載の位相差素子と、
前記偏光素子と前記位相差素子の間に配置され、光を照射する発光部と、
前記位相差素子を通過した電磁波を、当該位相差素子側に反射するミラーと、
を具備し、
前記位相差素子の金属構造体は、前記偏光素子を通過した電磁波の偏光方向に対して40～50度の方向に周期配列されていることを特徴とする光学部材。

- [請求項10] 前記ミラーは、前記位相差素子の金属部と離間して配置されることを特徴とする請求項9記載の光学部材。

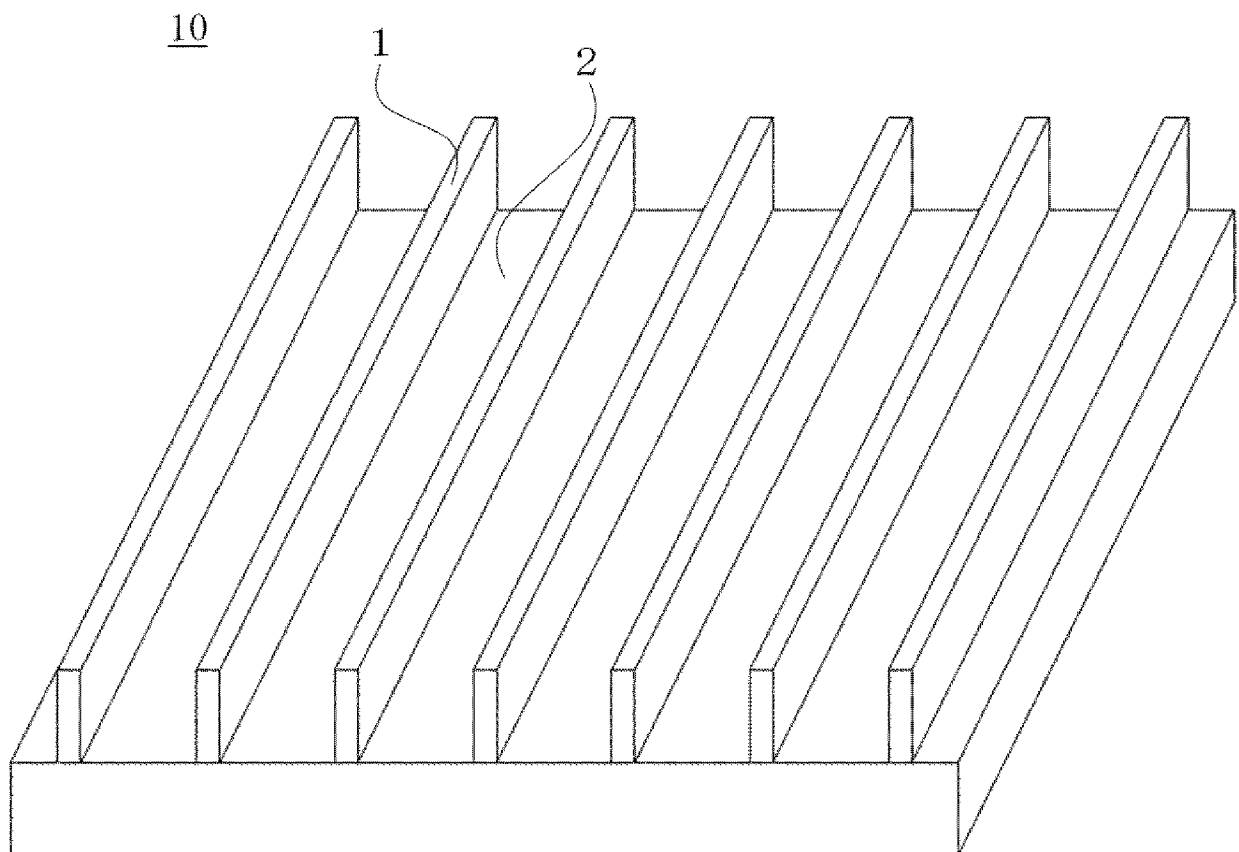
- [請求項11] 入射した電磁波の光学特性を制御するための位相差素子を製造するための位相差素子製造方法であって、
前記電磁波を透過可能な樹脂からなる誘電体に前記電磁波の波長より小さい幅を有する直線状の溝を一定間隔で複数形成する溝形成工程と、
前記溝に金属を充填する金属部形成工程と、
を有することを特徴とする位相差素子製造方法。

- [請求項12] 前記金属の露出部を、前記電磁波が透過可能な誘電体で被覆する被覆工程を有することを特徴とする請求項11記載の位相差素子製造方法。

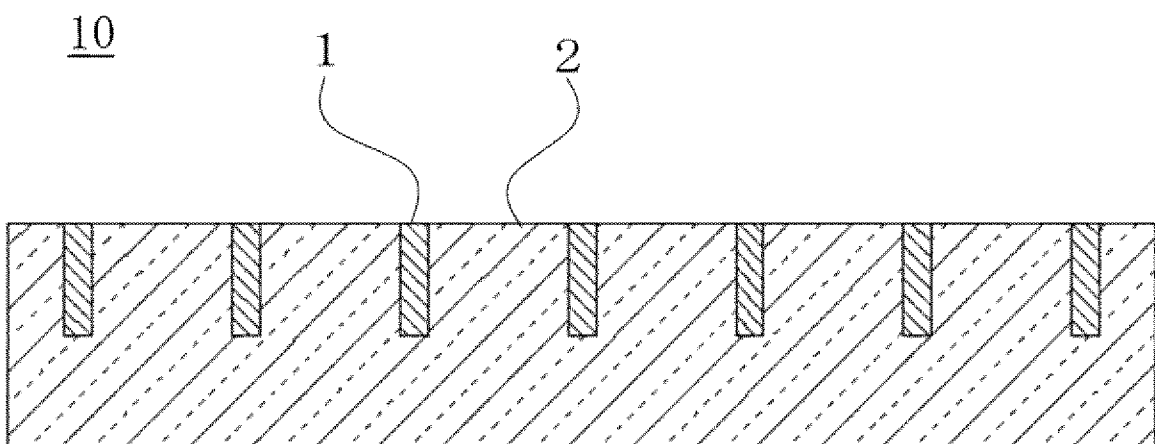
[図1]



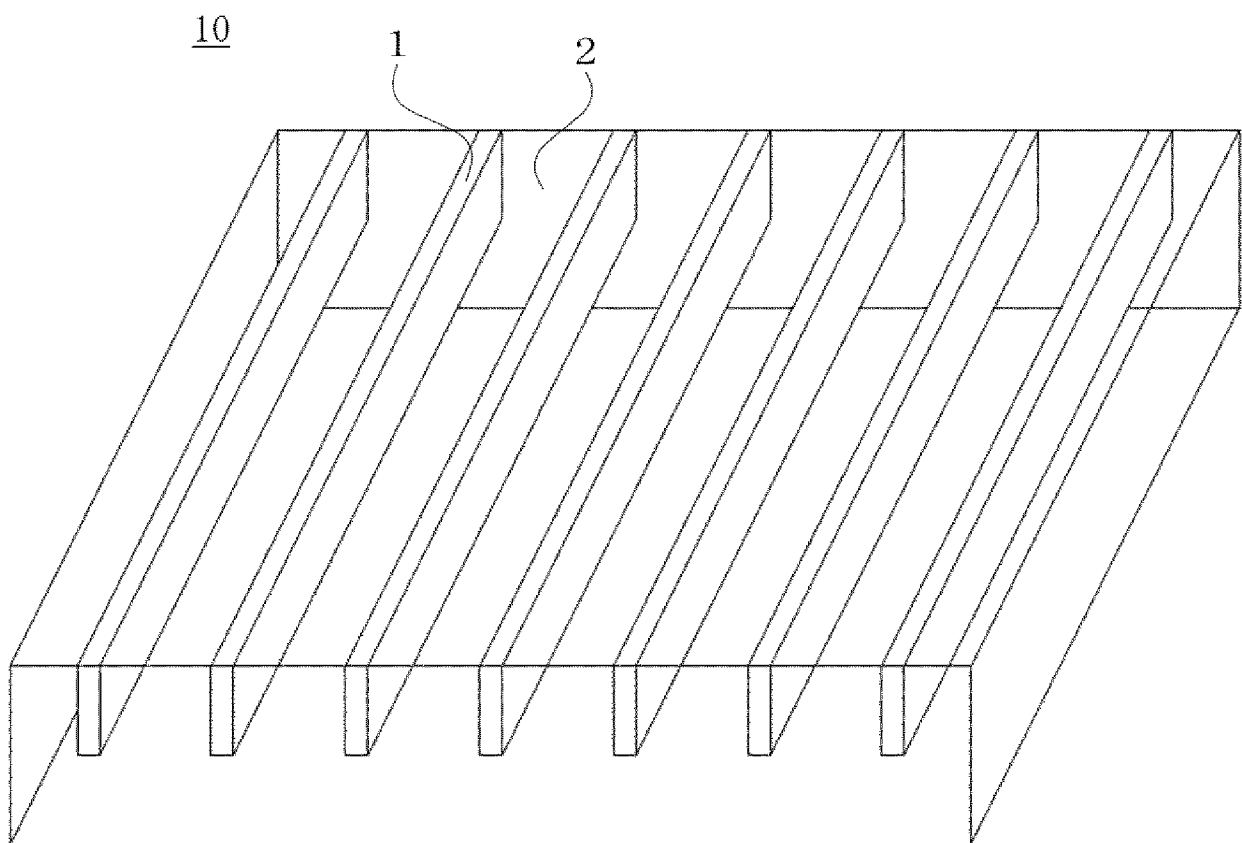
[図2]



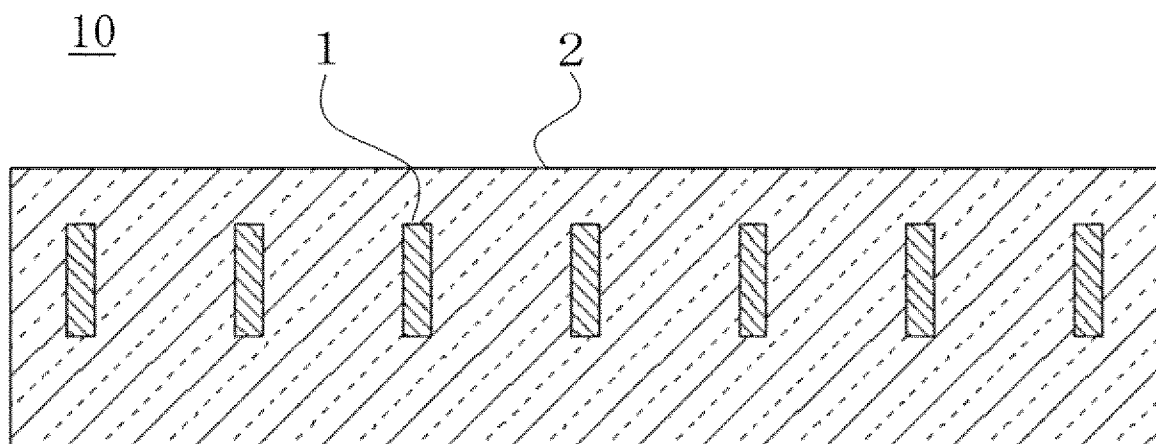
[図3]



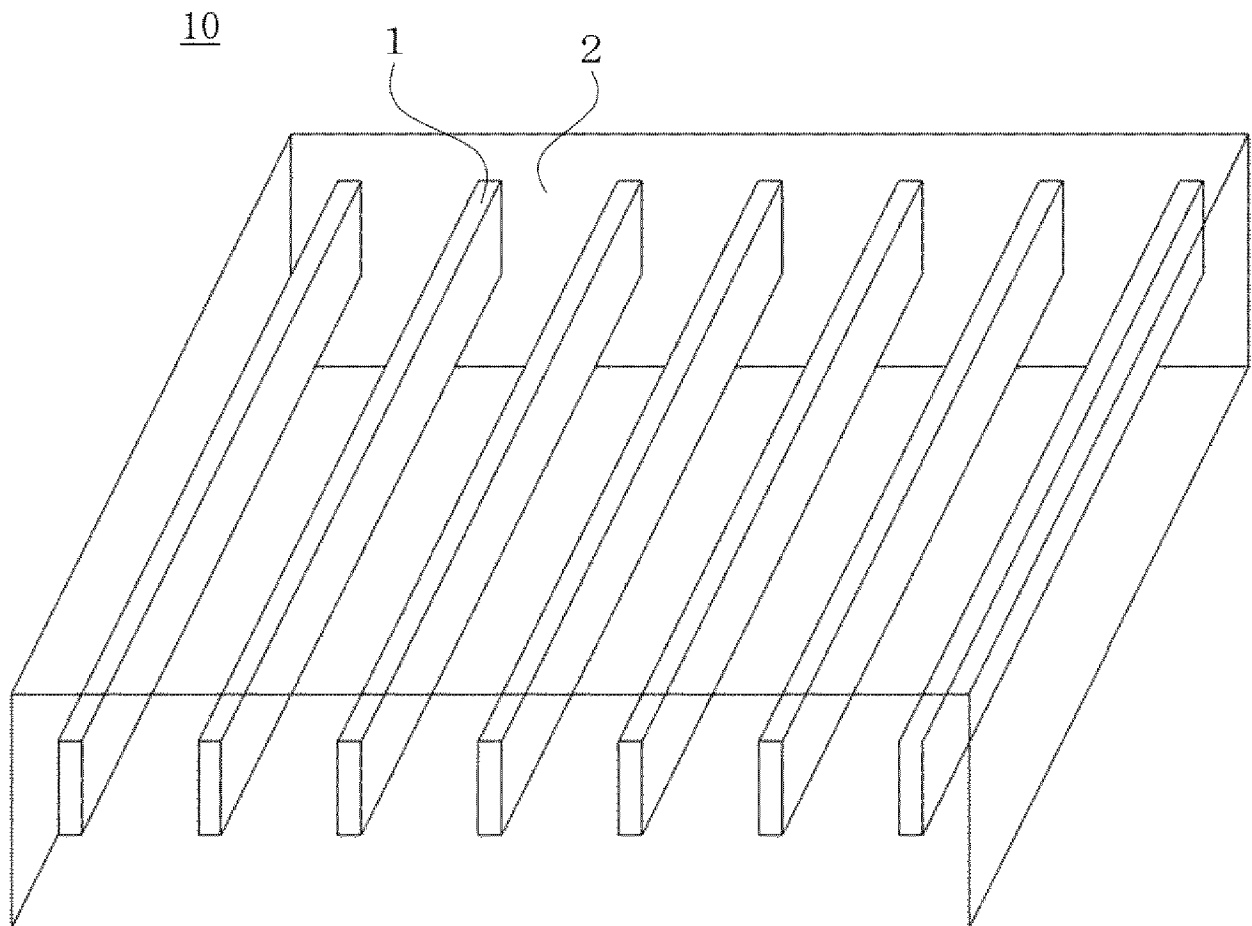
[図4]



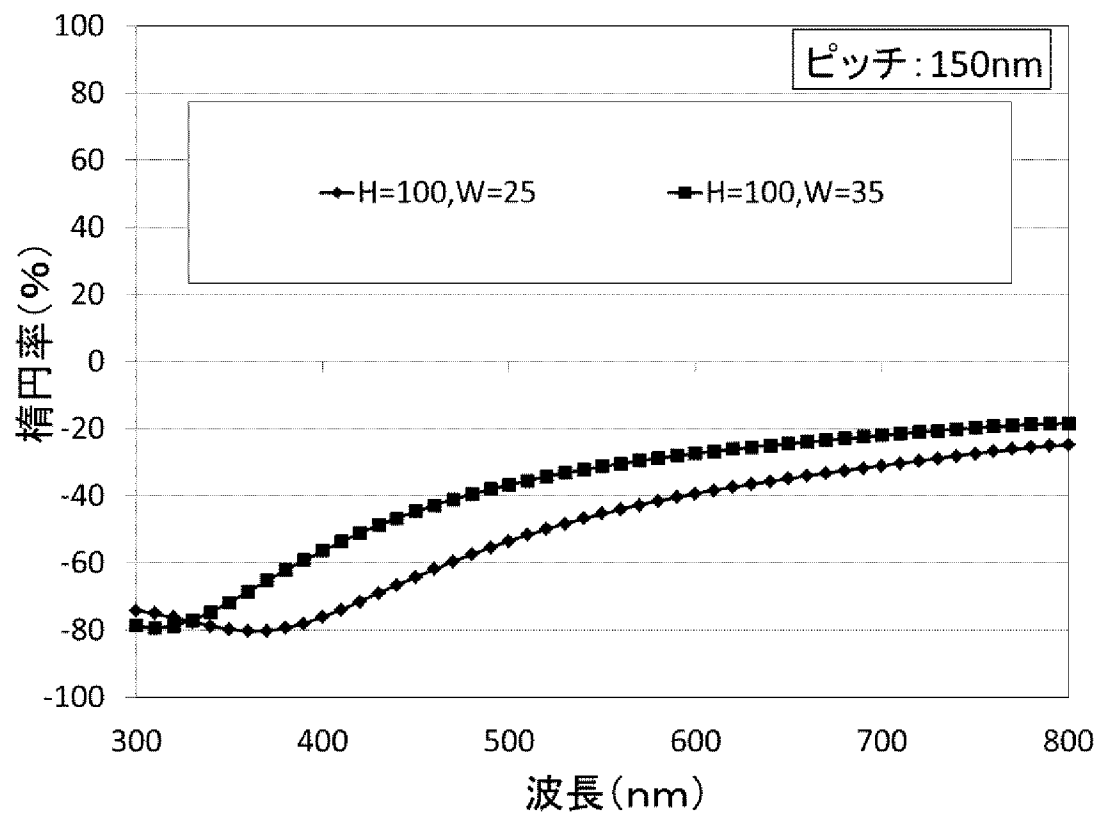
[図5]



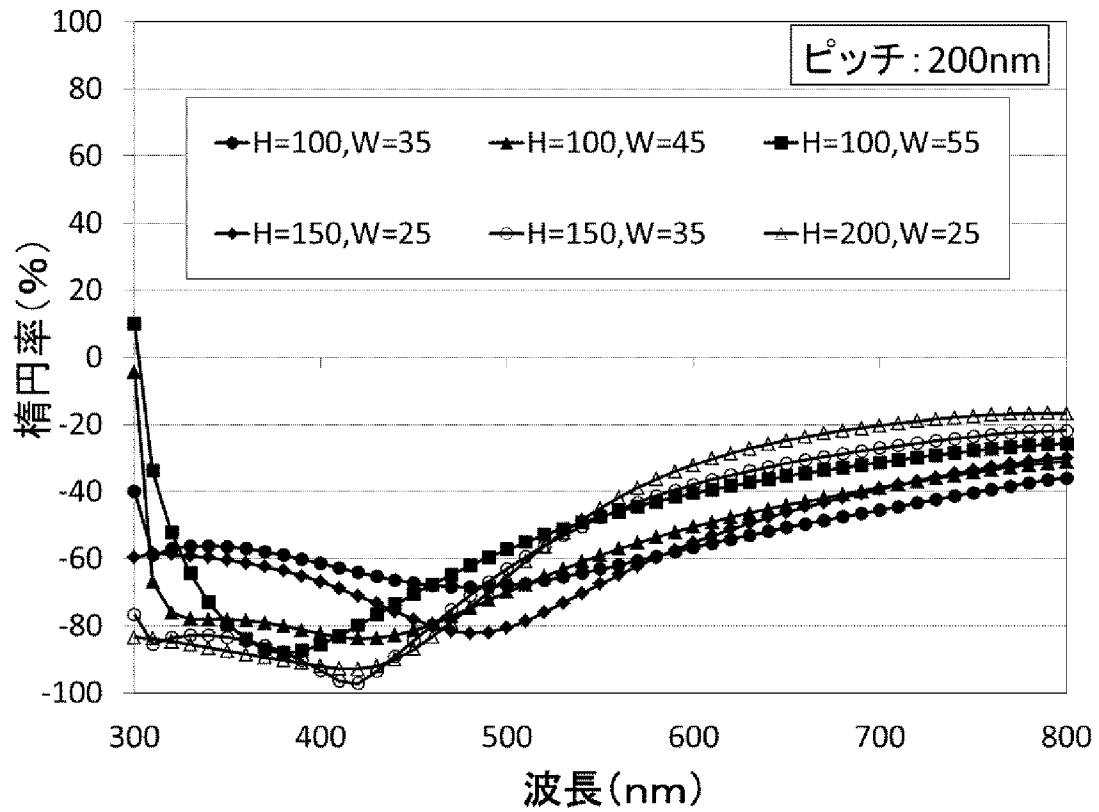
[図6]



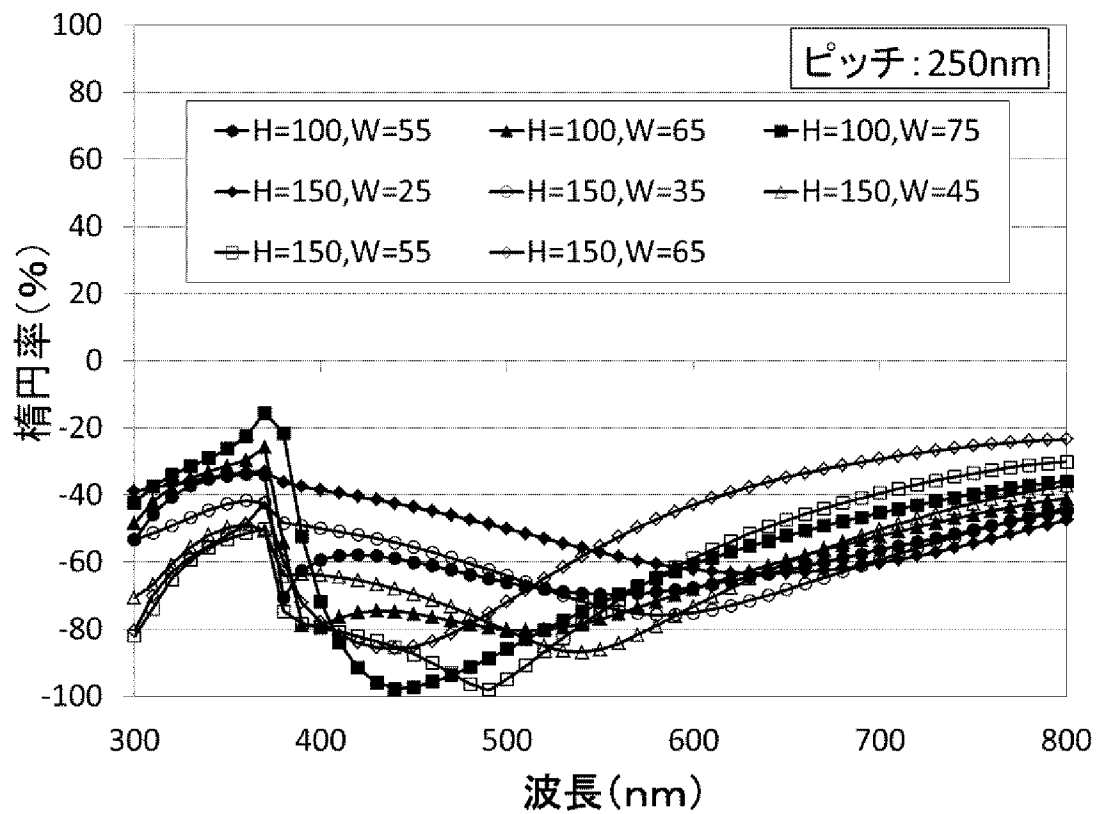
[図7]



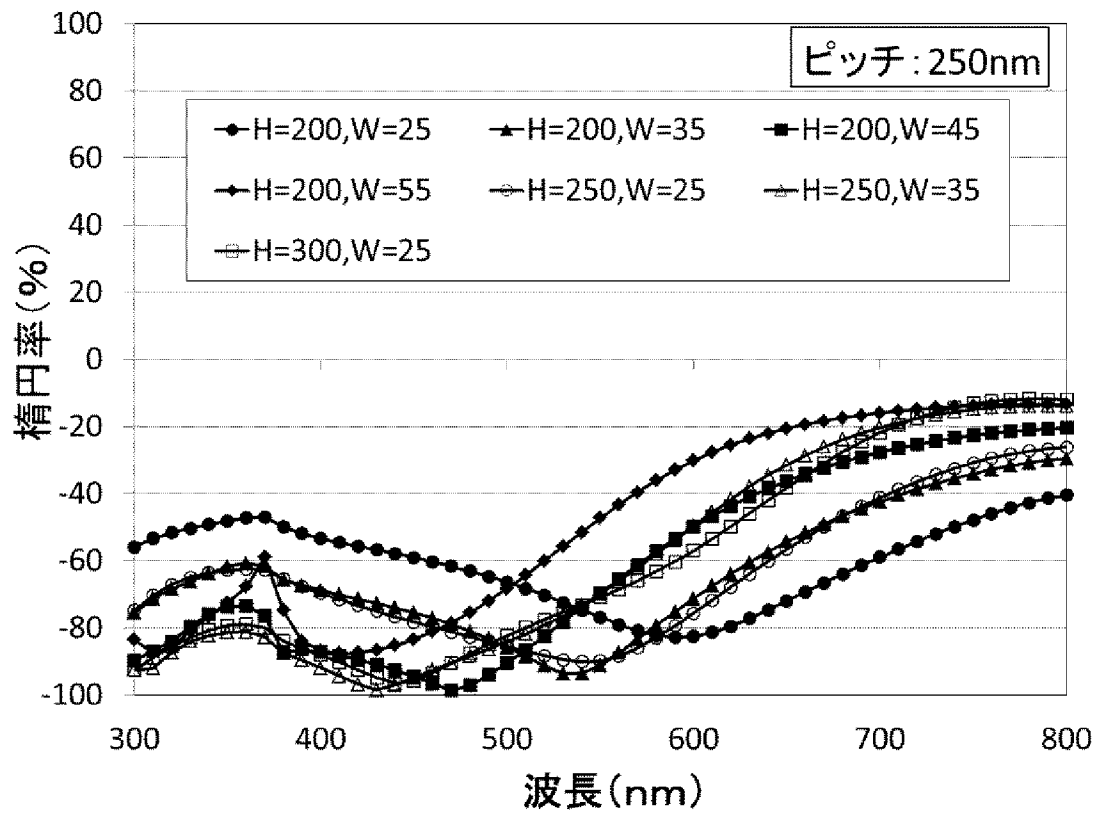
[図8]



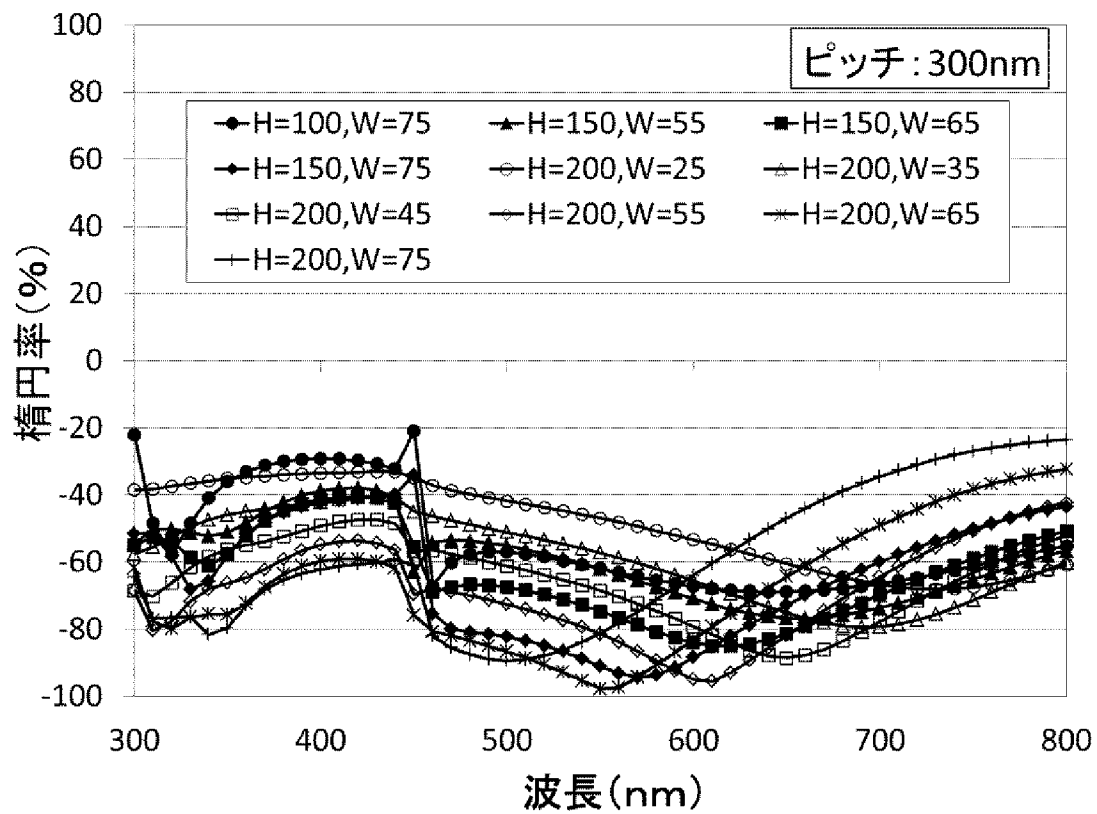
[図9]



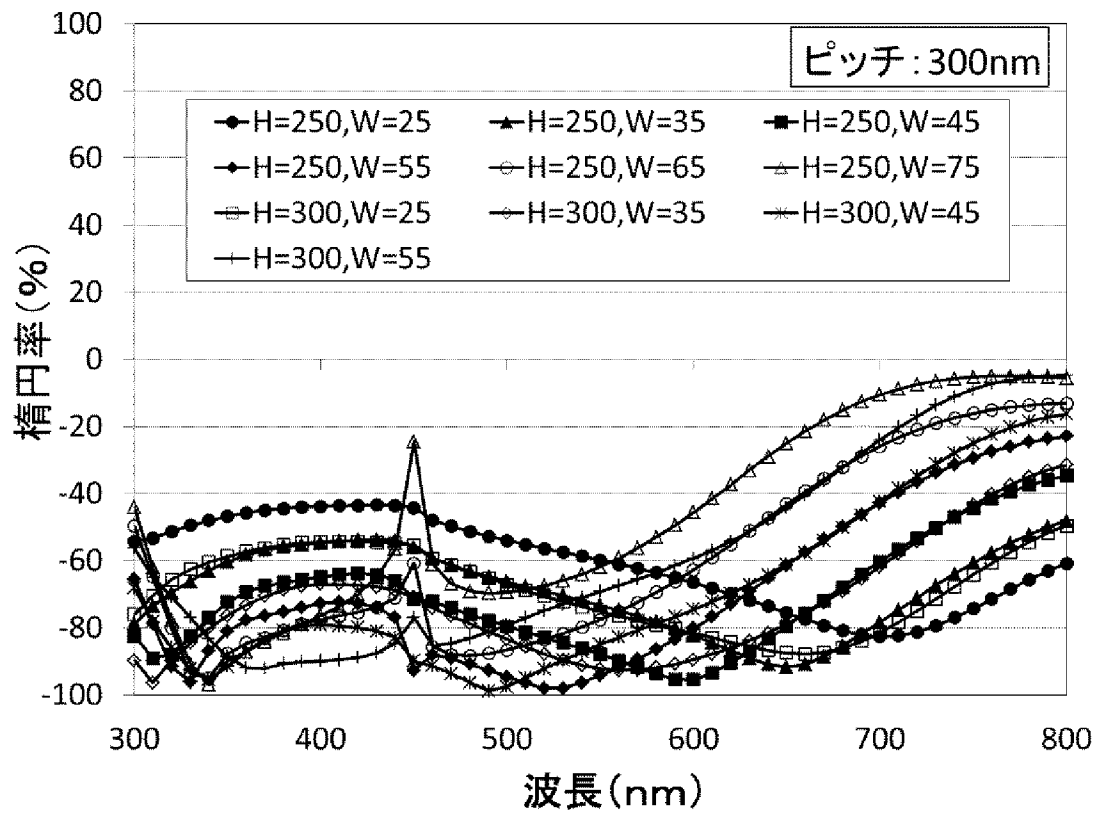
[図10]



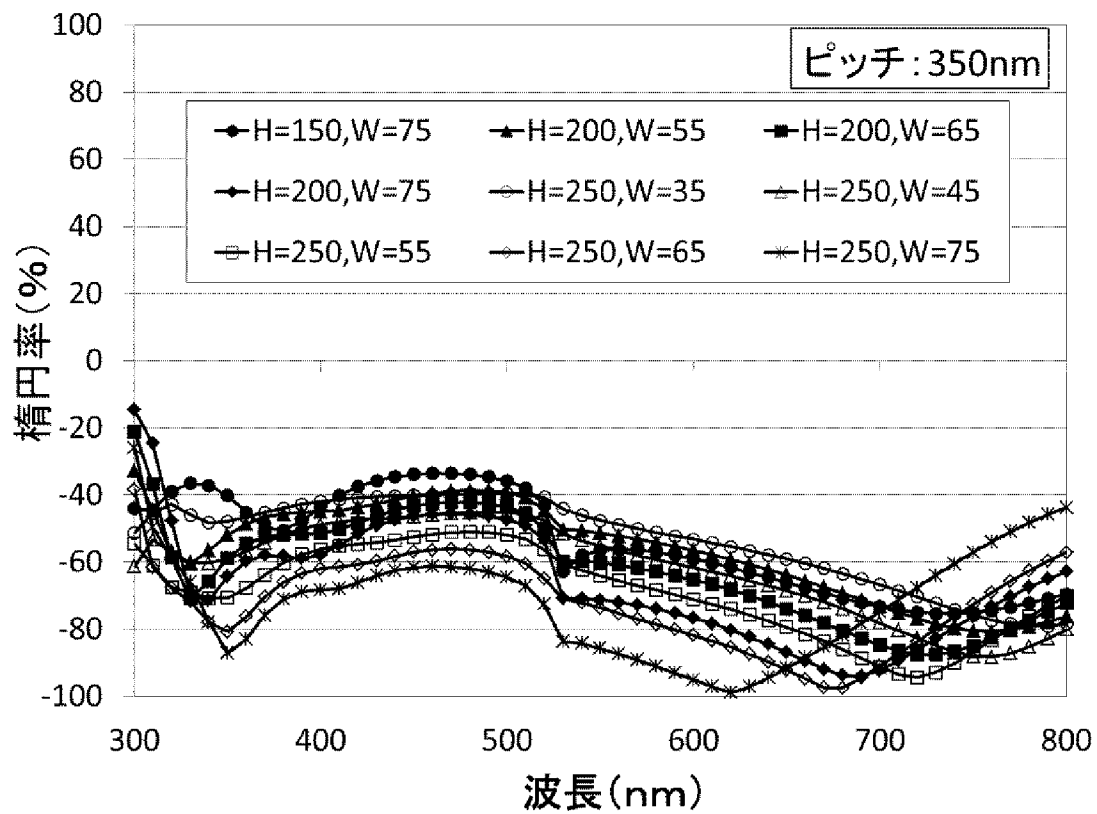
[図11]



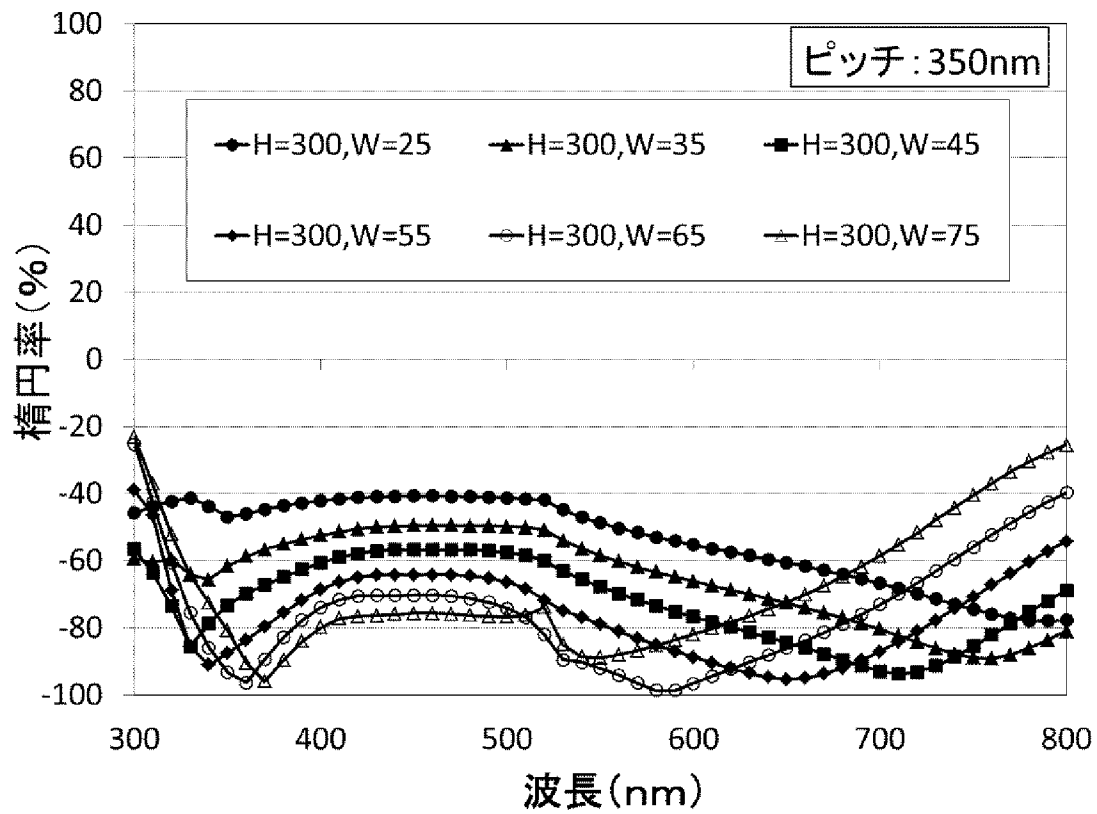
[図12]



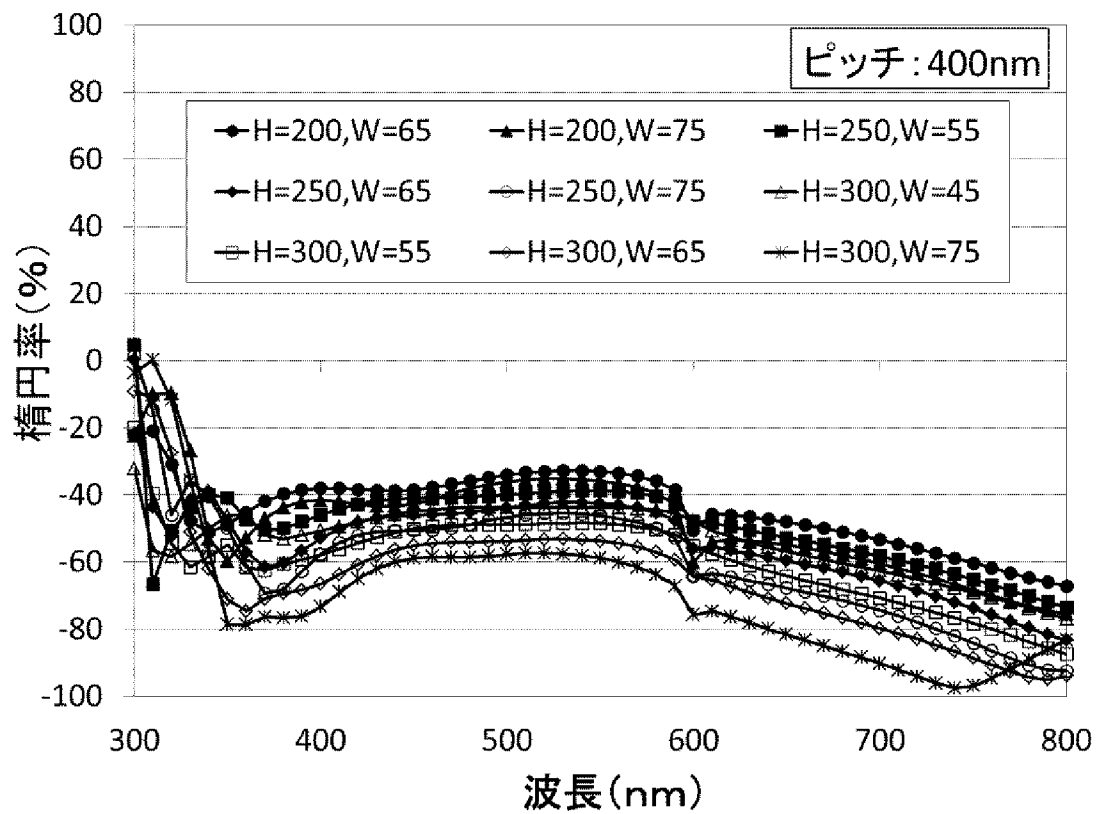
[図13]



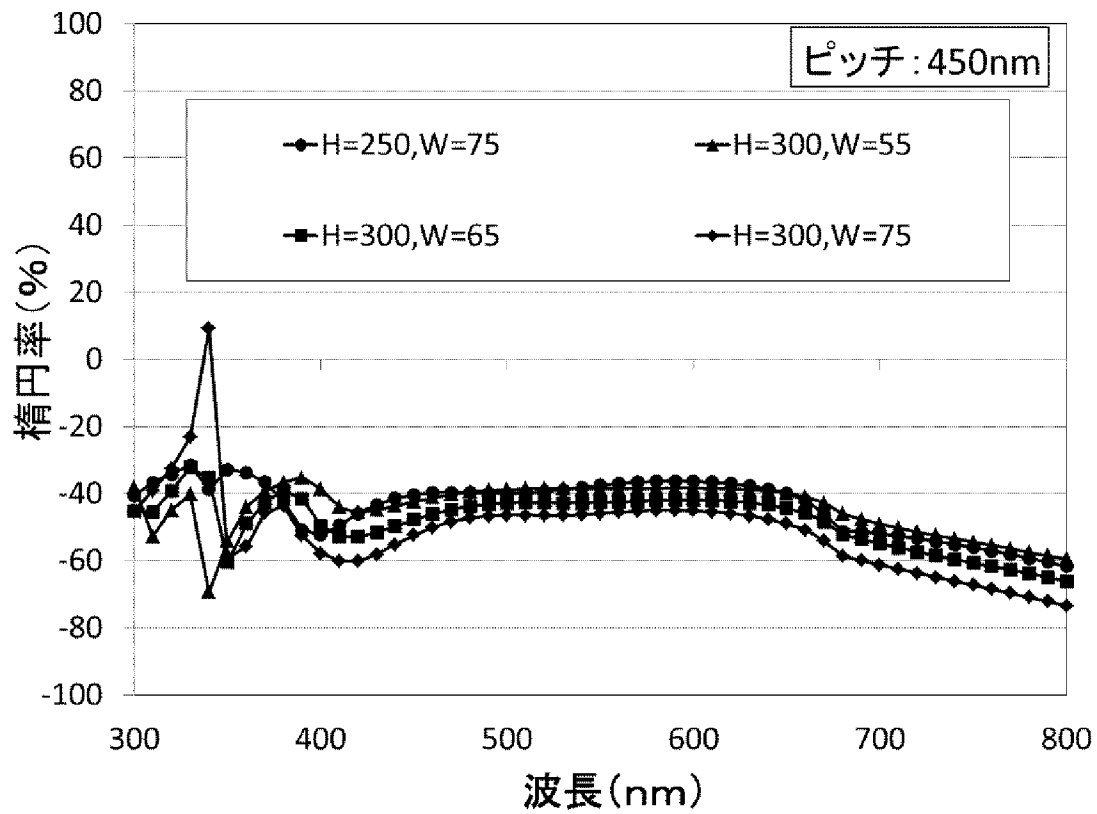
[図14]



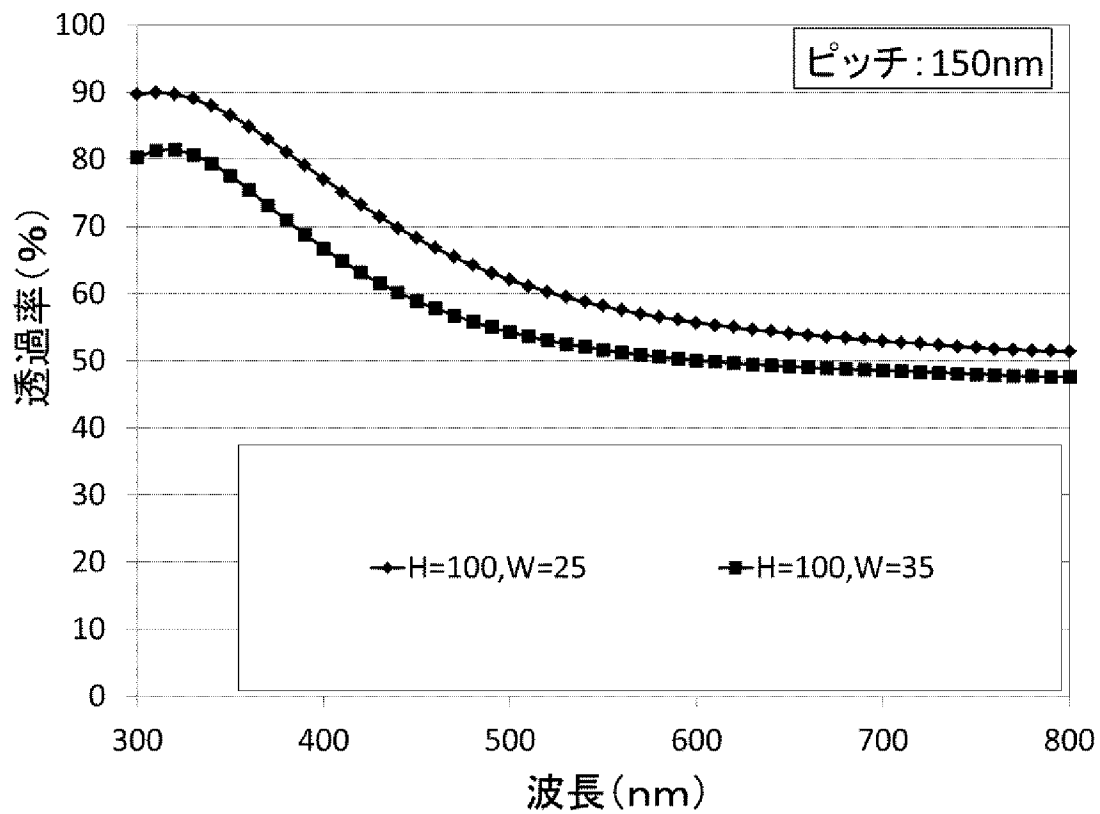
[図15]



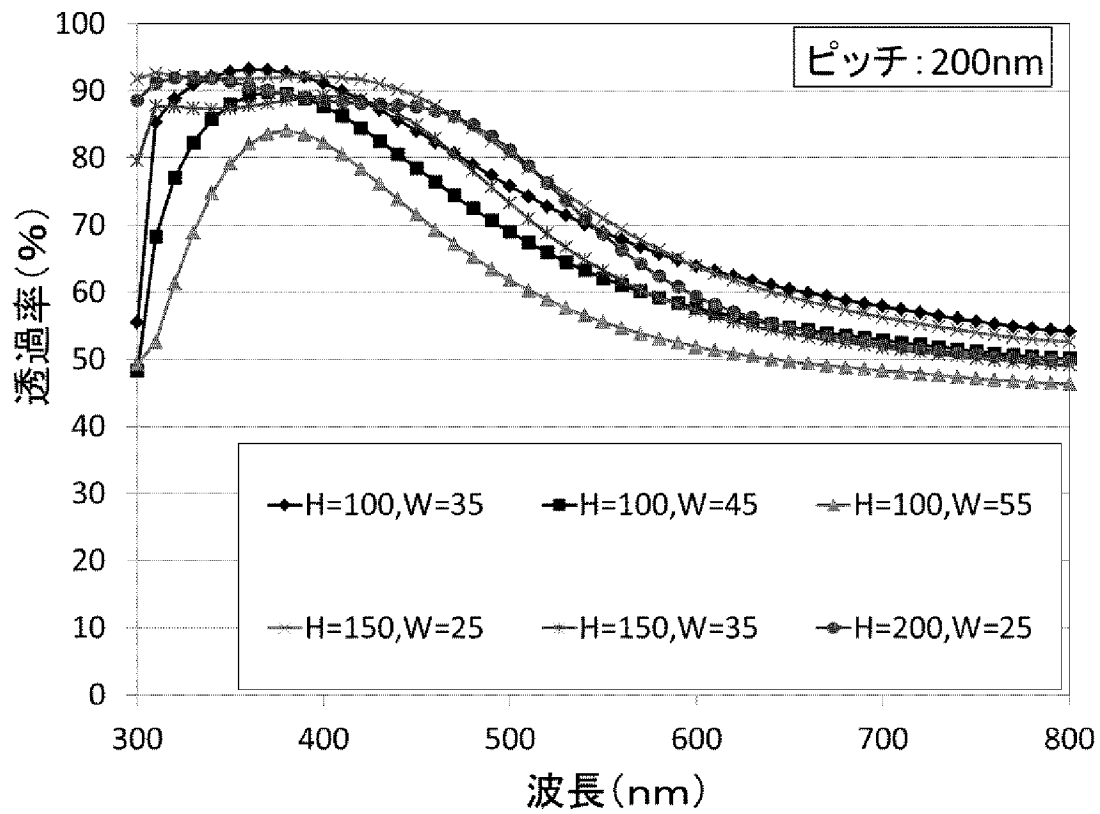
[図16]



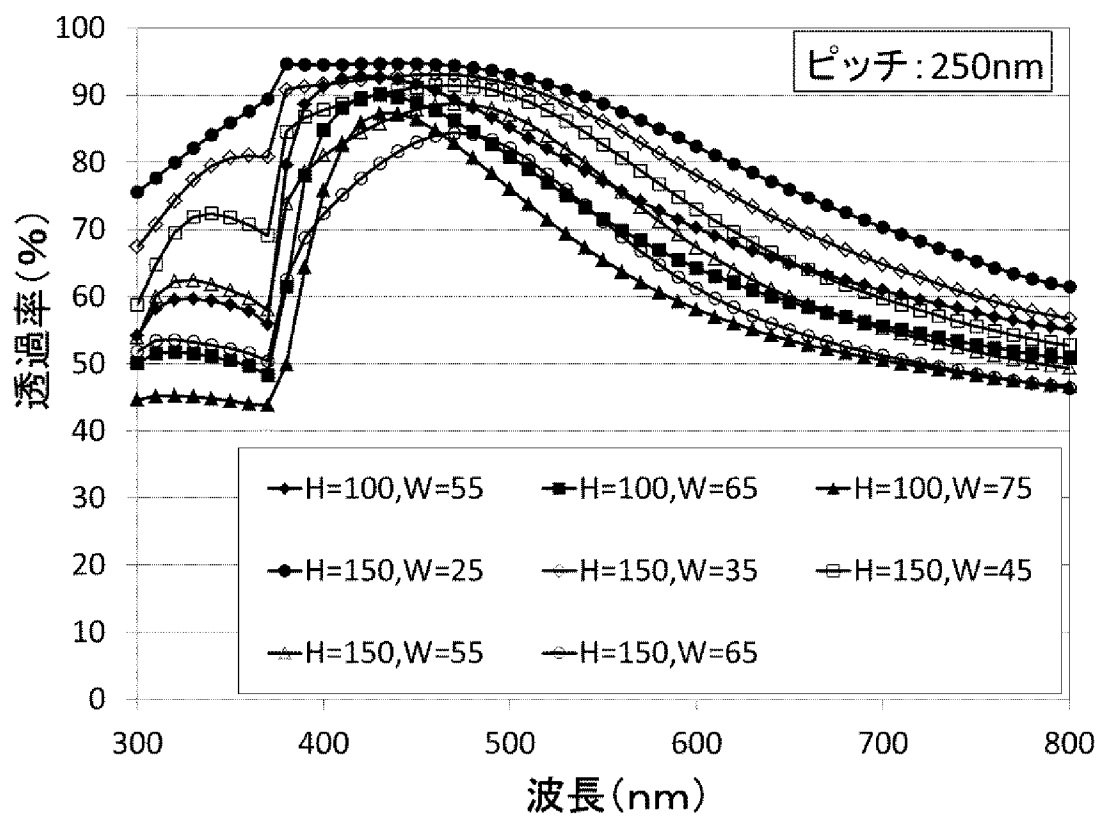
[図17]



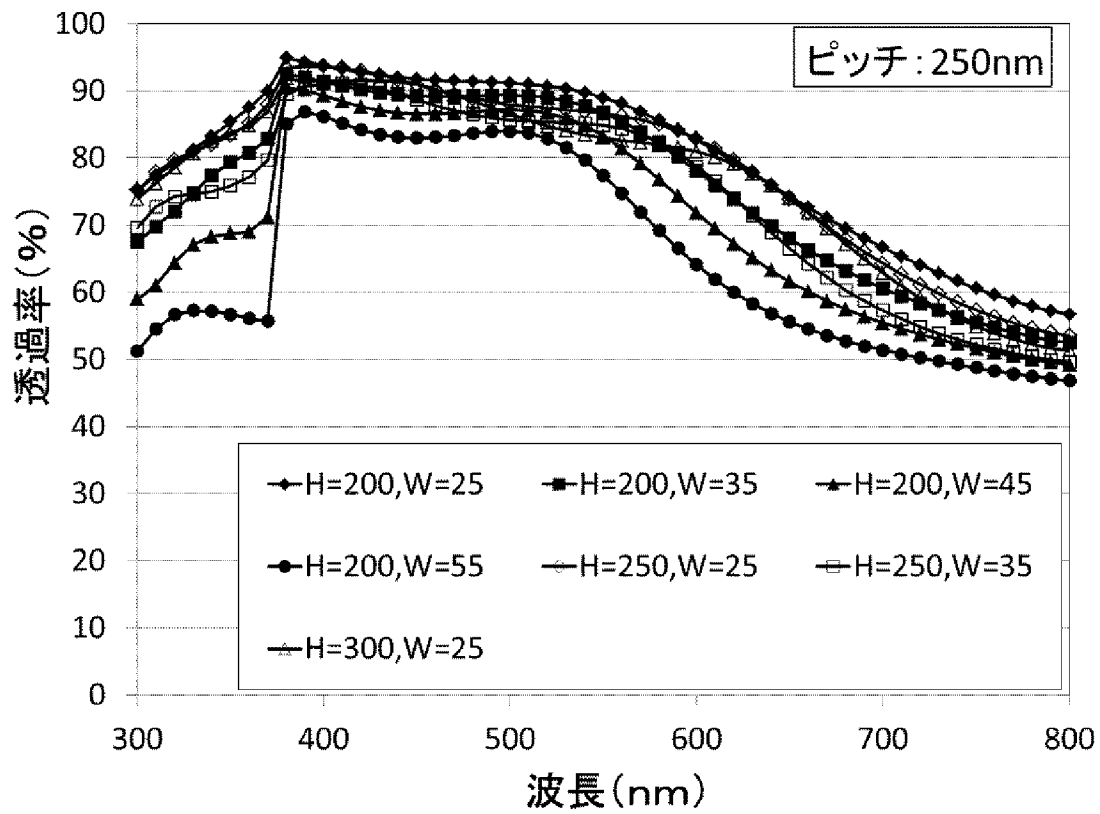
[図18]



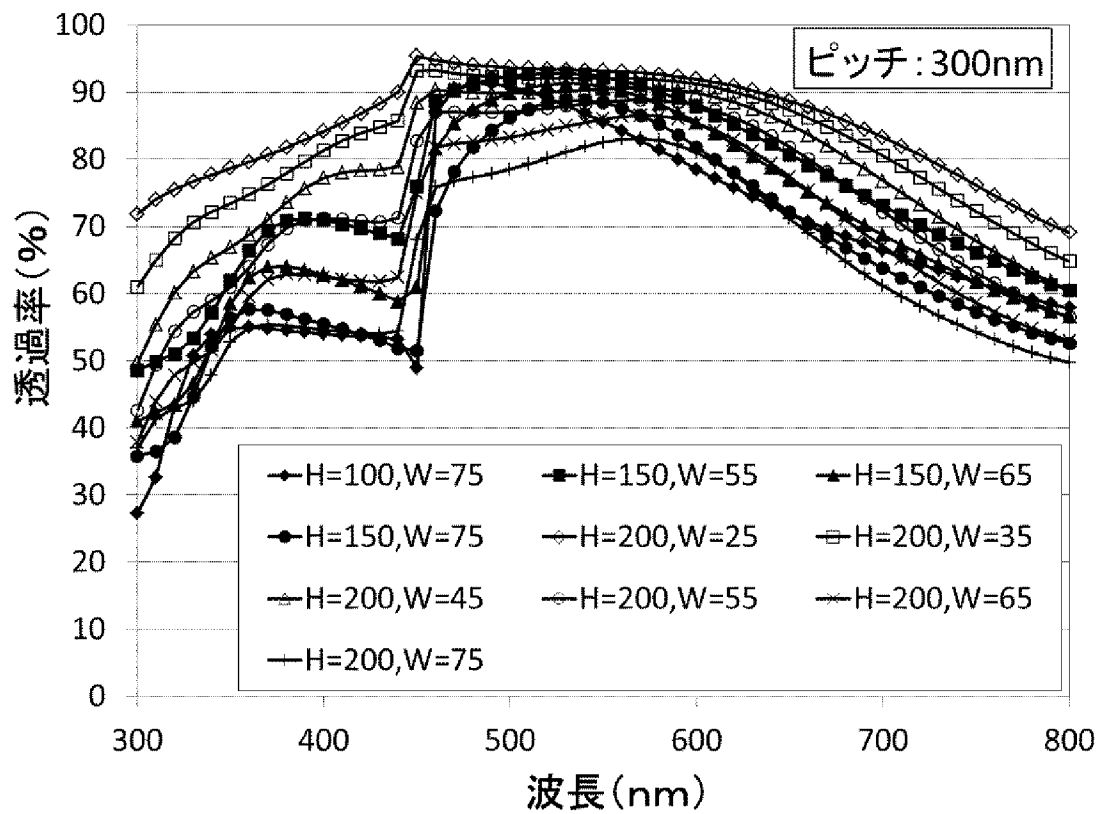
[図19]



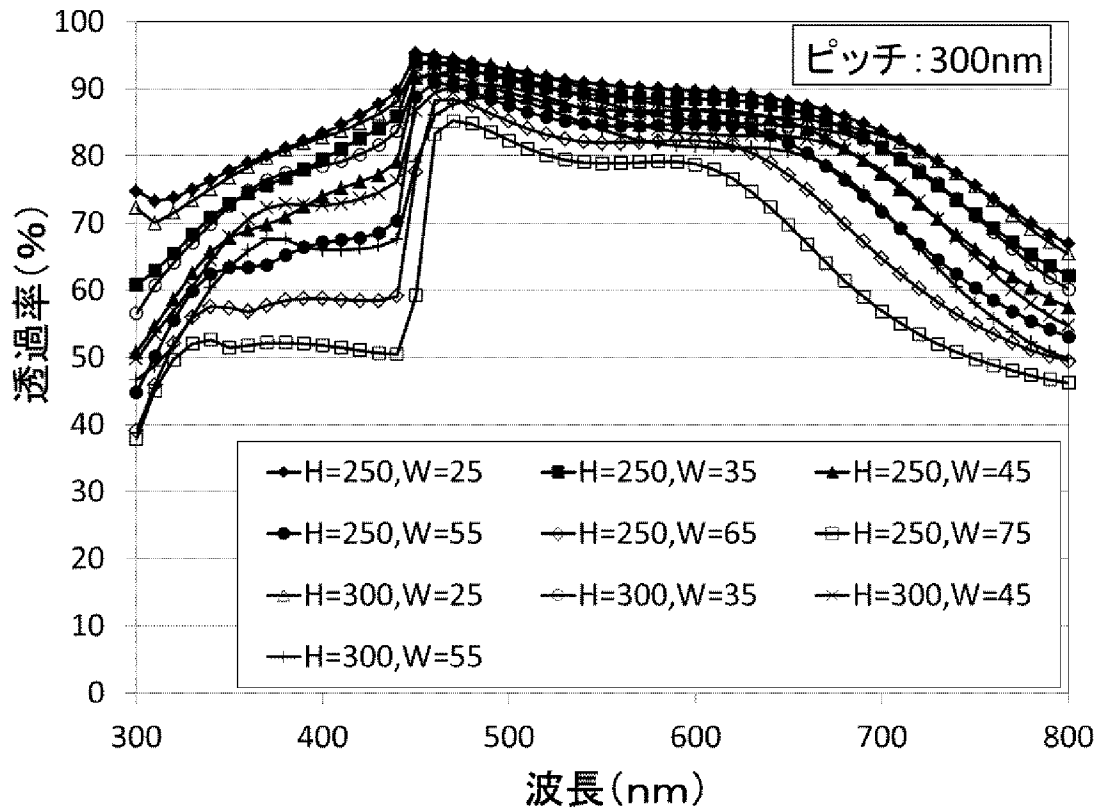
[図20]



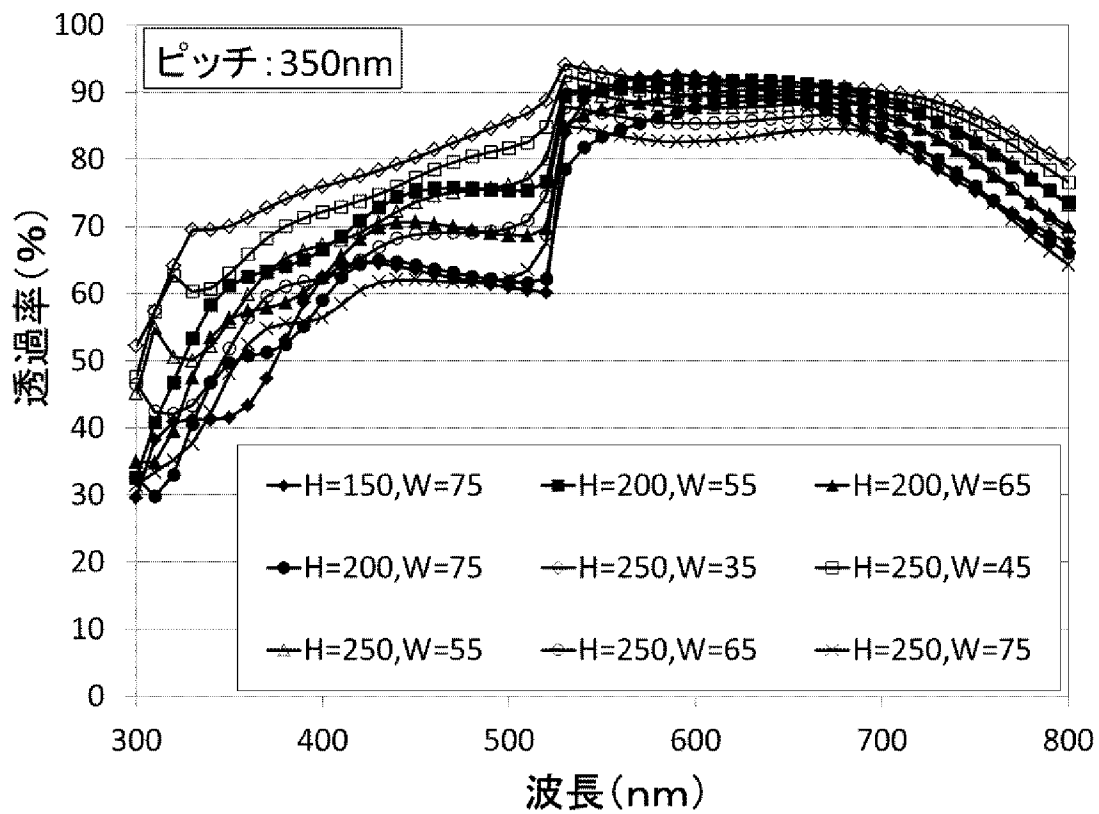
[図21]



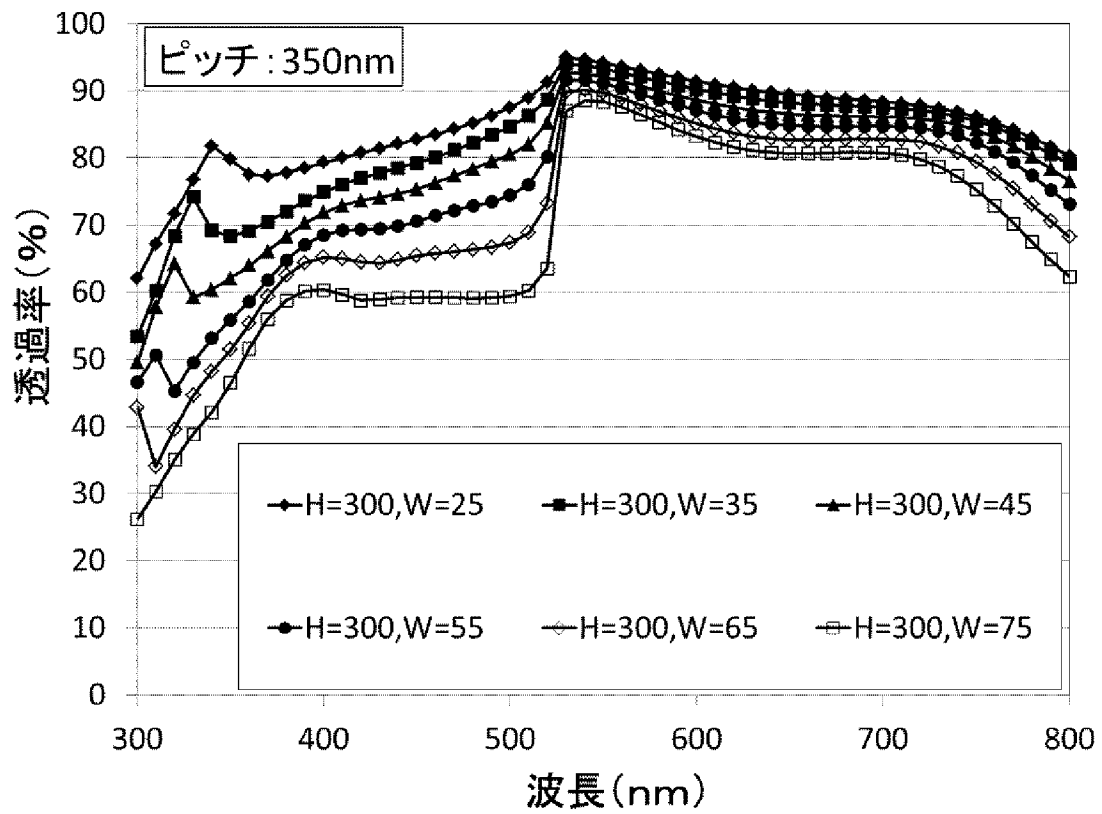
[図22]



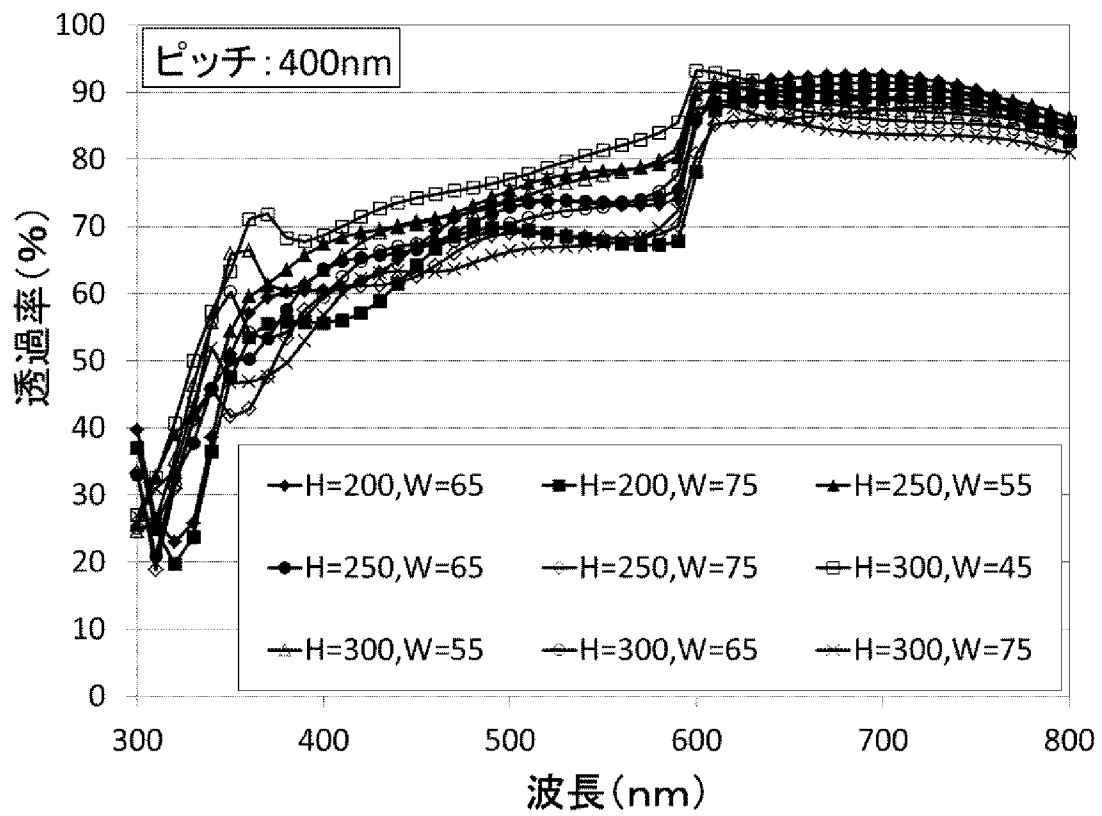
[図23]



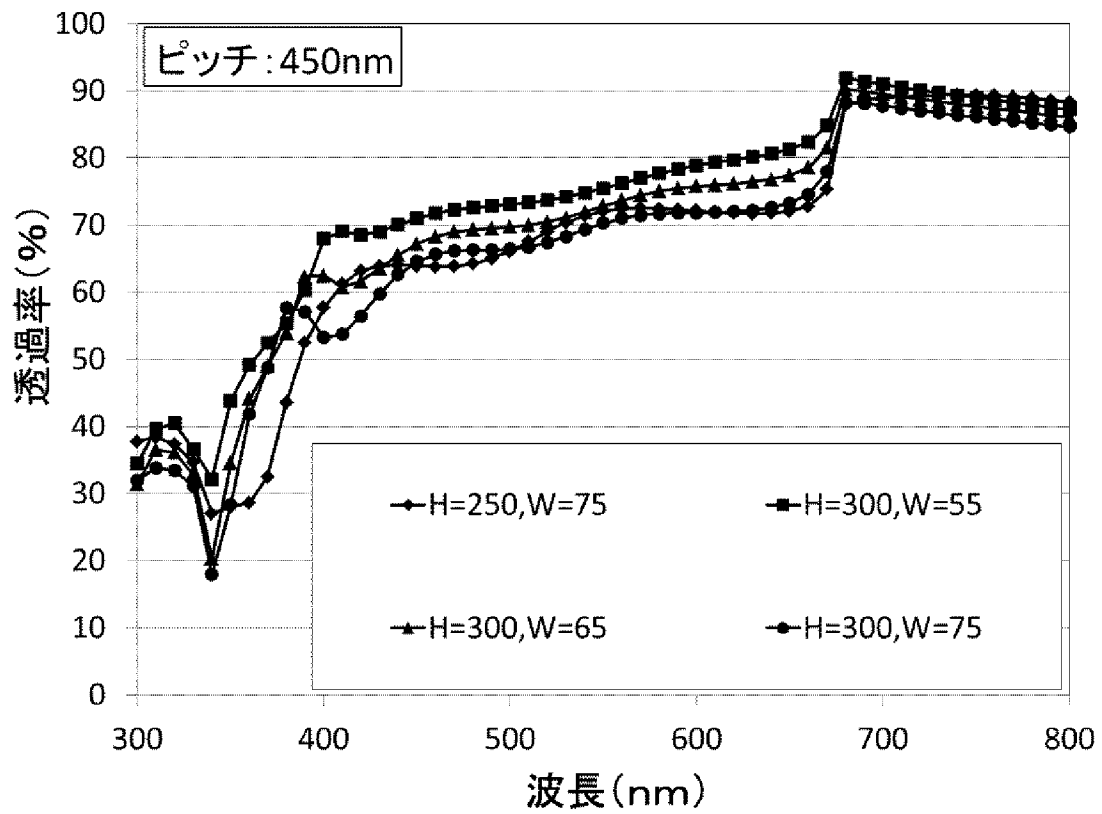
[図24]



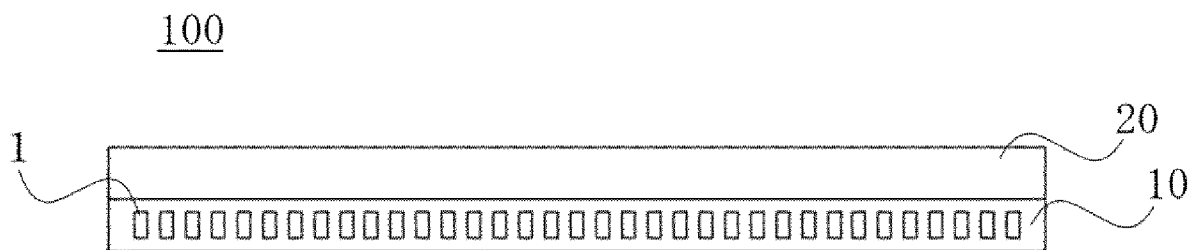
[図25]



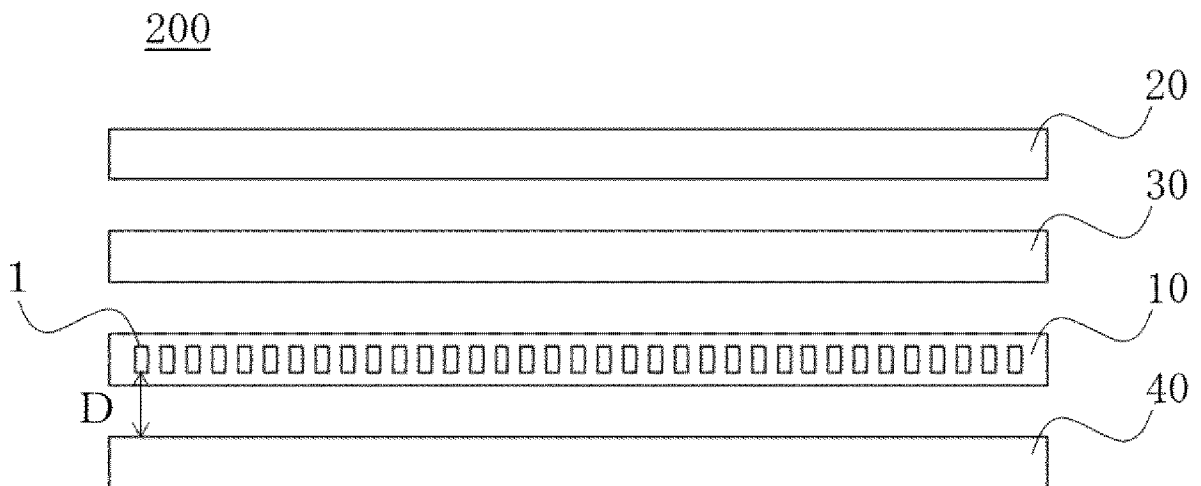
[図26]



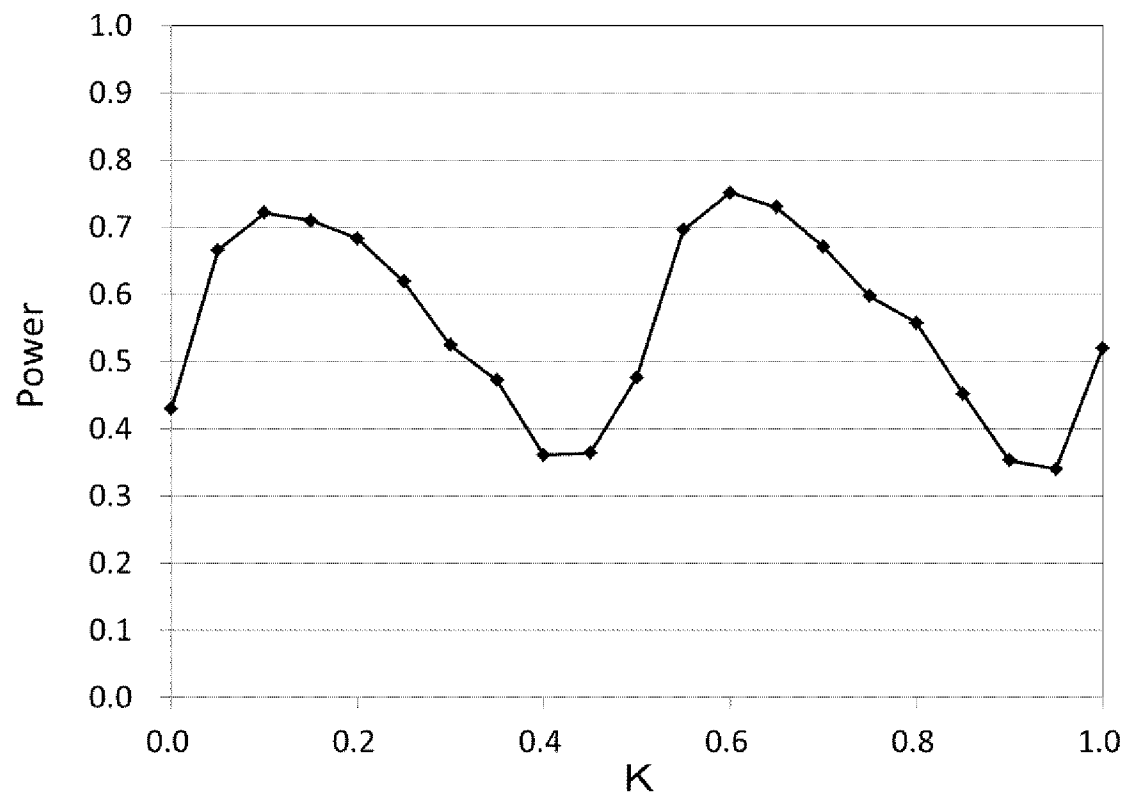
[図27]



[図28]



[図29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017644

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/30(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)i, G02F1/13363(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)

G02B5/30, G02F1/1335, G02F1/13363

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y	JP 2007-532977 A (Nanopto Corp.), 15 November 2007 (15.11.2007), claim 67; paragraphs [0020], [0034] to [0087], [0099], [0103], [0106] to [0110] & WO 2005/101112 A2 page 4, lines 18 to 20; page 7, line 20 to page 21, line 20; page 23, lines 16 to 20; page 24, lines 5 to 10; page 24, line 26 to page 26, line 17 & US 2005/0275944 A1 & EP 1741003 A2 & KR 10-2007-0034992 A & CN 101006366 A	1-2, 4, 6-7, 11 3, 5, 8-10, 12
Y	JP 2010-277016 A (Ricoh Co., Ltd.), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraph [0031] (Family: none)	3, 12

☒ 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
27 July 2017 (27.07.17)

Date of mailing of the international search report
08 August 2017 (08.08.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/017644

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2015/0116824 A1 (MOXTEK, INC.), 30 April 2015 (30.04.2015), paragraph [0113]; fig. 7 & JP 2016-534417 A paragraph [0053]; fig. 7 & WO 2015/060939 A1 & KR 10-2016-0074470 A & CN 105659150 A	3, 12
Y	JP 2008-180875 A (Hitachi Displays, Ltd.), 07 August 2008 (07.08.2008), paragraphs [0015], [0041] to [0042]; fig. 1, 10 & US 2008/0284949 A1 paragraphs [0069], [0095] to [0096]; fig. 1, 10 & CN 101231364 A	3, 8-10, 12
Y	JP 2016-51162 A (Hosei University), 11 April 2016 (11.04.2016), paragraph [0053] (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B5/30(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)i, G02F1/13363(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. G02B5/30, G02F1/1335, G02F1/13363

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X	JP 2007-532977 A (ナノオプト コーポレーション) 2007.11.15, [請求項 67], [0020], [0034]-[0087], [0099], [0103], [0106]-[0110]	1-2, 4, 6-7, 11
Y	& WO 2005/101112 A2, 第4頁第18行-第20行、第7頁第20行-第21頁第20行、第23頁第16行-第20行、第24頁第5行-第10行、第24頁第26行-第26頁第17行 & US 2005/0275944 A1 & EP 1741003 A2 & KR 10-2007-0034992 A & CN 101006366 A	3, 5, 8-10, 12

☑ 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

27.07.2017

国際調査報告の発送日

08.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

山▲崎▼ 和子

20

6005

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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 2010-277016 A (株式会社リコー) 2010.12.09, [0031] (ファミリーなし)	3, 12
Y	US 2015/0116824 A1 (MOXTEK, INC.) 2015.04.30, [0113]、図 7 & JP 2016-534417 A, [0053]、図 7 & WO 2015/060939 A1 & KR 10-2016-0074470 A & CN 105659150 A	3, 12
Y	JP 2008-180875 A (株式会社 日立ディスプレイズ) 2008.08.07, [0015]、[0041]-[0042]、図 1、図 10 & US 2008/0284949 A1, [0069]、[0095]-[0096]、図 1、図 10 & CN 101231364 A	3, 8-10, 12
Y	JP 2016-51162 A (学校法人法政大学) 2016.04.11, [0053] (ファミリーなし)	5