

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日

2013 年 6 月 13 日 (13.06.2013)



W O P O I P C T



(10) 国際公開番号

W O 2013/084900 A 1

(51) 国際特許分類：

G02B 1/11 (2006.01) H01B 5/14 (2006.01)
 B32B 3/30 (2006.01) H01B 13/00 (2006.01)
 B32B 7/02 (2006.01) H01L 31/04 (2006.01)
 G02F 1/1335 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
 G06F 3/041 (2006.01) H05B 33/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号：

PCT/JP2012/081418

(22) 国際出願日：

2012 年 12 月 4 日 (04.12.2012)

(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 2011-269060 2011 年 12 月 8 日 (08.12.2011) JP

(71) 出願人：旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：坂本 寛 (SAKAMOTO, Hiroshi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 池田 康宏 (IKEDA, Yasuhiro); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 一色 真誠 (ISSIKI, Makoto); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 海田 由里子 (AIDA, Yuriko); 〒1008405 東

京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：伊東 忠重，外 (ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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.

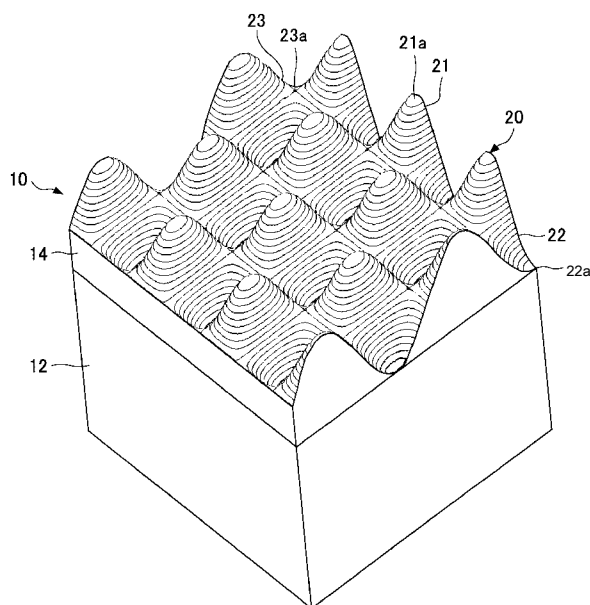
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),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

[続葉有]

(54) Title: LAMINATE AND LAMINATE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称：積層体、及び積層体の製造方法

[図2]



(57) Abstract: This laminate (2) has the following: an anti-reflection structure (10) with a periodic bump/recess (20) structure on the surface thereof; and a transparent conductive film (30) formed on top of said bump/recess structure (20). In said laminate, any given non-outermost bump (21-1) and the six bumps (21-2 to 21-7) having the shortest total distance therefrom are arranged such that: (1) for each of four (21-2, 21-3, 21-5, 21-6) of said six bumps (21-2 to 21-7), there is a connecting area (23) that is located between said bump and the abovementioned given bump (21-1), connects said bumps, is lower than the tops (21a) of the bumps (21), and is higher than the bottoms (22a) of the recesses (22); and (2) for each of the remaining two (21-4, 21-7) of the abovementioned six bumps (21-2 to 21-7), there is a recess (22) between said bump and the abovementioned given bump (21-1).

(57) 要約：周期的な凹凸部 20 を表面に有する反射防止構造体 10 と、凹凸部 20 上に成膜される透明導電膜 30 とを有する積層体 2 において、最外側の凸部 21 を除く任意の凸部 21-1 と、任意の凸部 21-1 からの距離の合計が最短である 6 個の凸部 21-2 ~ 21-7 とは、(1) 6 個の凸部 21-2 ~ 21-7 のうちの 4 個の凸部 21-2、21-3、21-5、21-6 のそれぞれと任意の凸部 21-1 との間に凸部 21 の頂点 21a よりも低く凹部

22 の底点 22a よりも高い位置で凸部同士を連結する連結部 23 が存在し、(2) 6 個の凸部 21-2 ~ 21-7 のうちの残りの 2 個の凸部 21-4、21-7 のそれぞれと任意の凸部 21-1 との間に凹部 22 が存在するように配置される。

2013 084900 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発 明 の 名 称 ： 積 層 体、 及 び 積 層 体 の 製 造 方 法

技 術 分 野

[0001] 本発明は、積層体、及び積層体の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、液晶ディスプレイ（LCD）等の表示装置や太陽電池向けに、周期的な凹凸部を表面に有する反射防止構造体が開発されている（例えば、特許文献1参照）。反射防止構造体は、所謂モスアイ（Moth Eye）型であって、凸部のピッチが可視光の波長以下のため、広い波長範囲で光反射率を低減し光透過率を向上することができる。この反射防止構造体の凹凸部上に透明導電膜を成膜してなる積層体は、例えば抵抗膜式や静電容量式のタッチパネル等に用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2011/027909号パンフレット

発 明 の 概 要

発 明 が 解 決 し ょ う と す る 課 題

[0004] 従来の反射防止構造体の凹凸部は、平面上に錐状の突起部が多数配列された構造を有する。突起部の充填率を高めるため、突起部は六方格子状又は四方格子状に周期的に配置される。突起部の充填率をさらに高めるため、突起部の下部同士が重なり合うように配置されることがある。

[0005] 突起部の下部同士が重なり合うと、凸部の頂点と凹部の底点との高低差が小さくなるので、十分な低反射率が得られなくなる。

[0006] また、十分な低反射率を得るため、凸部の頂点と凹部の底点との高低差を大きく設定すると、突起部の側面が急峻となるので、突起部の側面上に成膜される透明導電膜の厚さが薄くなりやすく、導電性が低くなることがあった。そのため、従来の構造では、低反射性と高導電性との両立が難しかった。

[0007] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、低反射性及び高導電性に優れた積層体、及び積層体の製造方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を解決するため、本発明の一の態様による積層体は、
周期的な凹凸部を表面に有する反射防止構造体と、
前記凹凸部上に成膜される透明導電膜とを有し、
最外側の凸部を除く任意の凸部と、該任意の凸部からの距離の合計が最短である6個の凸部とは、（1）該6個の凸部のうちの4個の前記凸部のそれぞれと前記任意の凸部との間に凸部の頂点よりも低く凹部の底点よりも高い位置で凸部同士を連結する連結部が存在し、（2）該6個の凸部のうちの残りの2個の前記凸部のそれぞれと前記任意の凸部との間に凹部が存在するように、配置されることを特徴とする。

[0009] さらに、本発明の他の態様による積層体の製造方法は、
周期的な凹凸部を表面に有する原型を用いて周期的な凹凸部を表面に有する反射防止構造体を製造する工程と、
前記反射防止構造体の前記凹凸部上に透明導電膜を成膜する工程とを有し、
前記原型において、最外側の凸部を除く任意の凸部と、該任意の凸部からの距離の合計が最短である6個の凸部とは、（1）該6個の凸部のうちの4個の前記凸部のそれぞれと前記任意の凸部との間に凸部の頂点よりも低く凹部の底点よりも高い位置で凸部同士を連結する連結部が存在し、（2）該6個の凸部のうちの残りの2個の前記凸部のそれぞれと前記任意の凸部との間に凹部が存在するように、配置されることを特徴とする。

発明の効果

[001 0] 本発明によれば、低反射性、耐擦傷性及び高導電性に優れた積層体、及び積層体の製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

[001 1] [図1] 本発明の第1の実施形態による積層体の一部を示す斜視図である。

[図2] 図1の反射防止構造体を示す斜視図である。

[図3] 図2の反射防止構造体の表面の凹凸を模式的に示す平面図（その1）である。

[図4] 図2の反射防止構造体の表面の凹凸を示す図である。

[図5] 図2の反射防止構造体の表面の凹凸を模式的に示す平面図（その2）である。

[図6] 本発明の第1の実施形態による反射防止構造体の製造方法の説明図（その1）である。

[図7] 本発明の第1の実施形態による反射防止構造体の製造方法の説明図（その2）である。

[図8] 図6の原型の表面の凹凸を模式的に示す平面図である。

[図9] 本発明の第1の実施形態による反射防止構造体の製造方法の説明図（その3）である。

[図10] 本発明の第2の実施形態による積層体の一部を示す斜視図である。

[図11] 図10の反射防止構造体を示す斜視図である。

[図12] 図11の反射防止構造体の表面の凹凸を模式的に示す平面図である。

[図13] 図11の反射防止構造体の表面の凹凸を示す図である。

[図14] 積層体を用いた表示装置の一例を示す断面図である。

[図15] 積層体を用いた照明装置の一例を示す断面図である。

[図16] 積層体を用いた太陽電池の一例を示す断面図である。

[図17] 比較例1による解析モデルの作製方法を示す説明図である。

[図18] 実施例1及び比較例1による表面抵抗率の測定結果を示す図である。

[図19] 実施例1及び比較例1による反射率の測定結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[001 2] 以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。各図面において、同一の又は対応する構成については同一の又は対応する符号を付して説明を省略する。

[001 3] [第1の実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による積層体の一部を示す斜視図である。図 1 において、積層体の表面の凹凸を表現するため、等高線を細線で示す。

[0014] 積層体 2 は、周期的な凹凸部 20 を表面に有する反射防止構造体 10 と、凹凸部 20 上に成膜される透明導電膜 30 とを備える。透明導電膜 30 の表面形状は凹凸部 20 に倣った形状である。凹凸部 20 と透明導電膜 30 との間には、抵抗を下げるため、図示されない金属膜が形成されてもよい。金属膜の厚さは、光透過率の観点から 10 nm 以下であってもよい。この積層体 2 は、例えば抵抗膜式や静電容量式のタッチパネル等に用いられる。

[0015] 図 2 は、図 1 の反射防止構造体 10 を示す斜視図である。図 2 において、反射防止構造体の表面の凹凸を表現するため、等高線を細線で示す。図 3 は、図 2 の反射防止構造体の表面の凹凸を模式的に示す平面図（その 1）である。図 3（A）は凸部の頂点を結ぶ格子の配列を示し、図 3（B）は図 3（A）の一部を示す。図 3 において、図面を見やすくするため、凸部及び連結部を異なる点模様、凸部の頂点を黒丸、凹部の底点を白丸、凸部の頂点を結ぶ格子を太線で示す。図 4 は、図 2 の反射防止構造体の表面の凹凸を示す図である。図 4（A）は図 3 の A—A 線に沿った断面における凹凸、図 4（B）は図 3 の B—B 線に沿った断面における凹凸、図 4（C）は図 3 の C—C 線に沿った断面における凹凸、図 4（D）は図 3 の D—D 線に沿った断面における凹凸を示す。

[0016] 反射防止構造体 10 は、所謂モスアイ型であって、図 2 に示すように、基体 12 と基体 12 上に形成される樹脂層 14 とで構成される。基体 12 及び樹脂層 14 は、透光性を有してもよい。樹脂層 14 の表面には、周期的な凹凸部 20 が形成されている。尚、反射防止構造体 10 は、樹脂層 14 のみで構成されてもよい。

[0017] 基体 12 は、例えばシート状、板状、又はブロック状に形成される。基体 12 の材料は、特に限定されないが、例えばガラス又はプラスチック等が用いられる。

- [001 8] ガラスとしては、例えばソーダライムガラス、無アルカリガラス、石英ガラス等が用いられる。ガラスの成形方法としては、例えばフロート法、フュージョン法等が用いられる。
- [001 9] プラスチックとしては、例えばポリメチルメタクリレート、メチルメタクリレートと他のアルキル（メタ）アクリレート、スチレンなどといったビニルモノマーとの共重合体などの（メタ）アクリル系樹脂；ポリカーボネート、ジエチレングリコールビスアリルカーボネート（CR-39）などのポリカーボネート系樹脂；（臭素化）ビスフェノールA型のジ（メタ）アクリレートの単独重合体ないし共重合体、（臭素化）ビスフェノールAモノ（メタ）アクリレートのウレタン変性モノマーの重合体及び共重合体などといった熱硬化性（メタ）アクリル系樹脂；ポリエステル特にポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート及び不飽和ポリエステル、アクリロニトリル―スチレン共重合体、ポリ塩化ビニル、ポリウレタン、エポキシ樹脂、ポリアリレート、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルケトン、シクロオレフィンポリマー（商品名：アトン、ゼオノア）などが好ましい。また、耐熱性を考慮したアラミド系樹脂の使用も可能である。
- [0020] 樹脂層14は、例えば基体12上に熱硬化性又は光硬化性の樹脂を塗布し、硬化してなる。樹脂層14の表面には凹凸部20が形成される。
- [0021] 凹凸部20は、図2及び図3に示すように、凸部21と、凹部22と、凸部21の頂点21aよりも低く凹部22の底点22aよりも高い位置で所定の凸部21同士を連結する連結部23とを有する。複数の凸部21と、複数の凹部22と、複数の連結部23とが2次元的に配列されている。
- [0022] 凸部21は、例えば正六方格子状、準六方格子状、正四方格子状、又は準四方格子状（図2及び図3では正六方格子状）に周期的に配置される。凸部21の充填率を高めるため、凸部21は六方格子状に周期的に配置されることが好ましい。以下、凸部21が六方格子状に周期的に配置される場合について説明する。尚、凸部21が四方格子状に周期的に配置される場合については、第2の実施形態で説明する。

[0023] 「正六方格子状に周期的に配置される」とは、図3に示すように、最外側の凸部21を除く任意の凸部21-1の周囲に、該任意の凸部21-1からの距離が最短で且つ等しい6個の凸部21-2～21-7が配置されることを意味する。6個の凸部21-2～21-7の頂点は、凸部21-1の頂点を中心に60°間隔で等ピッチで配置され、正六角形状の格子を構成する。

[0024] 「準六方格子状に周期的に配置される」とは、正六方格子に準ずる形状に周期的に配置されることを意味する。正六方格子に準ずる形状は、正六角形状の格子を所定の方に引き伸ばした形状等、正六角形状の格子を歪ませた形状である。正六角形状の格子を歪ませた形状の格子は、直線形状、曲線形状、又は蛇行形状に連続的に並んでもよい。

[0025] 本実施形態では、図3に示すように、最外側の凸部21を除く任意の凸部21-1と、該凸部21-1からの距離の合計（和）が最短である6個の凸部21-2～21-7とは、下記の条件（1）及び（2）を満たすように配置される。

（1）6個の凸部21-2～21-7のうちの4個の凸部21-2、21-3、21-5、21-6のそれぞれと、凸部21-1との間に連結部23が存在する。

（2）6個の凸部21-2～21-7のうちの残りの2個の凸部21-4、21-7のそれぞれと、凸部21-1との間に凹部22が存在する。

[0026] 「距離」は、凸部21の頂点21a同士の間の距離のことである。距離の合計が最短である6個の凸部の組合せが複数有る場合、全ての組合せについて上記の条件（1）及び（2）が成立する。尚、本実施形態では、距離の合計が最短である6個の凸部の組合せは1つだけである。

[0027] 上記の条件（1）及び（2）が成立する場合、図3に示す任意の凸部21-1を中心に交差する3方向のうち、2方向（F1方向及びF2方向）に沿って凸部21と連結部23とが交互に配置され、残りの一方向（F3方向）に沿って凸部21と凹部22とが交互に配置される。F1方向、F2方向、及びF3に間隔をおいて並ぶ凸部21のピッチP1（図4（A）及び図4（

B) 参照) は、可視光の波長以下の長さに設定されてもよい。F 3 方向と垂直な方向に間隔をおいて並ぶ凸部 2 1 のピッチ P 2 (図 4 (C) 参照) は、ピッチ P 1 よりも大きい。F 1 方向と平行な方向に沿って凹部 2 2 と連結部 2 3 とが交互に配置されている (図 3 及び図 4 (D) 参照)。

[0028] このように、凸部 2 1 及び凹部 2 2 が交互に配置される方向と、凸部 2 1 及び連結部 2 3 が交互に配置される方向とが異なる。そのため、凸部 2 1 の頂点 2 1 a と凹部 2 2 の底点 2 2 a との高低差 H 1 (図 4 (B) 参照) と、凸部 2 1 の頂点 2 1 a と連結部 2 3 の所定部分 2 3 a (図 2 参照) との高低差 H 2 (図 4 (A) 参照) とを独立に設計可能である。従って、高低差 H 1 と、高低差 H 2 とを独立に最適化することが可能である。ここで、連結部 2 3 の所定部分 2 3 a は、凸部 2 1 の頂点 2 1 a 同士の間における最も低い部分であって、凹部 2 2 の底点 2 2 a 同士の間における最も高い部分である。

[0029] 高低差 H 1 と高低差 H 2 の最適化のため、先ず、ピッチ P 1 の範囲が設定されてもよい。ピッチ P 1 は、上述の如く、可視光の波長以下の長さに設定されるので、例えば 400 nm 以下 (好ましくは 300 nm 以下) であってもよい。また、ピッチ P 1 は、生産性の観点から、例えば 50 nm 以上 (好ましくは 100 nm 以上) であってもよい。従って、ピッチ P 1 は 50 nm ~ 400 nm であってもよい。

[0030] 次いで、凹凸部 2 0 のアスペクト比の範囲が設定される。凹凸部 2 0 のアスペクト比は、凸部 2 1 の頂点 2 1 a と凹部 2 2 の底点 2 2 a との高低差 H 1 と、凸部 2 1 のピッチ P 1 との比 $H 1 / P 1$ で表される。アスペクト比 $H 1 / P 1$ は、反射防止構造体 10 の低反射性の観点から、例えば 0.5 以上 (好ましくは 0.7 以上、より好ましくは 1 以上) である。また、アスペクト比 $H 1 / P 1$ は、生産性の観点から、例えば 4 以下 (好ましくは 3 以下、より好ましくは 2 以下) である。尚、凸部 2 1 の F 1 方向におけるピッチと、凸部 2 1 の F 2 方向におけるピッチと、凸部 2 1 の F 3 方向におけるピッチとが異なる場合、最短のピッチでアスペクト比が求められる。アスペクト比 $H 1 / P 1$ が 0.5 ~ 4 であるので、高低差 H 1 は例えば 100 nm ~ 5

0 0 n mであってもよい。

[0031] 次いで、高低差 H_1 と高低差 H_2 との比 H_2 / H_1 が設定される。比 H_2 / H_1 が大きくなるほど、連結部 23 の所定部分 23 a の高さが低くなるので、反射防止構造体 10 の低反射性が良くなる。比 H_2 / H_1 は、例えば 0.1 以上（好ましくは 0.2 以上、より好ましくは 0.3 以上）である。一方、比 H_2 / H_1 が小さくなるほど、詳しくは後述するが、凸部 21 の頂点 21 a と連結部 23 の所定部分 23 a との間において、傾斜が緩やかになり、透明導電膜 30 の厚さが厚くなるので、電流が流れやすくなる。比 H_2 / H_1 は、例えば 0.9 以下（好ましくは 0.7 以下、より好ましくは 0.5 以下）である。比 H_2 / H_1 が 0.1 ~ 0.9 であるので、高低差 H_2 は例えば 30 nm ~ 300 nm であってもよい。

[0032] 本実施形態では、高低差 H_1 と、高低差 H_2 とを独立に最適化することが可能であるので、アスペクト比 H_1 / P_1 と、比 H_2 / H_1 を独立に最適化することが可能であり、低反射性と高導電性の両立が可能である。

[0033] ピッチ P_1 、高低差 H_1 、高低差 H_2 等は、透明導電膜 30 の成膜前に原子間力顕微鏡（AFM : Atomic Force Microscope）により撮影した AFM 画像、及びその断面プロファイルから求められる。

[0034] 尚、本実施形態では、直線方向である F_1 方向及び F_2 方向に沿って凸部 21 と連結部 23 とが交互に配列され、直線方向である F_3 方向に沿って凸部 21 と凹部 22 とが交互に配列されるが、上記の条件（1）及び（2）が成立する限り、本発明はこれに限定されない。例えば、六角形状の格子を湾曲状に配列する場合、所定の曲線方向に沿って凸部 21 と連結部 23 とが交互に配列されてもよい。

[0035] 尚、本実施形態では、凸部 21 の配置について着目したが、凹部 22 の配置について着目してもよい。

[0036] 図 5 は、図 2 の反射防止構造体の表面の凹凸を模式的に示す平面図（その 2）である。図 5（A）は凹部の底点を結ぶ格子の配列を示し、図 5（B）は図 5（A）の一部を示す。図 5 において、図面を見やすくするため、凸部

及び連結部を異なる点模様、凸部の頂点を黒丸、凹部の底点を白丸、凹部の底点を結ぶ格子を太線で示す。

[0037] 図5に示すように、最外側の凹部22を除く任意の凹部22_1と、該凹部22_1からの距離の合計(和)が最短である6個の凹部22_2~22_7とは、下記の条件(3)及び(4)を満たすように配置される。

(3) 6個の凹部22_2~22_7のうちの4個の凹部22_2、22_3、22_5、22_6のそれぞれと、凹部22_1との間に連結部23が存在する。

(4) 6個の凹部22_2~22_7のうちの残りの2個の凹部22_4、22_7のそれぞれと、凹部22_1との間に凸部21が存在する。

[0038] 「距離」は、凹部22の底点22a同士の間の距離のことである。距離の合計が最短である6個の凹部22の組合せが複数有る場合、全ての組合せについて上記の条件(3)及び(4)が成立する。本実施形態では、距離の合計が最短である6個の凹部22の組合せは1つだけである。

[0039] 透明導電膜30は、反射防止構造体10の凹凸部20上に成膜される。透明導電膜30の表面形状は、凹凸部20に倣った形状であって、凹凸部20の表面形状と略同一である。

[0040] 透明導電膜30の平均厚さが厚くなるほど、透明導電膜30の導電性が高くなる。透明導電膜30の平均厚さが厚くなりすぎると、光の反射率が上がるおそれがある。透明導電膜30の平均厚さは、例えば10nm~150nm、好ましくは30nm~100nm、より好ましくは50nm~80nmである。

[0041] 透明導電膜30の厚さは、傾斜の緩やかな部分で厚く、傾斜の急な部分で薄くなる。透明導電膜30の厚さは、凸部21の頂点21aで最も厚く、凸部21の頂点21aと凹部22の底点22aとの間の部分で最も薄くなる。

[0042] 凸部21の頂点21aと凹部22の底点22aとの間において、高低差H1(図4(B)参照)が小さくなるほど、傾斜が緩やかになり、透明導電膜30の厚さが厚くなるので、電気が流れやすくなる。一方で、高低差H1が

小さ過ぎると、十分な低反射性が得られなくなる。

[0043] ところで、連結部 23 の所定部分 23 a では、凸部 21 の頂点 21 a と同様に、傾斜が緩やかであるので、透明導電膜 30 の厚さが厚い。そのため、凸部 21 と連結部 23 とが交互に配列される F1 方向及び F2 方向に沿って網状に電流が流れやすい。凸部 21 の頂点 21 a と連結部 23 の所定部分 23 a との間において、高低差 H2（図 4（A）参照）が小さくなるほど（即ち、H2 / H1 が小さくなるほど）、傾斜が緩やかになり、透明導電膜 30 の厚さが厚くなるので、電流が流れやすくなる。

[0044] 本実施形態では、上述の如く、高低差 H1 と、高低差 H2 とを独立に最適化できるので、低反射性と、高導電性との両立が可能である。

[0045] 透明導電膜 30 の材料としては、例えば ITO（ $\text{In}_2\text{O}_3 - \text{SnO}_2$ ：インジウム錫酸化物）、 SnO_2 （酸化錫）、IZO（ $\text{In}_2\text{O}_3 - \text{ZnO}$ ：インジウム亜鉛酸化物）、AZO（アルミドープ酸化亜鉛）、FTO（フッ素ドープ酸化錫）、GZO（ガリウムドープ酸化亜鉛）などが用いられる。

[0046] 図 6 及び図 7 は、本発明の第 1 の実施形態による積層体の製造方法の説明図（その 1）及び（その 2）である。図 6 は原型を用いてスタンプを作製する第 1 の工程を示し、図 7 はスタンプを用いて反射防止構造体（即ち、レプリカ）を作製する第 2 の工程を示す。

[0047] 積層体の製造方法は、周期的な凹凸部 60 を表面に有する原型 50 を用いて、周期的な凹凸部 20 を表面に有する反射防止構造体 10 を製造する工程を有する。該工程は、例えば、原型 50 の凹凸部 60 の形状を反転転写した凹凸部 80 を表面に有するスタンプ 70 を作製する第 1 の工程と、スタンプ 70 の凹凸部 80 の形状を反転転写した凹凸部 20 を表面に有する反射防止構造体 10 を作製する第 2 の工程とを有する。原型 50 は第 1 の工程において繰り返し使用可能であり、スタンプ 70 は第 2 の工程において繰り返し使用可能である。

[0048] 第 1 の工程は、例えば、原型 50 を用意する工程（図 6（A）参照）と、原型 50 の凹凸部 60 上に金属膜を成膜してスタンプ 70 を作製する工程（

図 6 (B) 参照) と、スタンパ 70 を原型 50 から剥離する工程 (図 6 (C) 参照) とを有する。スタンパ 70 の材料には、例えばニッケル (Ni) 等が用いられる。スタンパ 70 は、例えば原型 50 の凹凸部 60 上に導電膜を形成した後、導電膜上に Ni 等の金属膜を電鍍法で形成してなる。導電膜の形成方法としては、無電解メッキ、スパッタリングや真空蒸着等の PVD 法が用いられる。

[0049] 第 2 の工程は、例えば基体 12 上に硬化性樹脂を塗布する工程 (図 7 (A) 参照) と、塗布層 13 の表面にスタンパ 70 の凹凸部 80 を押し付けた状態で塗布層 13 を硬化する工程 (図 7 (B) 参照) と、塗布層 13 を硬化してなる樹脂層 14 からスタンパ 70 を剥離する工程 (図 7 (C) 参照) とを有する。硬化性樹脂には、例えば熱硬化性樹脂又は光硬化性樹脂が用いられる。硬化性樹脂の塗布方法としては、例えばスピンコート法、ダイコート法、インクジェット法等の一般的な方法が用いられる。

[0050] このようにして、反射防止構造体 10 が製造される。反射防止構造体 10 の凹凸部 20 は、原型 50 の凹凸部 60 の形状を 2 回反転した形状を有するので、原型 50 の凹凸部 60 と略同じ形状、略同じ寸法を有する。

[0051] 図 8 は、図 6 の原型の表面の凹凸を模式的に示す平面図である。図 8 (A) は凸部の頂点を結ぶ格子の配列を示し、図 8 (B) は図 8 (A) の一部を示す。図 8 において、図面を見やすくするため、凸部及び連結部を異なる点模様、凸部の頂点を黒丸、凹部の底点を白丸、凸部の頂点を結ぶ格子を太線で示す。

[0052] 原型 50 の凹凸部 60 は、反射防止構造体 10 の凹凸部 20 と同様に、図 8 に示すように、凸部 61 と、凹部 62 と、凸部 61 の頂点 61a よりも低く凹部 62 の底点 62a よりも高い位置で所定の凸部 61 同士を連結する連結部 63 とを有する。複数の凸部 61 と、複数の凹部 62 と、複数の連結部 63 とが 2 次元的に配列されている。

[0053] 凸部 61 は、例えば正六方格子状、準六方格子状、正四方格子状、又は準四方格子状 (本実施形態では正六方格子状) に周期的に配置される。凸部 6

1の充填率を高めるため、凸部61は、六方格子状に周期的に配置されることが好ましい。

[0054] 凸部61が正六方格子状に周期的に配置される場合、最外側の凸部61を除く任意の凸部61-1の周囲に、該任意の凸部61-1からの距離が最短で且つ等しい6個の凸部61-2～61-7が配置される。6個の凸部61-2～61-7の頂点は、凸部61-1の頂点を中心に60°間隔で等ピッチで配置され、正六角形状の格子を構成する。

[0055] 本実施形態では、図8に示すように、最外側の凸部61を除く任意の凸部61-1と、該凸部61-1からの距離の合計(和)が最短である6個の凸部61-2～61-7とは、下記の条件(5)及び(6)を満たすように配置される。

(5) 6個の凸部61-2～61-7のうちの4個の凸部61-2、61-3、61-5、61-6のそれぞれと、凸部61-1との間に連結部63が存在する。

(6) 6個の凸部61-2～61-7のうちの残りの2個の凸部61-4、61-7のそれぞれと、凸部61-1との間に凹部62が存在する。

[0056] 尚、本実施形態では、距離の合計が最短である6個の凸部の組合せは1つだけである。

[0057] 上記の条件(5)及び(6)が成立する場合、図8に示す任意の凸部61-1を中心に交差する3方向のうち、2方向(F1方向及びF2方向)に沿って凸部61と連結部63とが交互に配置され、残りの一方向(F3方向)に沿って凸部61と凹部62とが交互に配置される。F1方向と平行な方向に沿って、凹部62と連結部63とが交互に配置されている。

[0058] このように、原型50において、凸部61及び凹部62が交互に配置される方向と、凸部61及び連結部63が交互に配置される方向とが異なる。そのため、凸部61の頂点61aと凹部62の底点62aとの高低差と、凸部61の頂点61aと連結部63の所定部分(反射防止構造体10の連結部23の所定部分23aに対応する部分)との高低差とを独立に設計可能である。

。よって、図2～図5に示す反射防止構造体10において凸部21の頂点21aと凹部22の底点22aとの高低差H1と、凸部21の頂点21aと連結部23の所定部分23aとの高低差H2とを独立に設計可能である。よって、高低差H1と、高低差H2とを独立に最適化することが可能であるので、低反射性と耐擦傷性との両立が可能である。

[0059] 尚、本実施形態では、反射防止構造体10の凹凸部20は、原型50の凹凸部60の形状を2回反転した形状を有するが、原型50の凹凸部60の形状を1回以上反転した形状を有していればよく、塗布層13（図7参照）の表面に原型50の凹凸部60を押し付けた状態で塗布層13を硬化してもよい。反転転写の回数に関係なく、反射防止構造体10の凸部21は上記の条件（1）及び（2）を満たすので、低反射性と耐擦傷性との両立が可能である。

[0060] 積層体の製造方法は、反射防止構造体10の凹凸部20上に透明導電膜30を成膜する図示されない工程をさらに有する。透明導電膜30の成膜方法としては、例えば熱CVDやプラズマCVD、光CVD等のCVD法（化学蒸着法）、真空蒸着やプラズマ蒸着、スパッタリング等のPVD法（物理蒸着法）が用いられる。

[0061] 図9は、本発明の第1の実施形態による反射防止構造体の製造方法の説明図（その3）である。図9は、原型を製造する工程を示す。

[0062] 積層体の製造方法は、原型50を製造する工程をさらに有してもよい。該工程は、例えば、基体51（図6及び図7参照）上にレジスト膜52を成膜する工程と、レジスト膜52の表面に、第1の方向（G1方向）に光強度が変化する第1の干渉縞を露光する工程（図9（A）参照）と、レジスト膜52の表面に、第1の方向と交差する第2の方向（G2方向）に光強度が変化する第2の干渉縞を露光する工程（図9（B）参照）と、第1及び第2の干渉縞の露光後にレジスト膜52を現像する工程とを含む。

[0063] 基体51（図6及び図7参照）は、例えばシート状、板状、ブロック状、又はロール状に形成される。基体51の材料は、特に限定されないが、例え

ばシリコン、石英ガラス、ソーダガラス、無アルカリガラス等が用いられる。

[0064] レジスト膜 52 の材料としては、一般的なものが用いられ、ネガ型、ポジ型のいずれも使用可能である。レジスト膜 52 の材料に応じて、現像液が選定される。

[0065] 第 1 の干渉縞は、2 光束干渉露光法で形成される。第 1 の干渉縞によって感光した複数の感光部 53 が第 1 の方向 (G1 方向) に間隔をおいて並ぶ。干渉波の光源としては、He-Cd レーザ (波長 325 nm) 等の一般的なレーザ発振器が用いられる。

[0066] 第 2 の干渉縞は、レジスト膜 52 を回転した後、第 1 の干渉縞と同様に、2 光束干渉露光法で形成される。第 1 の干渉縞によって感光した複数の感光部 54 が第 2 の方向 (G2 方向) に間隔をおいて並ぶ。

[0067] 尚、本実施形態では、第 1 の干渉縞の露光と、第 2 の干渉縞の露光とは、別々に行われるが、同時に行われてもよい。

[0068] レジスト膜 52 の現像は、第 1 及び第 2 の干渉縞の露光後に行われる。レジスト膜 52 を現像することにより、周期的な凹凸部 60 を表面に有する樹脂層 56 (図 6 (A) 参照) が得られる。

[0069] レジスト膜 52 がネガ型の場合、強く感光した部分ほど現像後に残りやすい。そのため、感光部 53 と感光部 54 との交差部分 55 が、現像後に凸部 61 となる。凸部 61 は、頂点 61a に向けて先細り状に形成される。感光部 53、54 の交差部分 55 以外の部分が、現像後に連結部 63 となる。

[0070] また、レジスト膜 52 がポジ型の場合、強く感光した部分ほど現像によって除去されやすい。そのため、感光部 53 と感光部 54 との交差部分 55 が、現像後に凹部 62 となる。凹部 62 は、底点 62a に向けて先細り状に形成される。感光部 53、54 の交差部分 55 以外の部分が、現像後に連結部 63 となる。

[0071] このようにして、原型 50 が作製される。第 1 の方向と第 2 の方向とのなす角 θ が 60° の場合、凸部 61 が正六方格子状に周期的に配置される。尚

、第 1 の方向と第 2 の方向とのなす角 θ が 90° の場合、凸部 61 が正四方形格子状に周期的に配置される。

[0072] 尚、本実施形態の原型 50 は、2 光束干渉露光法でレジスト膜 52 に干渉縞を露光して作製されるが、原型 50 の作製方法は特に限定されない。例えば、フォトリソグラフィ法、電子線 (EB) 描画法、レーザ描画法等で基体 51 の表面に凹凸部 60 を形成してもよい。

[0073] [第 2 の実施形態]

図 10 は、本発明の第 2 の実施形態による積層体の一部を示す斜視図である。図 10 において、積層体の表面の凹凸を表現するため、等高線を細線で示す。

[0074] 積層体 102 は、図 2 に示す積層体 2 と同様に、周期的な凹凸部 120 を表面に有する反射防止構造体 110 と、凹凸部 120 上に成膜される透明導電膜 130 とを備える。透明導電膜 130 の表面形状は凹凸部 120 に倣った形状である。凹凸部 120 と透明導電膜 130 との間には、抵抗を下げるため、図示されない金属膜が形成されてもよい。

[0075] 反射防止構造体 110 は、所謂モスアイ型であって、例えば、図 2 に示す反射防止構造体 10 と同様に、基体 112 と、基体 112 上に形成される樹脂層 114 とで構成される。樹脂層 114 の表面には、周期的な凹凸部 120 が形成されている。尚、反射防止構造体 110 は、樹脂層 114 のみで構成されてもよい。

[0076] 図 11 は、本発明の第 2 の実施形態による反射防止構造体を示す斜視図である。図 11 において、反射防止構造体の表面の凹凸を表現するため、等高線を細線で示す。図 12 は、図 11 の反射防止構造体の表面の凹凸を模式的に示す平面図である。図 12 (A) は凸部の頂点を結ぶ格子の配列を示し、図 12 (B) は図 11 (A) の一部を示す。図 11 において、図面を見やすくするため、凸部及び連結部を異なる点模様、凸部の頂点を黒丸、凹部の底点を白丸、凸部の頂点同士を結ぶ格子を太線で示す。図 13 は、図 11 の反射防止構造体の表面の凹凸を示す図である。図 13 (A) は図 12 の A—A

線に沿った断面における凹凸、図 13 (B) は図 12 の B—B 線に沿った断面における凹凸、図 13 (C) は図 12 の C—C 線に沿った断面における凹凸を示す。

[0077] 反射防止構造体 110 は、所謂モスアイ型であって、図 11 に示すように、第 1 の実施形態と同様に、基体 112 と基体 112 上に形成される樹脂層 114 とで構成される。樹脂層 114 の表面には、周期的な凹凸部 120 が形成されている。

[0078] 凹凸部 120 は、凸部 121 と、凹部 122 と、凸部 121 の頂点 121a よりも低く凹部 122 の底点 122a よりも高い位置で所定の凸部 121 同士を連結する連結部 123 とを有する。複数の凸部 121 と、複数の凹部 122 と、複数の連結部 123 とが 2 次元的に配列されている。

[0079] 凸部 121 は、例えば正四方格子状に周期的に配置される。「正四方格子状に周期的に配置される」とは、図 12 に示すように、最外側の凹部 122 を除く任意の凹部 122 の周囲に、該任意の凹部 122 からの距離が最短で且つ等しい 4 個の凸部 121 が配置されることを意味する。4 個の凸部 121 の頂点 121a は、凹部 122 の底点 122a を中心に 90° 間隔で等ピッチで配置され、正四角形の格子を構成する。

[0080] 尚、凸部 121 は、準四方格子状に周期的に配置されてもよい。「準四方格子状に周期的に配置される」とは、正四方格子に準ずる形状に周期的に配置されることを意味する。正四方格子に準ずる形状は、正四角形状の格子を所定の方向に引き伸ばした形状等、正四角形状の格子を歪ませた形状である。正四角形状の格子を歪ませた形状の格子は、直線形状、曲線形状、又は蛇行形状に連続的に並んでもよい。

[0081] 本実施形態では、図 12 に示すように、最外側の凸部 121 を除く任意の凸部 121₁ と、該凸部 121₁ からの距離の合計 (和) が最短である 6 個の凸部 (例えば凸部 121₂ ~ 121₇) とは、下記の条件 (7) 及び (8) を満たすように配置される。

(7) 6 個の凸部 121₂ ~ 121₇ のうちの 4 個の凸部 121₂、

1 2 1—3、1 2 1—5、1 2 1—6 のそれぞれと、凸部 1 2 1—1 との間に連結部 1 2 3 が存在する。

(8) 6 個の凸部 1 2 1—2 ~ 1 2 1—7 のうちの残りの 2 個の凸部 1 2 1—4、1 2 1—7 のそれぞれと、凸部 1 2 1—1 との間に凹部 1 2 2 が存在する。

[0082] 「距離」は、凸部 1 2 1 の頂点 1 2 1 a 同士の間の距離のことである。距離の合計が最短である 6 個の凸部の組合せが複数有る場合、全ての組合せについて上記の条件 (7) 及び (8) が成立する。本実施形態では、凸部 1 2 1—1 からの距離が最短で且つ等しい凸部が 4 個あり、凸部 1 2 1—1 からの距離が次に短く且つ等しい凸部が 4 個あるので、凸部 1 2 1—1 からの距離の合計が最短である 6 個の凸部の組合せは 6 個ある。6 個全ての組合せについて上記の条件 (7) 及び (8) が成立する。

[0083] 上記の条件 (7) 及び (8) が成立する場合、図 1 2 に示す任意の凸部 1 2 1—1 を中心に交差する 3 方向のうち、2 方向 (J 1 方向及び J 2 方向) に沿って凸部 1 2 1 と連結部 1 2 3 とが交互に配置され、残りの一方向 (J 3 方向) に沿って凸部 1 2 1 と凹部 1 2 2 とが交互に配置される。J 1 方向及び J 2 方向に間隔をおいて並ぶ凸部 1 2 1 のピッチ P 1 1 (図 1 3 (A) 参照) は、可視光の波長以下の長さに設定されてもよい。J 3 方向に間隔をおいて並ぶ凸部 1 2 1 のピッチ P 1 2 (図 1 3 (B) 参照) はピッチ P 1 1 よりも大きい。J 1 方向と平行な方向に沿って、凹部 1 2 2 と連結部 1 2 3 とが交互に配置されている (図 1 2 及び図 1 3 (C) 参照)。

[0084] このように、凸部 1 2 1 及び凹部 1 2 2 が交互に配置される方向と、凸部 1 2 1 及び連結部 1 2 3 が交互に配置される方向とが異なる。そのため、凸部 1 2 1 の頂点 1 2 1 a と凹部 1 2 2 の底点 1 2 2 a との高低差 H 1 1 (図 1 3 (B) 参照) と、凸部 1 2 1 の頂点 1 2 1 a と連結部 1 2 3 の所定部分 1 2 3 a (図 1 1 参照) との高低差 H 1 2 (図 1 3 (A) 参照) とを独立に設計可能である。従って、高低差 H 1 1 と、高低差 H 1 2 とを独立に最適化することが可能である。ここで、連結部 1 2 3 の所定部分 1 2 3 a は、凸部

1 2 1 の頂点 1 2 1 a 同士の間における最も低い部分であって、凹部 1 2 2 の底点 1 2 2 a 同士の間における最も高い部分である。

[0085] 高低差 H_{11} と高低差 H_{12} の最適化のため、まず、ピッチ P_{11} の範囲が設定されてもよい。ピッチ P_{11} は、上述の如く、可視光の波長以下の長さに設定されるので、例えば 400 nm 以下（好ましくは 300 nm 以下）であってもよい。また、ピッチ P_{11} は、生産性の観点から、例えば 50 nm 以上（好ましくは 100 nm 以上）であってもよい。従って、ピッチ P_{11} は 50 nm ~ 400 nm であってもよい。

[0086] 次いで、凹凸部 1 2 0 のアスペクト比の範囲が設定される。凹凸部 1 2 0 のアスペクト比は、凸部 1 2 1 の頂点 1 2 1 a と凹部 1 2 2 の底点 1 2 2 a との高低差 H_{11} と、凸部 1 2 1 のピッチ P_{11} との比 H_{11} / P_{11} で表される。アスペクト比 H_{11} / P_{11} は、反射防止構造体 1 1 0 の低反射性の観点から、例えば 0.5 以上（好ましくは 0.7 以上、より好ましくは 1 以上）である。また、アスペクト比 H_{11} / P_{11} は、生産性の観点から、例えば 4 以下（好ましくは 3 以下、より好ましくは 2 以下）である。尚、凸部 1 2 1 の J_1 方向におけるピッチと、凸部 1 2 1 の J_2 方向におけるピッチとが異なる場合、最短のピッチでアスペクト比が求められる。アスペクト比 H_{11} / P_{11} が 0.5 ~ 4 であるので、高低差 H_{11} は例えば 100 nm ~ 500 nm であってもよい。

[0087] 次いで、高低差 H_{11} と高低差 H_{12} との比 H_{12} / H_{11} が設定される。比 H_{12} / H_{11} が大きくなるほど、連結部 1 2 3 の所定部分 1 2 3 a の高さが低くなるので、反射防止構造体 1 1 0 の低反射性が良くなる。比 H_{12} / H_{11} は、例えば 0.1 以上（好ましくは 0.2 以上、より好ましくは 0.3 以上）である。一方、比 H_{12} / H_{11} が小さくなるほど、詳しくは後述するが、凸部 1 2 1 の頂点 1 2 1 a と連結部 1 2 3 の所定部分 1 2 3 a との間において、傾斜が緩やかになり、透明導電膜 1 3 0 の厚さが厚くなるので、電流が流れやすくなる。比 H_{12} / H_{11} は、例えば 0.9 以下（好ましくは 0.7 以下、より好ましくは 0.5 以下）である。比 H_{12} / H_{11}

1 が 0.1 ~ 0.9 であるので、高低差 H_{12} は例えば 30 nm ~ 300 nm であってもよい。

[0088] 本実施形態では、高低差 H_{11} と、高低差 H_{12} とを独立に最適化することが可能であるので、アスペクト比 H_{11}/P_{11} と、比 H_{12}/H_{11} を独立に最適化することが可能であり、低反射性と高導電性の両立が可能である。

[0089] 尚、本実施形態では、直線方向である J_1 方向及び J_2 方向に沿って凸部 121 と連結部 123 とが交互に配列され、直線方向である J_3 方向に沿って凸部 121 と凹部 122 とが交互に配列されるが、上記の条件 (7) 及び (8) が成立する限り、本発明はこれに限定されない。例えば、正四角形状の格子を湾曲状に配列する場合、所定の曲線方向に沿って凸部 121 と連結部 123 とが交互に配列されてもよい。

[0090] 尚、本実施形態では、凸部 121 の配置について着目したが、第 1 の実施形態と同様に、凹部 122 の配置について着目してもよい。

[0091] 透明導電膜 130 は、反射防止構造体 110 の凹凸部 120 上に成膜される。透明導電膜 130 の表面形状は、凹凸部 120 に倣った形状であって、凹凸部 120 の表面形状と略同一である。

[0092] 透明導電膜 130 の平均厚さは、例えば 10 nm ~ 80 nm である。平均厚さが 10 nm 未満では、導電性が十分に得られない。また、平均厚さが 80 nm を超えると、透明導電膜 130 の表面形状が、凹凸部 120 に倣った形状となりにくい。

[0093] 透明導電膜 130 の厚さは、傾斜の緩やかな部分で厚く、傾斜の急な部分で薄くなる。透明導電膜 130 の厚さは、凸部 121 の頂点 121a で最も厚く、凸部 121 の頂点 121a と凹部 122 の底点 122a との間の部分で最も薄くなる。

[0094] 凸部 121 の頂点 121a と凹部 122 の底点 122a との間において、高低差 H_{11} (図 13 (B) 参照) が小さくなるほど、傾斜が緩やかになり、透明導電膜 130 の厚さが薄くなるので、電気が流れやすくなる。一方で

、高低差 H_{11} が小さ過ぎると、十分な低反射性が得られなくなる。

[0095] ところで、連結部 123 の所定部分 123a では、凸部 121 の頂点 121a と同様に、傾斜が緩やかであるので、透明導電膜 130 の厚さが厚い。そのため、凸部 121 と連結部 123 とが交互に配列される J_1 方向及び J_2 方向に沿って網状に電流が流れやすい。凸部 121 の頂点 121a と連結部 123 の所定部分 123a との間において、高低差 H_{12} (図 13 (A) 参照) が小さくなるほど (即ち、 H_{12}/H_{11} が小さくなるほど)、傾斜が緩やかになり、透明導電膜 130 の厚さが厚くなるので、電流が流れやすくなる。

[0096] 本実施形態では、上述の如く、高低差 H_{11} と、高低差 H_{12} とを独立に最適化できるので、低反射性と、高導電性との両立が可能である。

[0097] 透明導電膜 30 の材料としては、例えば $ITO (In_2O_3-SnO_2)$: インジウム錫酸化物)、 SnO_2 (酸化錫)、 $IZO (In_2O_3-ZnO)$: インジウム亜鉛酸化物)、 AZO (アルミドープ酸化亜鉛)、 FTO (フッ素ドープ酸化錫)、 GZO (ガリウムドープ酸化亜鉛) などが用いられる。

[0098] 上記構成の積層体 102 の製造方法は、第 1 の実施形態による積層体 2 の製造方法と同様であるので、説明を省略する。

[0099] 以上、本発明の第 1 及び第 2 の実施形態について説明したが、本発明は、上記の実施形態に制限されない。本発明の範囲を逸脱することなく、上記の実施形態に種々の変形や置換を加えることができる。

[0100] 例えば、積層体は、反射防止構造体の裏面 (モスアイ型の凹凸部が形成される面と対向する面) に低反射処理層を有してもよい。低反射処理層は透光性を有する。低反射処理層は、光の干渉作用によって反射率を低下させてもよいし、光の吸収によって反射率を低下させてもよい。低反射処理層は、有機物及び/又は無機物で形成される。低反射処理層の形成方法には、PVD 法や CVD 法等のドライコーティング、ダイコート法、スプレイコート法、インクジェット法、スピンコート法等のウェットコーティングが用いられる。反射防止構造体がタッチパネルに用いられる場合、低反射処理層が外側、

モスアイ型の凹凸部が内側に配置されてもよい。

[0101] また、積層体は、透明導電膜上に保護層を有してもよい。保護層は透光性を有する。保護層は、透明導電膜の凹凸を吸収し、積層体の表面を平滑化する。保護層は有機物及び/又は無機物で形成される。保護層は例えば SiO_2 等で形成される誘電体層であってもよい。

[0102] また、上記実施形態の凸部は頂点に向けて先細り状であるが、凸部が平らな頂部を有してもよい。この場合、特許請求の範囲における「距離」は、凸部の頂部の中心点同士の間の距離である。同様に、上記実施形態の凹部は底点に向けて先細り状であるが、凹部が平らな底部を有してもよい。

[0103] 次に、上記実施形態における積層体の適用例について、図14～図16と共に説明する。

[0104] 図14は、積層体を用いた表示装置の一例を示す断面図である。図14において、表示装置140は、金属電極層141、例えば有機発光ダイオード(OLE D :Organic Light Emitting Diode)又は有機エレクトロルミネセンス(OEL :Organic Electro-Luminescence)素子で形成された発光層142、透明電極層143、及び例えばガラスなどで形成された透明基板144が積層された構成を有する。透明電極層143は、例えば図1に示す積層体2又は図10に示す積層体102で形成可能である。透明電極層143に積層体2又は102の構成を用いることで、透明基板144と透明電極層143との界面での反射が低減され、光の取り出し効率が向上するため、表示装置140の発光効率を向上させることができる。

[0105] 図15は、積層体を用いた照明装置の一例を示す断面図である。図15において、照明装置150は、金属電極層151、例えばOLE D又はOEL素子で形成された発光層152、透明電極層153、及び例えばガラスなどで形成された透明基板154が積層された構成を有する。透明電極層153は、例えば図1に示す積層体2又は図10に示す積層体102で形成可能である。透明電極層153に積層体2又は102の構成を用いることで、透明基板154と透明電極層153との界面での反射が低減され、光の取り出し

効率が向上するため、照明装置 150 の発光効率を向上させることができる。

[01 06] 図 16 は、積層体を用いた太陽電池の一例を示す断面図である。図 16 において、太陽電池 160 は、金属電極層 161、例えば P 型シリコンで形成された P 型半導体層 162-1、例えば N 型シリコンで形成された N 型半導体層 162-2、透明電極層 163、及び例えばガラスなどで形成された透明基板 164 が積層された構成を有する。P 型半導体層 162-1 及び N 型半導体層 162-2 は、発電層の一例である。透明電極層 163 は、例えば図 1 に示す積層体 2 又は図 10 に示す積層体 102 で形成可能である。透明電極層 163 に積層体 2 又は 102 の構成を用いることで、透明基板 164 と透明電極層 163 との界面での反射が低減され、光の取り込み効率が向上するため、太陽電池 160 の発電効率を向上することができる。

[01 07] なお、太陽光発電装置の一例であるソーラーパネル（図示せず）は、例えば図 16 に示す如き太陽電池 160 を複数、例えばマトリクス状に配置した構成を有する。この場合、各太陽電池 160 の透明電極層 163 に積層体 2 又は 102 の構成を用いることで、各太陽電池 160 の透明基板 164 と透明電極層 163 との界面での反射が低減され、各太陽電池 160 光の取り込み効率が向上するため、ソーラーパネルの発電効率を向上することができる。

実施例

[01 08] 以下に、実施例等により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの例によって限定されるものではない。

[実施例 1]

実施例 1 では、図 6、図 7 及び図 9 に示す方法で周期的な凹凸部を表面に有する反射防止構造体を作製し、反射防止構造体の凹凸部に透明導電膜を成膜して積層体を作製した。反射防止構造体の凹凸部の凸部は、正六方格子状に周期的に配置した。

[01 10] スタンプの原型は、基体としてのガラス基板上にアクリル系樹脂からなる

レジスト膜を成膜し、レジスト膜に干渉縞を2回露光した後、レジスト膜を現像して作製した。干渉縞の光源にはArFエキシマーレーザー（波長193 nm）を用い、1回目の干渉縞と2回目の干渉縞との交差角は60°とした。作製した原型は表面に凹凸部を有していた。

[01 11] 原型の凹凸部の寸法形状は、AFM (Seiko Instruments 社製、L-t race) で測定すると、凸部の頂点と凹部の底点との高低差は250 nm、凸部の頂点と連結部との高低差は125 nm、凸部の頂点の最短ピッチは250 nmである。

[01 12] スタンパは、原型の凹凸部に電鍍法でNi層を形成し、Ni層を原型から剥離して作製した。スタンパの表面の寸法形状をAMFで測定した結果、スタンパの表面には原型の凹凸部を反転転写した形状の凹凸部が形成されていた。

[01 13] 反射防止構造体は、基体としての二軸延伸PETフィルム上に光硬化性のアクリル系樹脂をスピコート法で塗布し、塗布層の表面にスタンパの凹凸部を押し付けた状態でUV光を照射し、塗布層を硬化して作製した。塗布層をUV硬化してなる樹脂層の表面の寸法形状をAFMで測定した結果、樹脂層の表面にはスタンパの凹凸部の形状を反転転写した凹凸部が形成されていた。樹脂層の凹凸部は、原型の凹凸部と略同じ寸法形状を有しており、H1（図4（A）参照）= 250 nm、H2（図4（B）参照）= 125 nm、P1（図4（A）及び（B）参照）= 250 nmである。

[01 14] 積層体は、反射防止構造体の凹凸部に透明導電膜を成膜して作製した。透明導電膜には、真空スパッタ法で成膜したITO膜（平均厚さ20 nm、40 nm、60 nm）を用いた。平均厚さは、凹凸部に成膜する際に、凹凸構造のない平坦な平板部分の表面に成膜して形成される透明導電膜の厚さを意味する。

[01 15] 積層体の透明導電膜側の表面抵抗は、非接触導電率計（DeLcom Instrument s, Inc. 社製、717 Conductance Monitor）により測定した。測定の結果を図18に示す。図18において、横軸は透明導電膜の厚さ（nm）、縦軸は表

面抵抗率 ($\Omega/\square$) である。

[01 16] 透明導電膜 (平均厚さ 60 nm) の表面に可視光を照射したときの反射率は、分光測定機 (日本分光社製、ARM-500N) により測定した。測定の結果を図 19 に示す。図 19 において、横軸は入射光の波長 (nm)、縦軸は反射率 (%) である。また、図 19 において、L1 は実施例 1 の測定結果、L11 は後述の比較例 1 の測定結果を表す。

[01 17] [比較例 1]

比較例 1 では、従来の凹凸部を表面に有する反射防止構造体を作製し、反射防止構造体の凹凸部上に透明導電膜を成膜して積層体を作製した。反射防止構造体の凹凸部の凸部は、正六方格子状に周期的に配置した。

[01 18] スタンパの原型は、基体としてのシリコン基板上にアクリル系樹脂からなるレジスト膜を成膜し、EB 描画装置によって露光した後、レジスト膜を現像して作製した。作製した原型は表面に凹凸部を有しており、当該凹凸部は図 17 に示すように、平面 92 上に錐状の突起部 94 が多数 (図 17 では 5 つのみ図示) 配列された構造であった。

[01 19] 各突起部 94 は、円錐台の頂面と側面との角部を丸く面取りしたものであって、球面の一部で構成される先端部を有する。隣り合う 3 つの突起部 94 の底面 94a の外周が平面 92 において 1 点で交わるように、突起部 94 の下部同士が一部重なっている。

[01 20] 原型の凹凸部の寸法形状は、AFM (Seiko Instruments 社製、L-t race) で測定すると、突起部 94 の高さ H21 は 450 nm、突起部 94 の頂点 94b のピッチ P21 は 300 nm である。

[01 21] スタンパは、原型の凹凸部上に電鍍法で Ni 層を形成し、Ni 層を原型から剥離して作製した。スタンパの表面の寸法形状を AFM で測定した結果、スタンパの表面には原型の凹凸部を反転転写した形状の凹凸部が形成されていた。

[01 22] 反射防止構造体は、基体としてのガラス基板上に UV 硬化性のアクリル系樹脂をスピコート法で塗布し、塗布層の表面にスタンパの凹凸部を押し付

けた状態でUV光を照射し、塗布層を硬化して作製した。塗布層をUV硬化してなる樹脂層の表面の寸法形状をAFMで測定した結果、樹脂層の表面にはスタンプの凹凸部の形状を反転転写した凹凸部が形成されていた。樹脂層の凹凸部は、原型の凹凸部と略同じ寸法形状を有しており、 $H_{21} = 450 \text{ nm}$ 、 $P_{21} = 300 \text{ nm}$ である。

[01 23] 積層体は、反射防止構造体の凹凸部に透明導電膜を成膜して作製した。透明導電膜には、真空スパッタ法で成膜したITO膜（平均厚さ20 nm、40 nm、60 nm）を用いた。

[01 24] 積層体の表面抵抗率及び反射率（透明導電膜の平均厚さ60 nm）は、実施例1と同様にして測定した。測定の結果を図18及び図19に示す。

[01 25] 図18及び図19から、実施例1の構造は、比較例1の構造と異なり、低反射性及び高導電性の両方を有していることがわかる。比較例1では、反射構造体の凸部が上記の条件（1）及び（2）を満たしておらず、表面抵抗率が高い。比較例1では、反射防止構造体の凸部同士の間において傾斜が急峻なためである。

産業上の利用可能性

[01 26] 本発明は、例えば表示装置、照明装置、太陽電池、ソーラーパネルなどに使用できる積層体、及び積層体の製造方法に好適である。

[01 27] 本出願は、2011年12月8日に日本国特許庁に出願された特願2011-269060に基づくものであり、その出願を優先権主張するものであり、その出願の全ての内容を参照することにより包含するものである。

符号の説明

[01 28] 2 積層体
10 反射防止構造体
20 凹凸部
21 凸部
21a 頂点
22 凹部

2 2 a 底点

2 3 連結部

3 0 透明導電膜

5 0 原型

5 1 基体

5 2 レジスト膜

5 3、5 4 感光部

請求の範囲

- [請求項1] 周期的な凹凸部を表面に有する反射防止構造体と、
 前記凹凸部上に成膜される透明導電膜とを有し、
 最外側の凸部を除く任意の凸部と、該任意の凸部からの距離の合計が最短である6個の凸部とは、（1）該6個の凸部のうちの4個の前記凸部のそれぞれと前記任意の凸部との間に凸部の頂点よりも低く凹部の底点よりも高い位置で凸部同士を連結する連結部が存在し、（2）該6個の凸部のうちの残りの2個の前記凸部のそれぞれと前記任意の凸部との間に凹部が存在するように、配置されることを特徴とする積層体。
- [請求項2] 前記任意の凸部を中心に交差する3方向のうち、2方向に沿って前記凸部と前記連結部とが交互に配置され、残りの一方向に沿って前記前記凸部と前記凹部とが交互に配置される請求項1に記載の積層体。
- [請求項3] 前記凸部は、正六方格子状に周期的に配置される請求項1又は2に記載の積層体。
- [請求項4] 前記凸部は、正四方格子状に周期的に配置される請求項1又は2に記載の積層体。
- [請求項5] 金属電極層、発光層、透明電極層、及び透明基板が積層された構成を有し、
 前記透明電極層は、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の積層体で形成された表示装置。
- [請求項6] 金属電極層、発光層、透明電極層、及び透明基板が積層された構成を有し、
 前記透明電極層は、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の積層体で形成された照明装置。
- [請求項7] 金属電極層、発電層、透明電極層、及び透明基板が積層された構成を有し、
 前記透明電極層は、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の積層体

で形成された太陽電池。

[請求項8]

周期的な凹凸部を表面に有する原型を用いて周期的な凹凸部を表面に有する反射防止構造体を製造する工程と、

前記反射防止構造体の前記凹凸部上に透明導電膜を成膜する工程とを有し、

前記原型において、最外側の凸部を除く任意の凸部と、該任意の凸部からの距離の合計が最短である6個の凸部とは、(1)該6個の凸部のうちの4個の前記凸部のそれぞれと前記任意の凸部との間に凸部の頂点よりも低く凹部の底点よりも高い位置で凸部同士を連結する連結部が存在し、(2)該6個の凸部のうちの残りの2個の前記凸部のそれぞれと前記任意の凸部との間に凹部が存在するように、配置されることを特徴とする積層体の製造方法。

[請求項9]

前記任意の凸部を中心に交差する3方向のうち、2方向に沿って前記凸部と前記連結部とが交互に配置され、残りの一方向に沿って前記前記凸部と前記凹部とが交互に配置される請求項8に記載の積層体の製造方法。

[請求項10]

前記原型を製造する工程をさらに有し、

該工程は、

基体上にレジスト膜を成膜する工程と、

該レジスト膜の表面に、第1の方向に沿って光強度が変化する第1の干渉縞を露光する工程と、

該レジスト膜の表面に、前記第1の方向と交差する第2の方向に沿って光強度が変化する第2の干渉縞を露光する工程と、

前記第1及び第2の干渉縞の露光後に、前記レジスト膜を現像する工程とを有する請求項8又は9に記載の積層体の製造方法。

[請求項11]

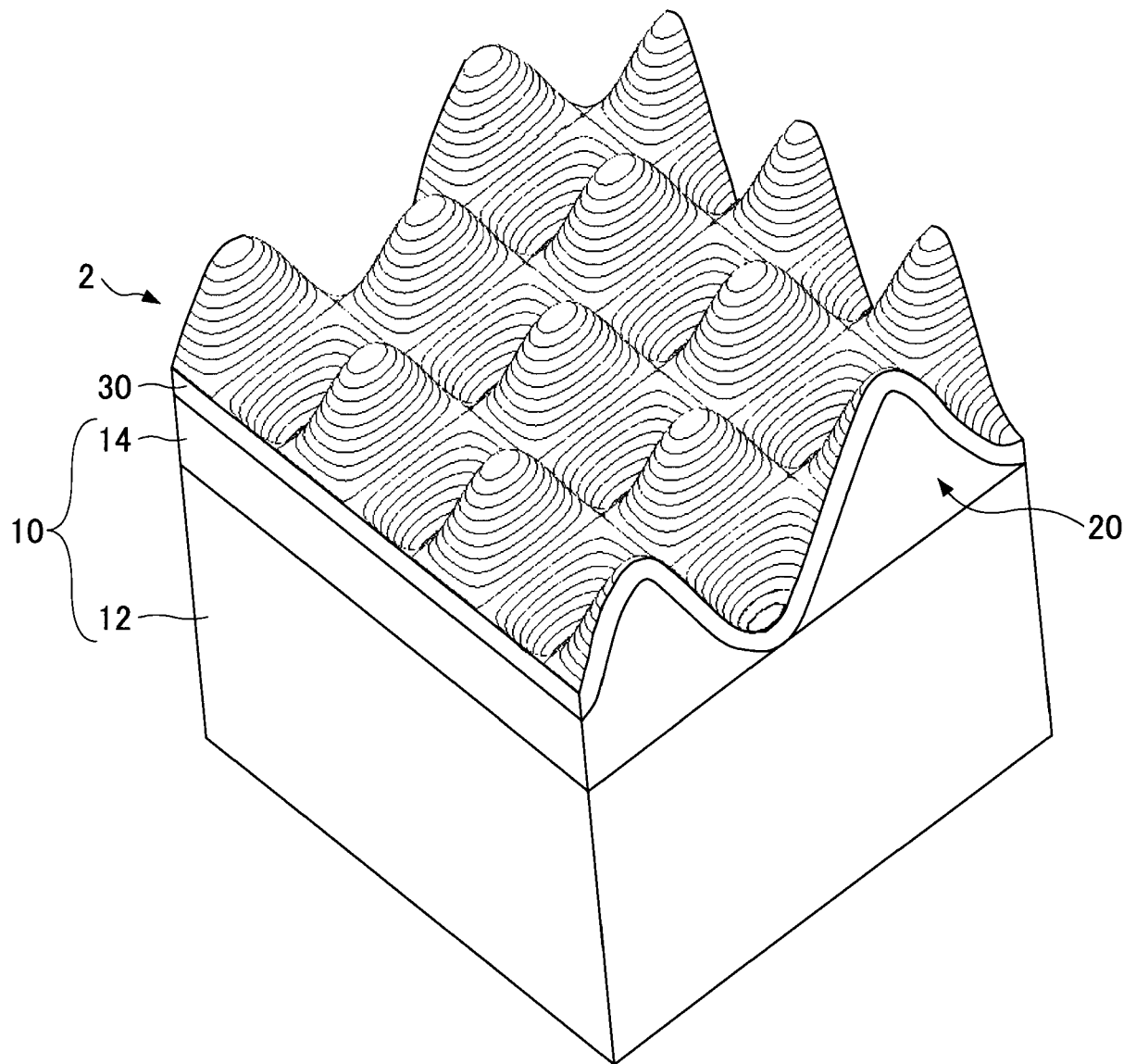
前記第1の方向と前記第2の方向とのなす角が 60° である請求項10に記載の積層体の製造方法。

[請求項12]

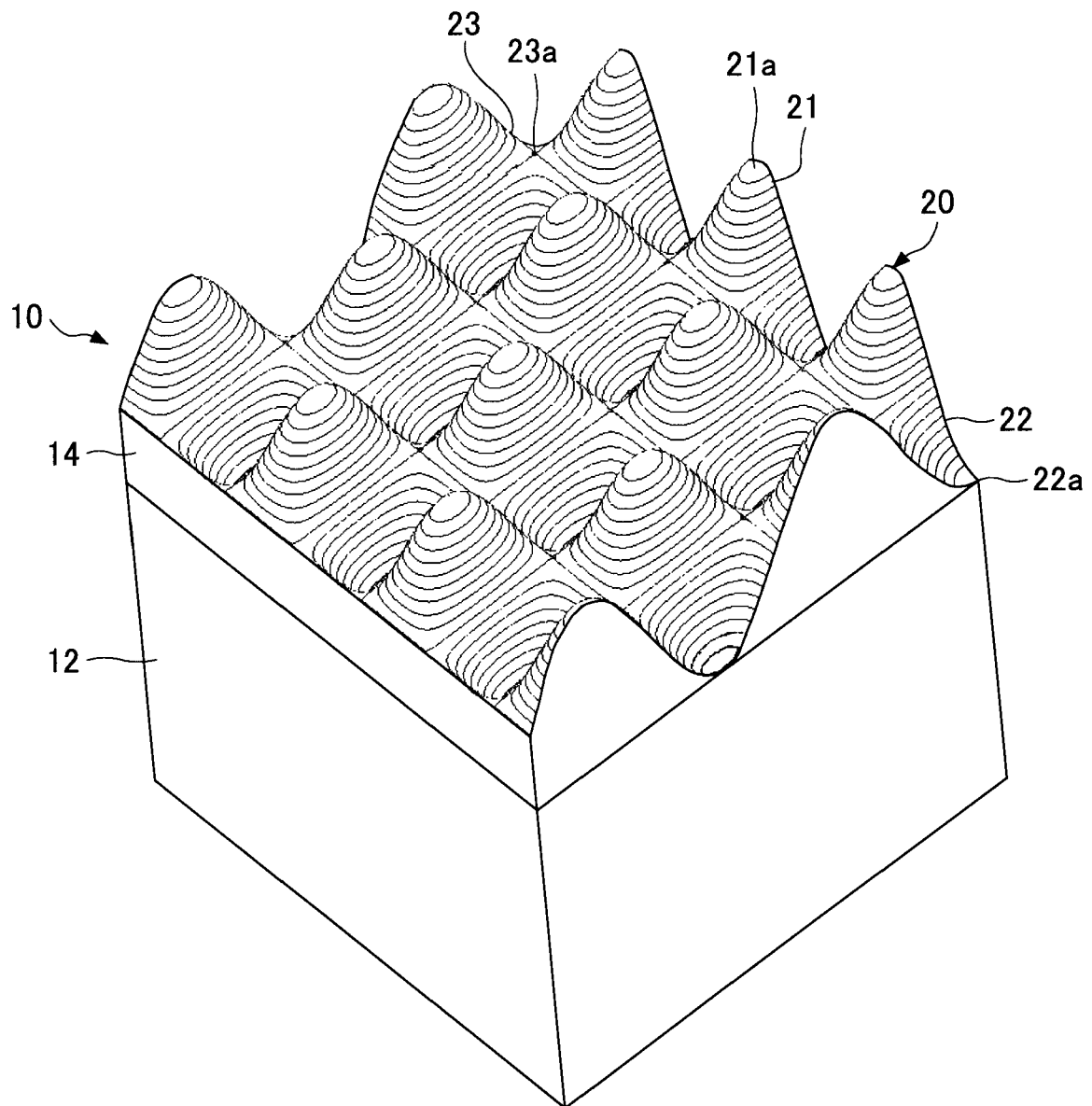
前記第1の方向と前記第2の方向とのなす角が 90° である請求項

1 o に記載の積層体の製造方法。

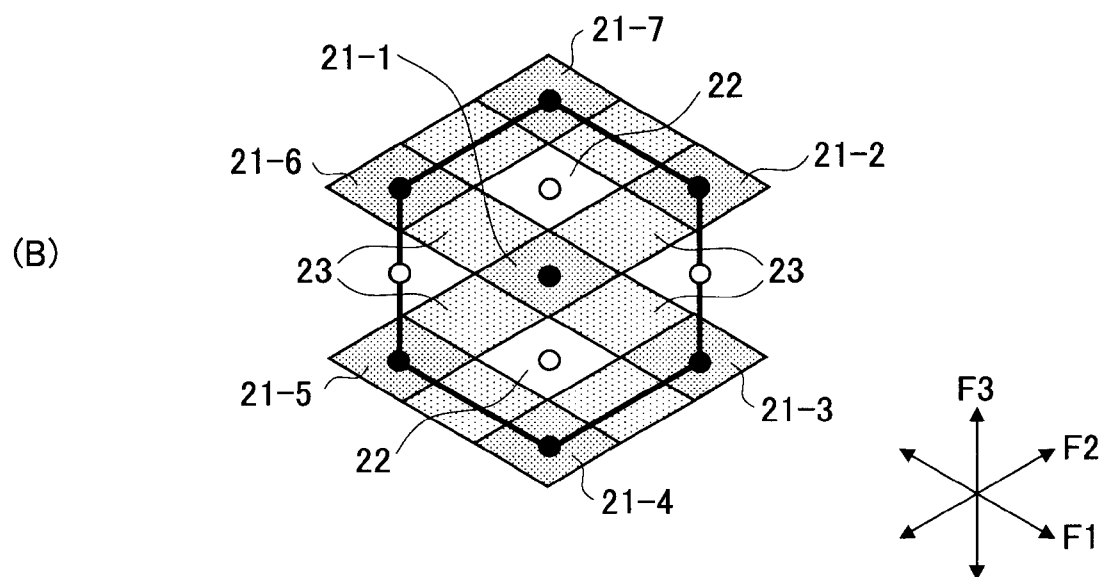
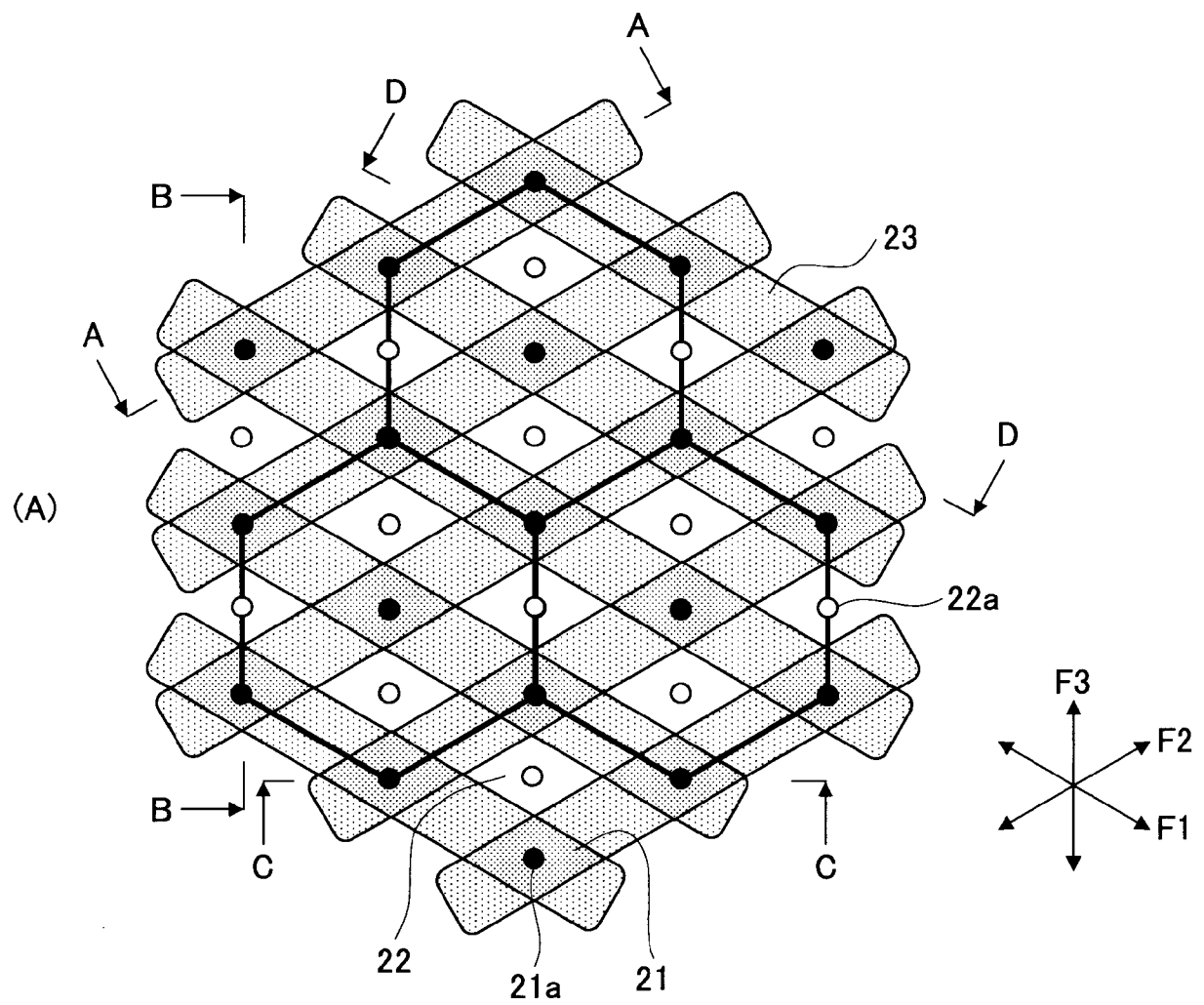
[図1]



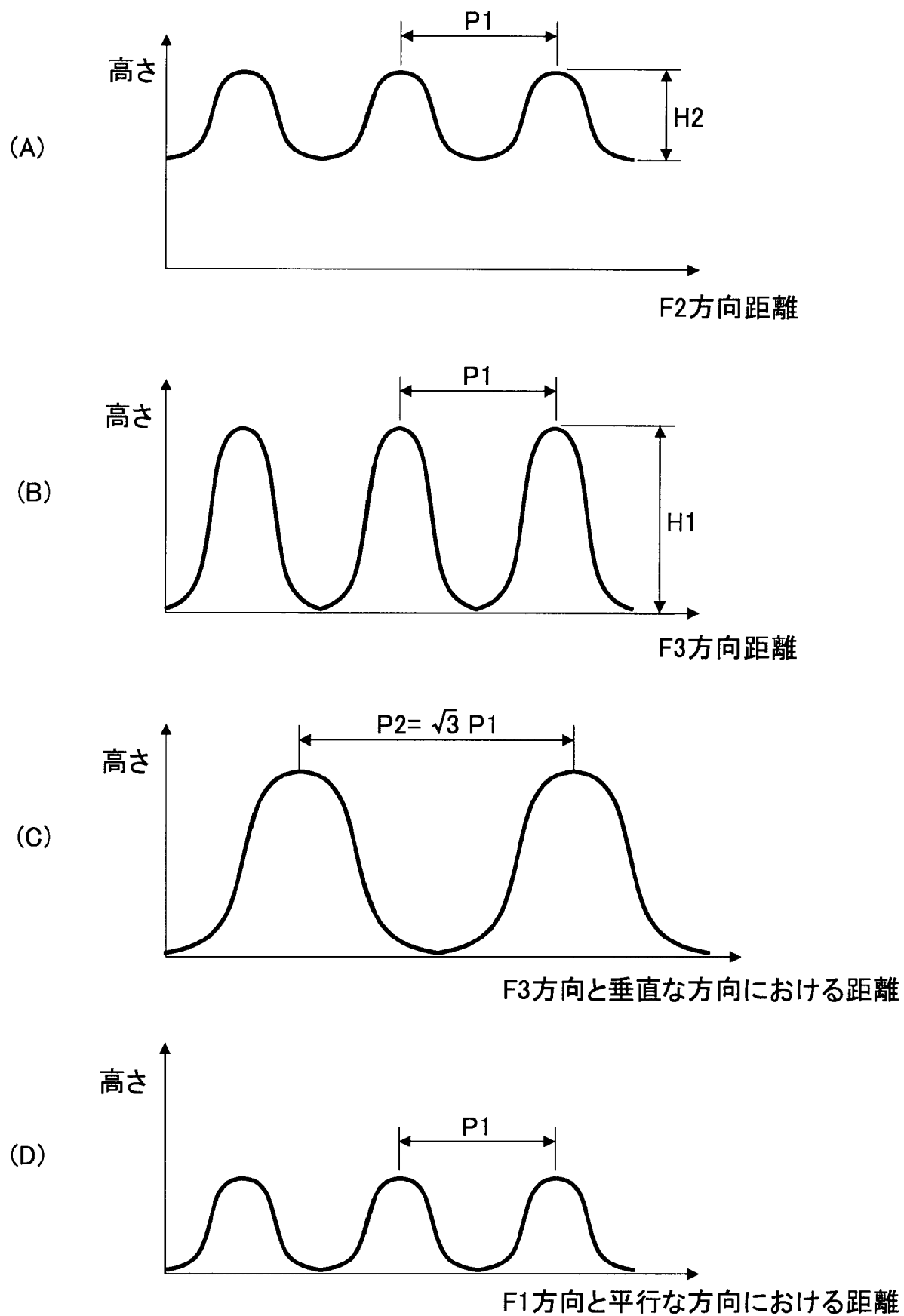
[図2]



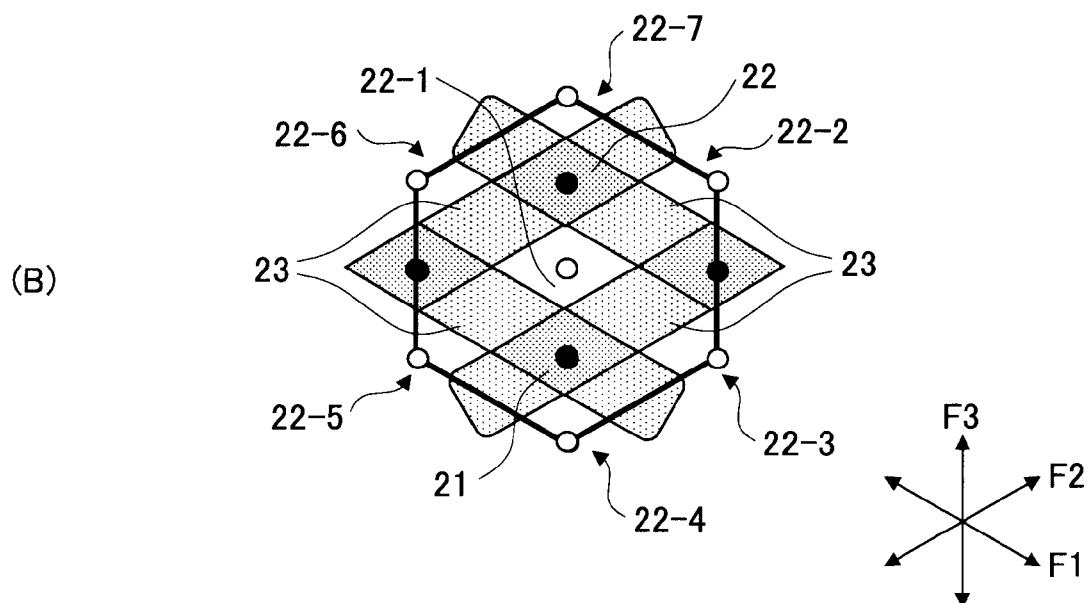
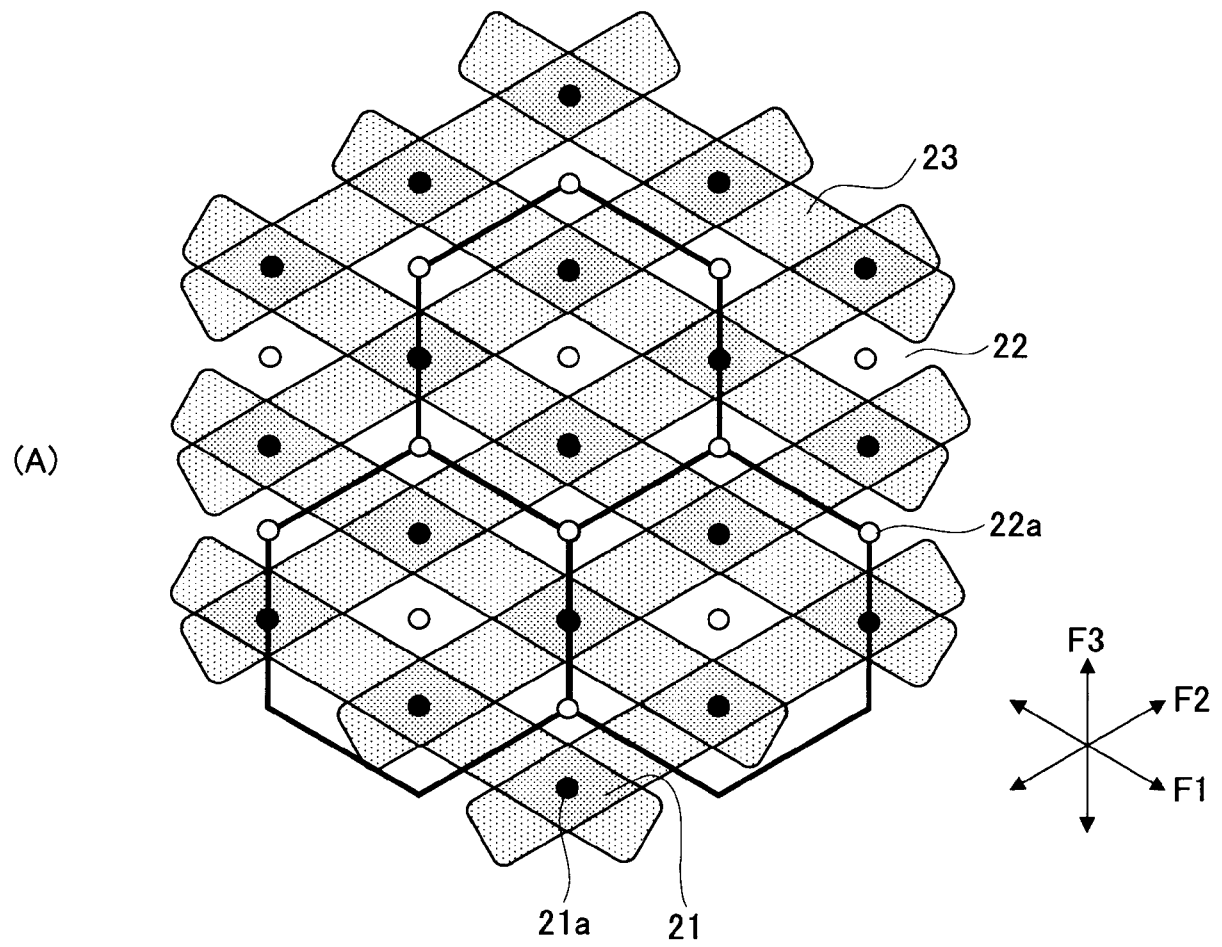
[図3]



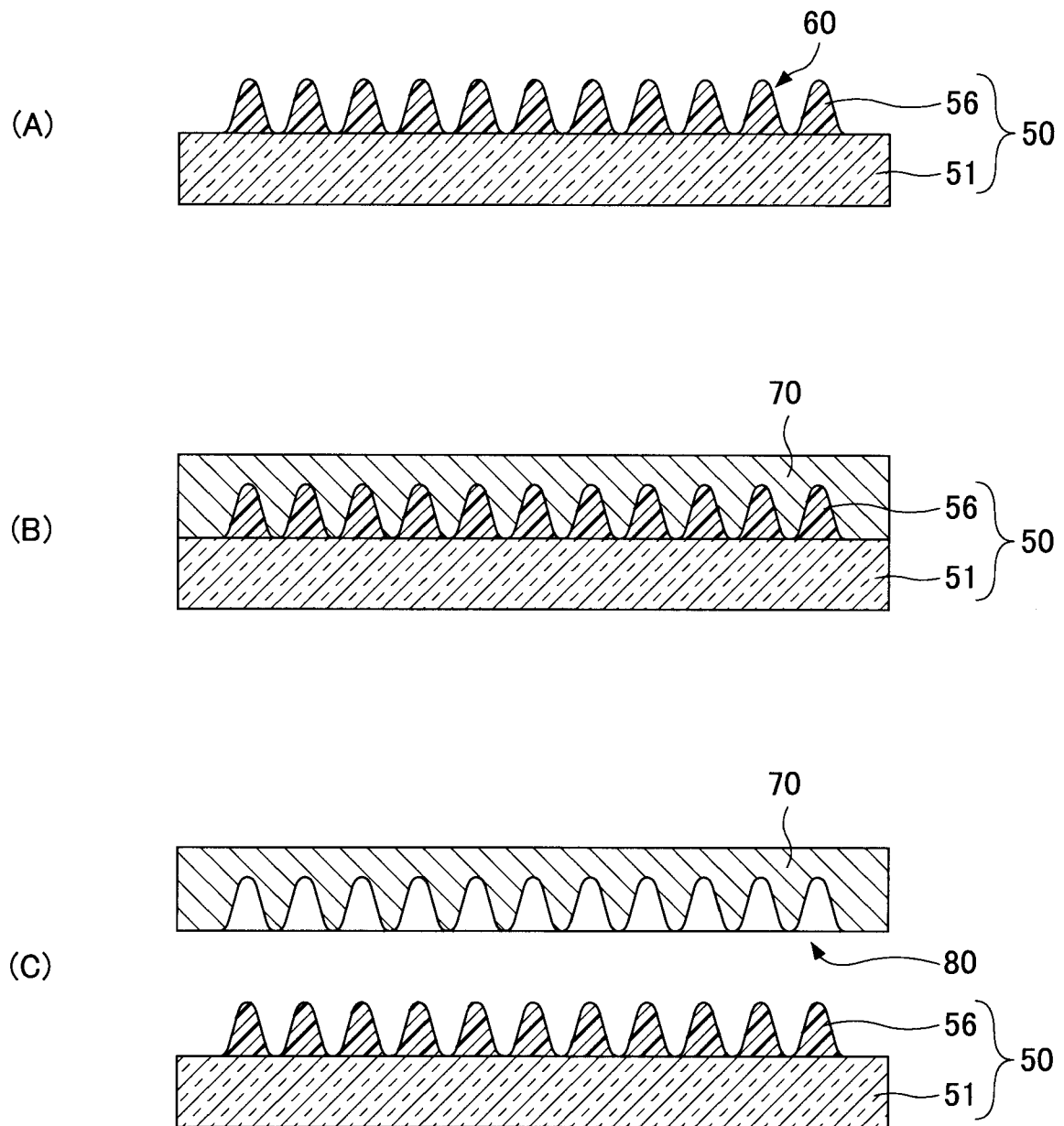
[図4]



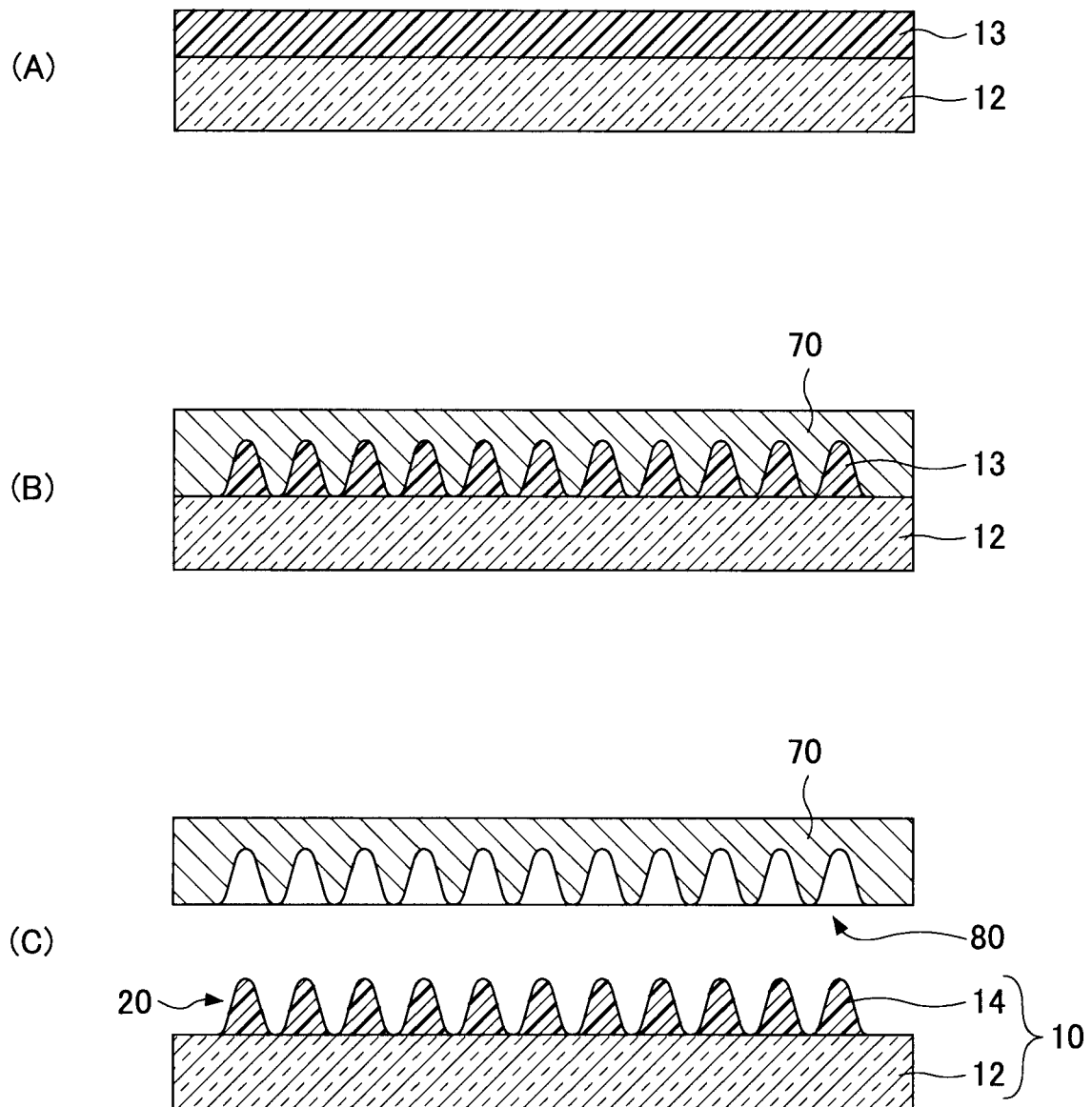
[図5]



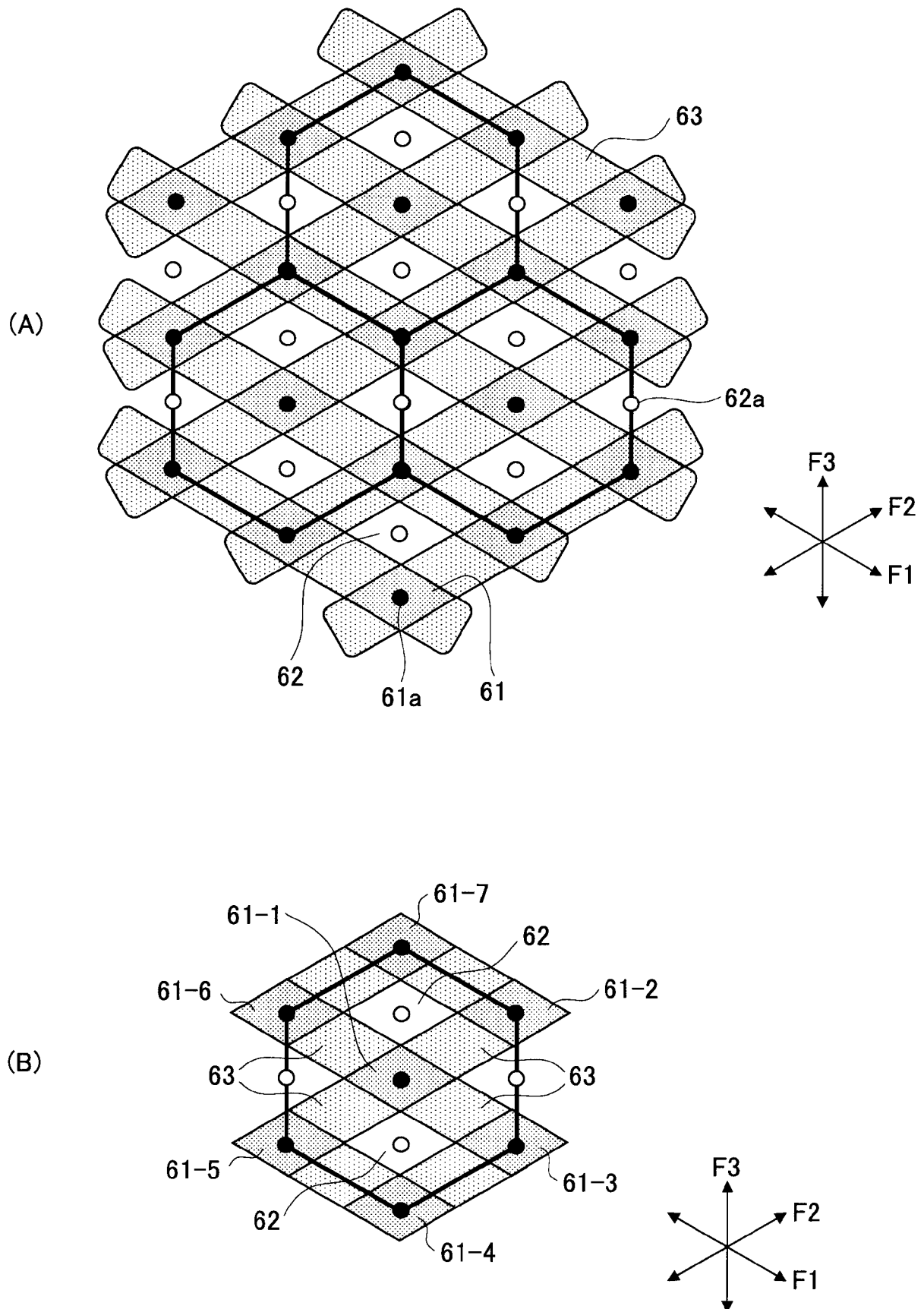
[図6]



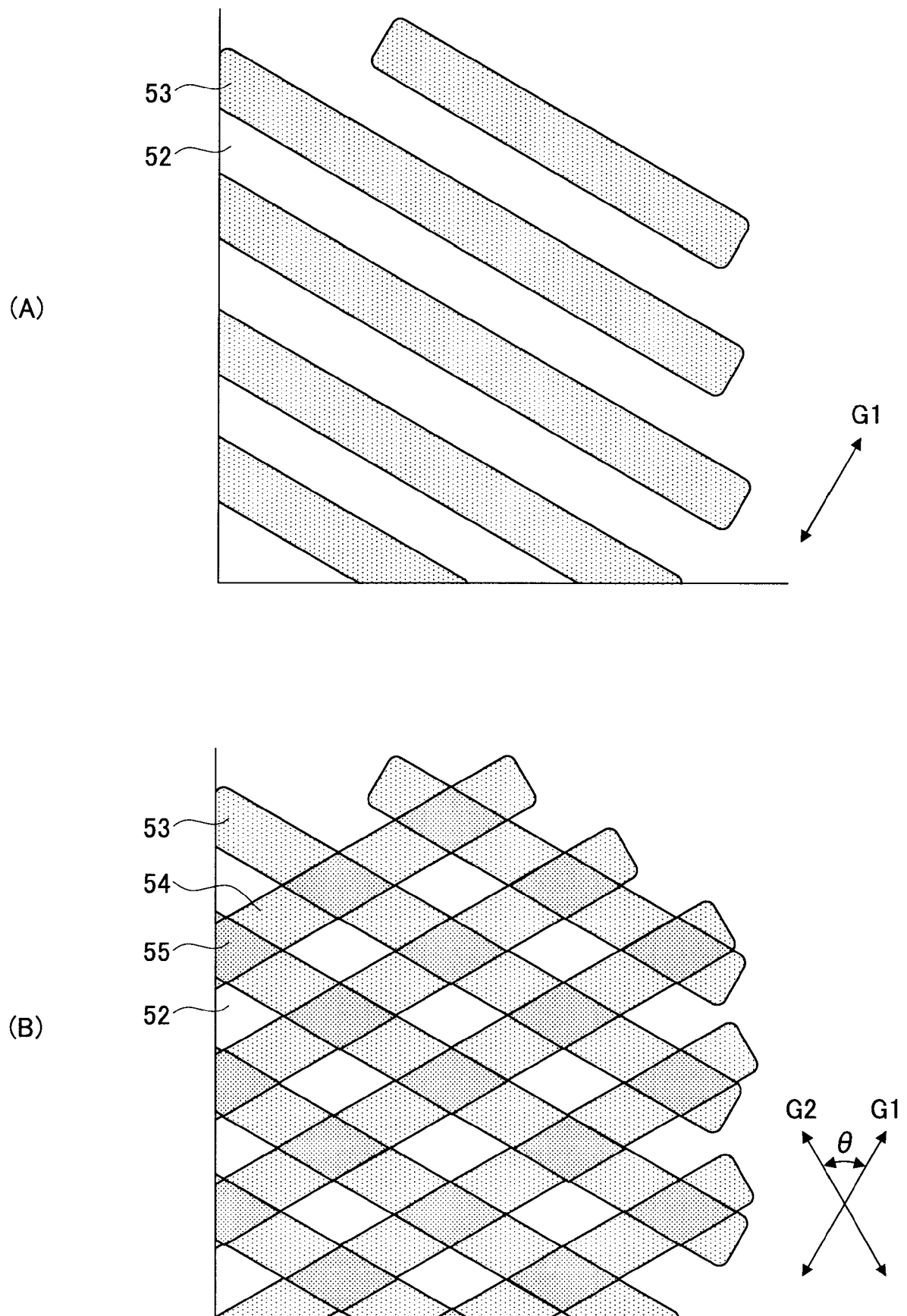
[図7]



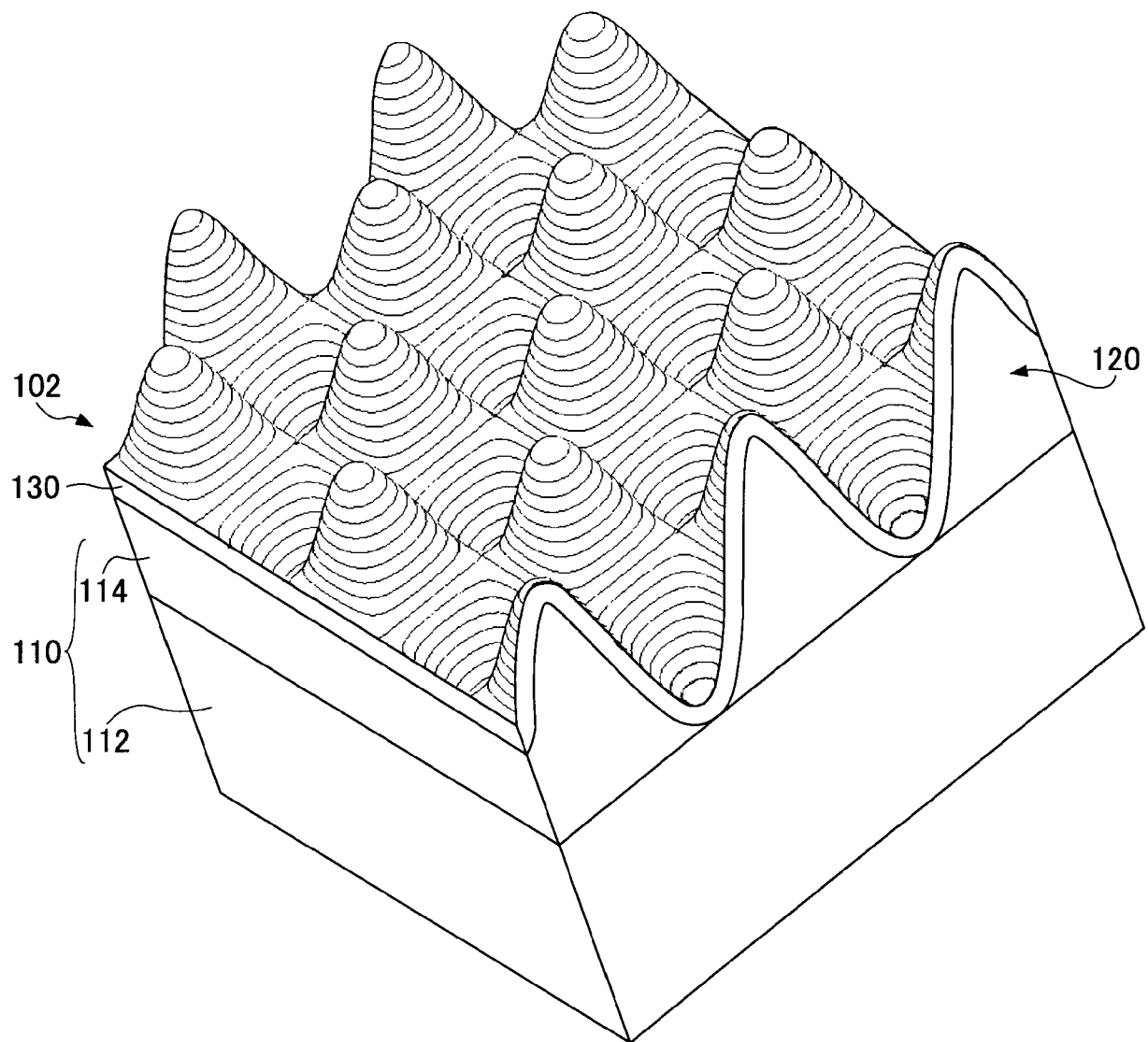
[図8]



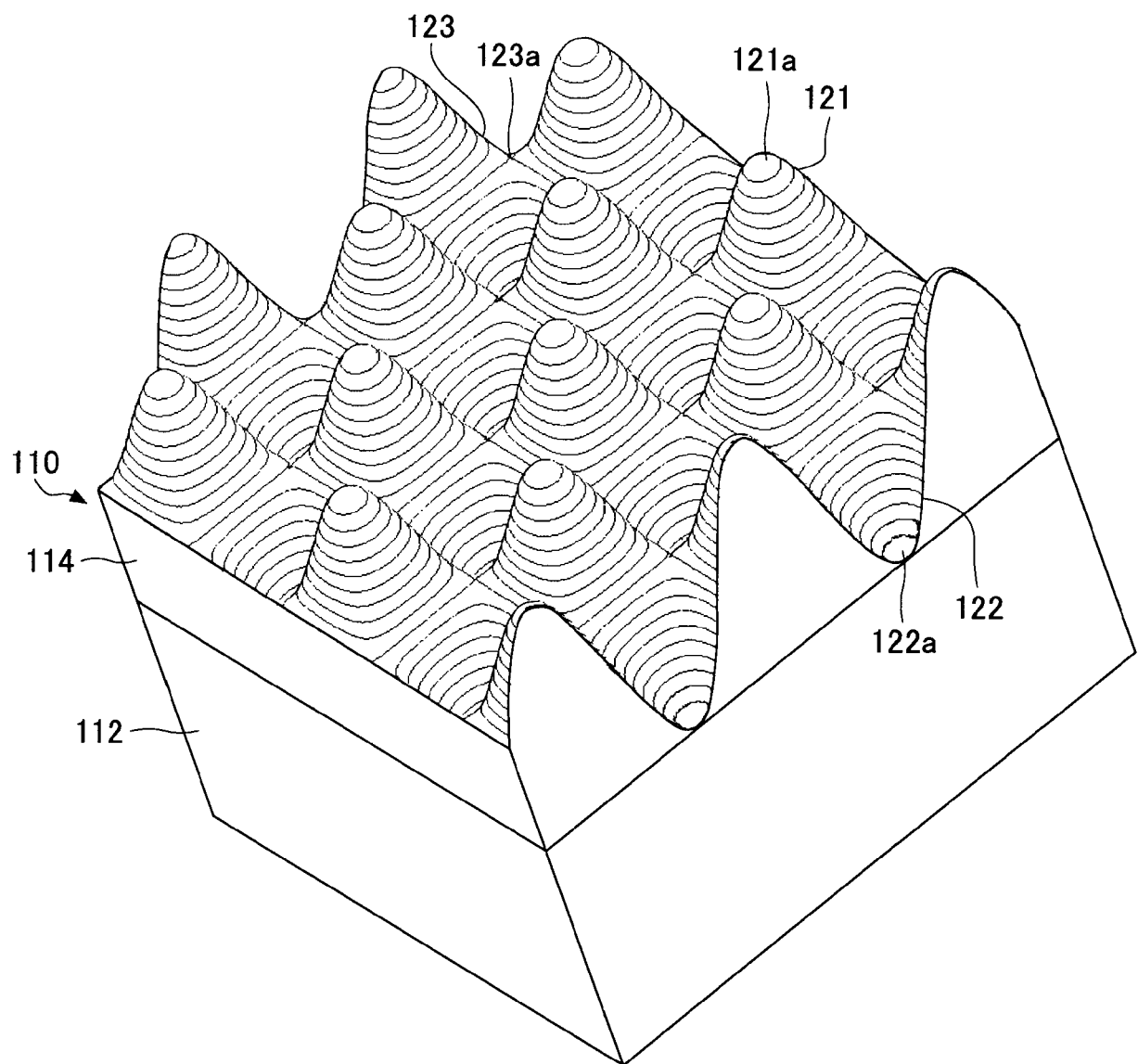
[図9]



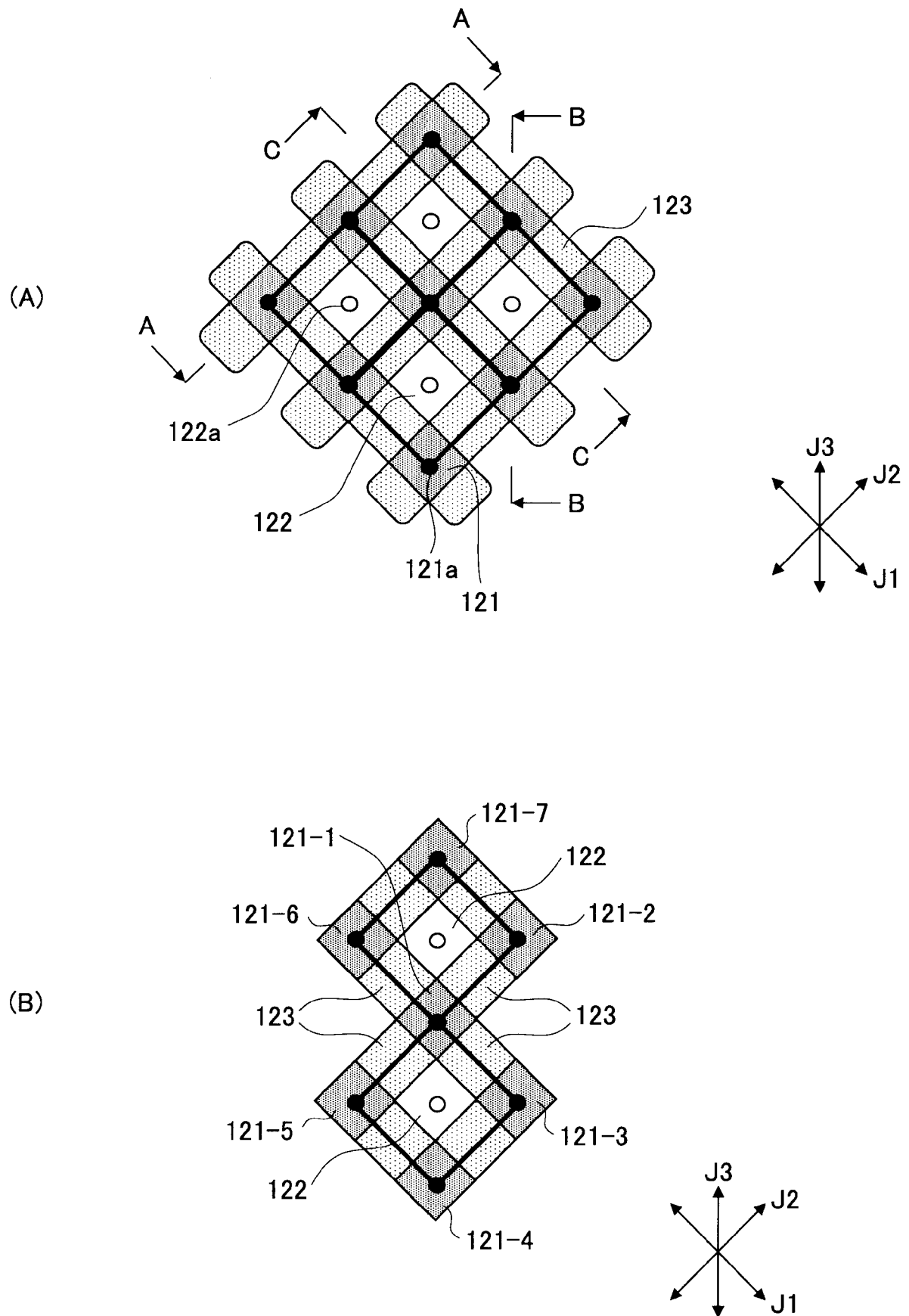
[図10]



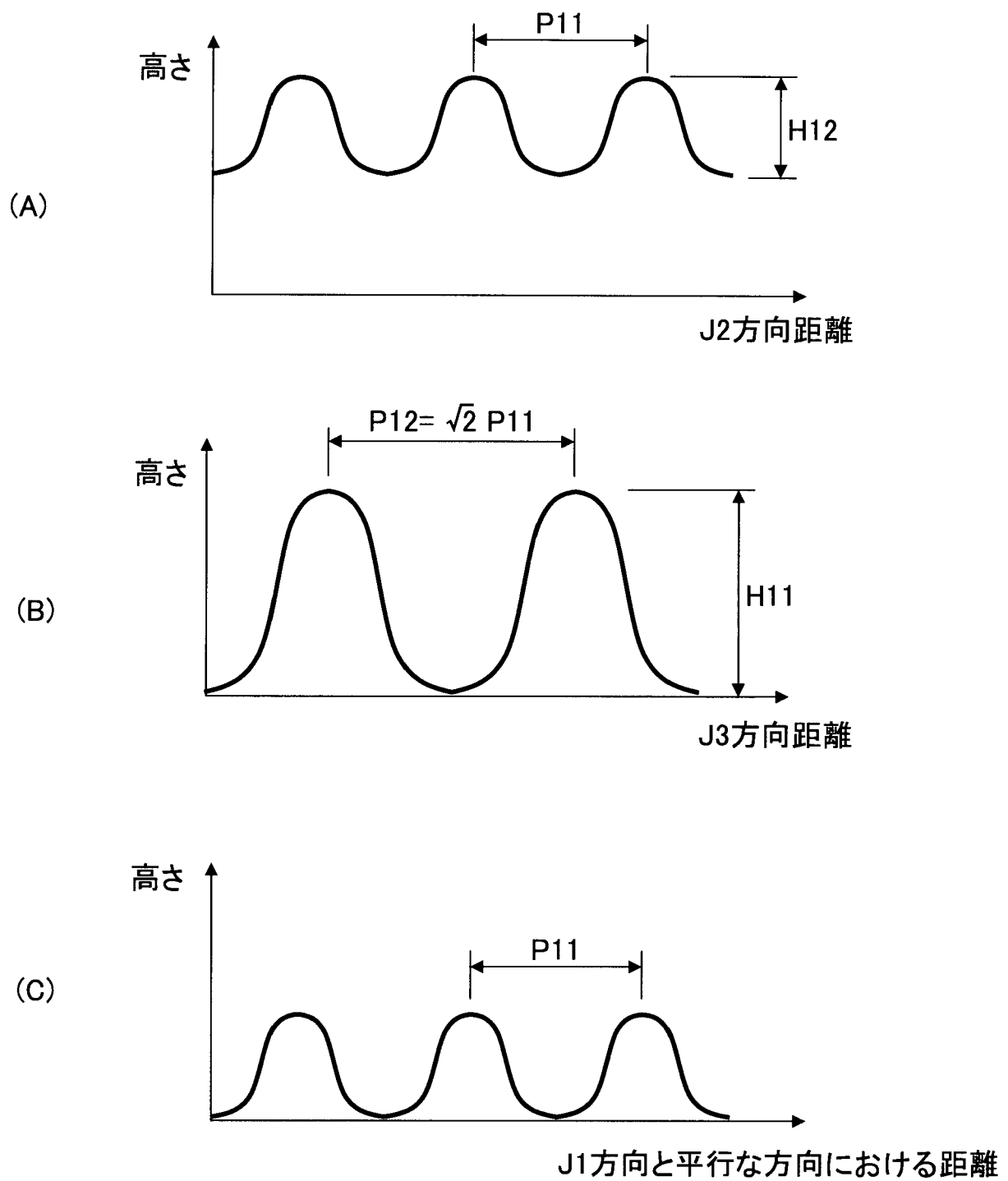
[図11]



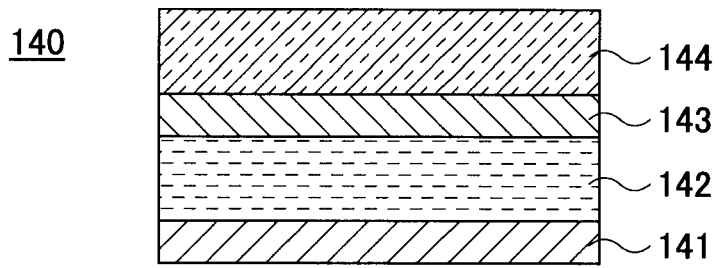
[図12]



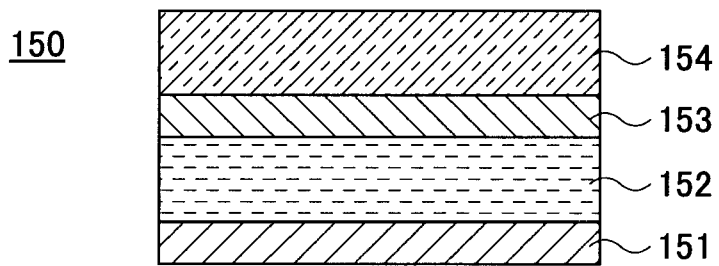
[図13]



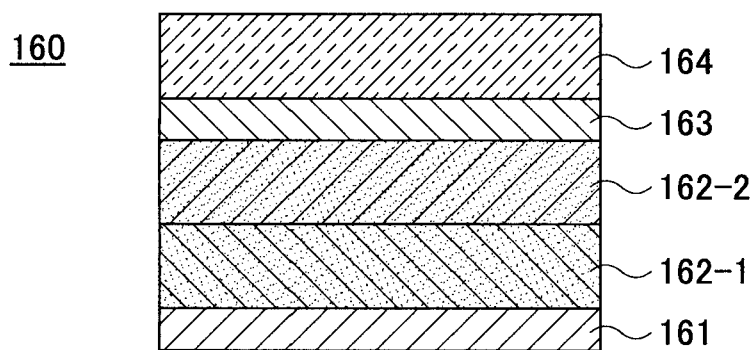
[図14]



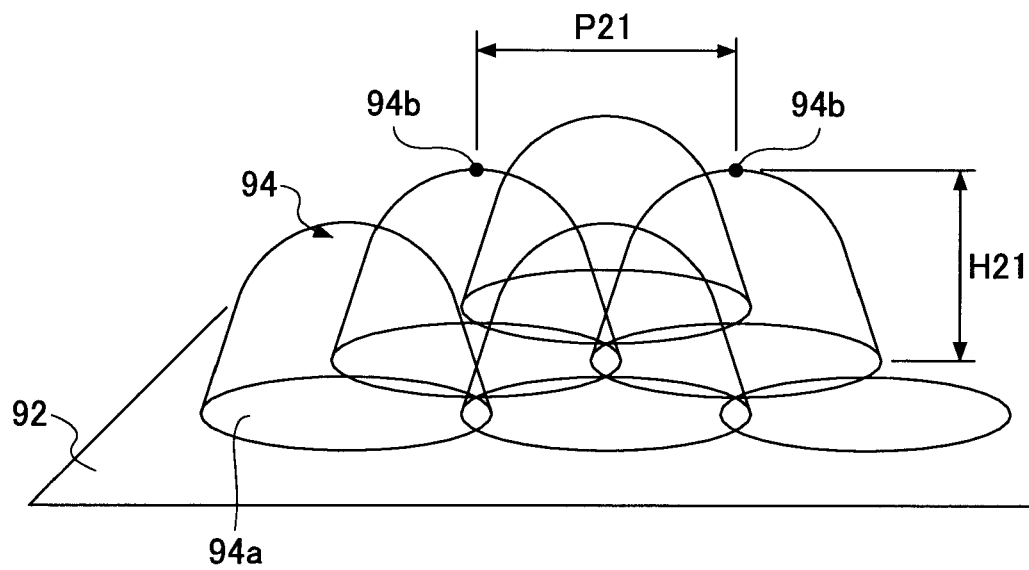
[図15]



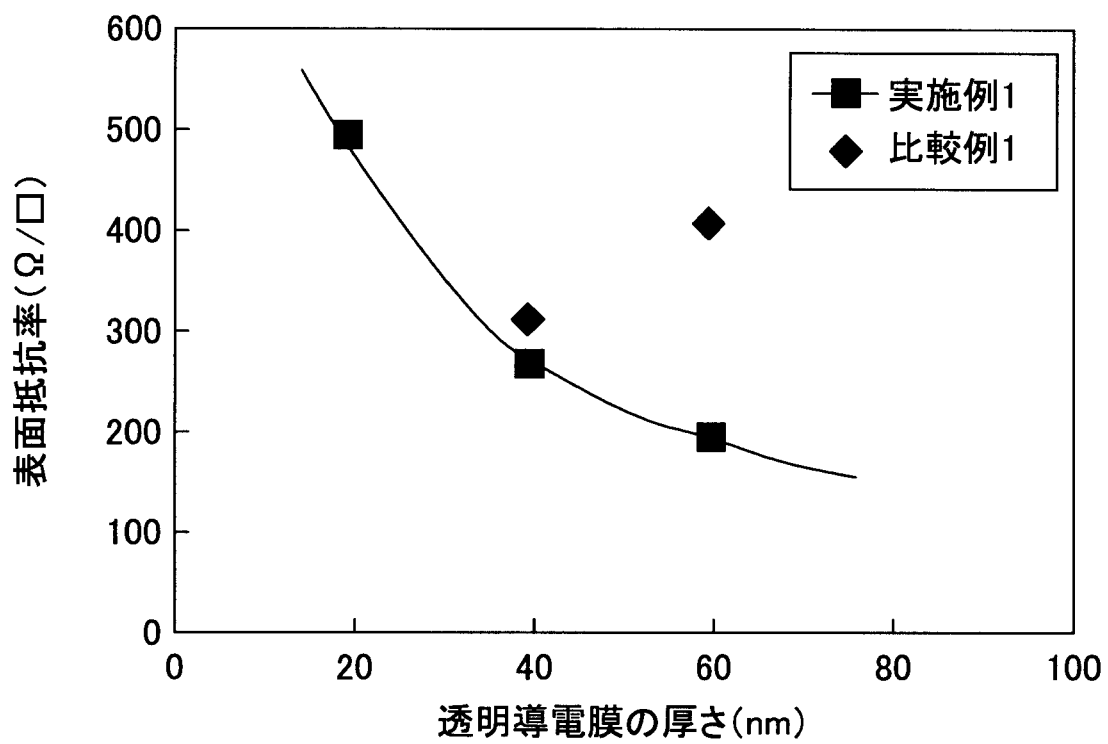
[図16]



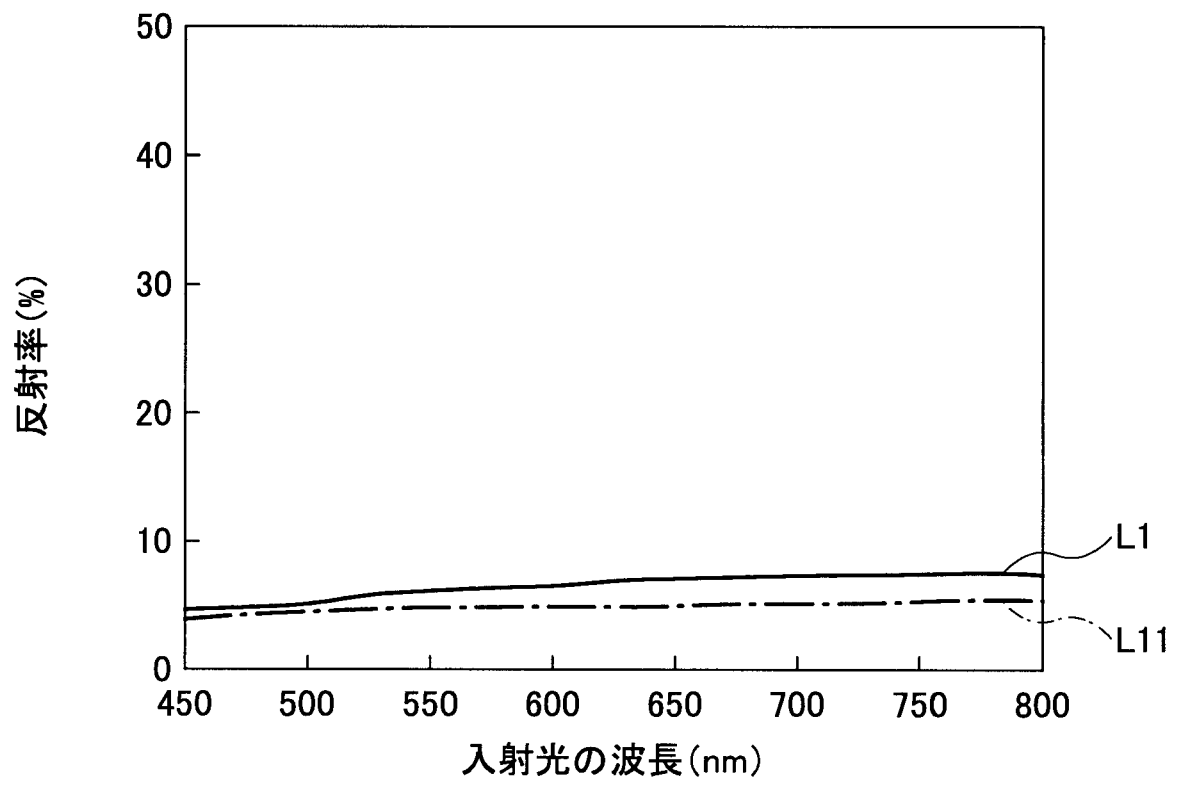
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 081418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B1 / 11 (2006.01)i , B32B3/3 0 (2006.01)i , B32B 7/02 (2006.01)i , G02F1 / 1335 (2006.01)i , G06F3/0 41 (2006.01)i , H01B5/1 4 (2006.01)i , H01B1 3/0 0 (2006.01)i , H01L31 / 04 (2006.01)i , H01L51 / 50 {2006.01)i , H05B33/2 8 {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)

G02B1 / 11 , B32B3 / 30 , B32B7 / 02 , G02F1 / 1335 , G06F3 / 041 , H01B5 / 14 , H01B13 / 00 , H01L31 / 04 , H01L51 / 50 , H05B3 3 / 28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2013
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

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.
A	JP 2011-154338 A (Sony Corp.), 11 August 2011 (11.08.2011), paragraphs [0031], [0055]; figs. 1, 2 & WO 2011/027909 A1	1-12
A	JP 2008-165213 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 17 July 2008 (17.07.2008), entire text; all drawings & WO 2008/069164 A1	1-12

☐

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

"I" 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
08 January , 2013 (08.01.13)

Date of mailing of the international search report
22 January , 2013 (22.01.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B1/1 K2006. 01) i, B32B3/30 (2006. 01) i, B32B7/02 (2006. 01) i, G02F1/1335 (2006. 01) i, G06F3/041 (2006. 01) i, H01B5/14 (2006. 01) i, H01B13/00 (2006. 01) i, H01L31/04 (2006. 01) i, H01L51/50 (2006. 01) i, H05B33/28 (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 (I P C))

Int.Cl. G02B1/1 1, B32B3/30, B32B7/02, G02F1/1335, G06F3/041, H01B5/14, H01B13/00, H01L31/04, H01L51/50, H05B33/28

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	1 9 2 2 — 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 — 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 — 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 — 2 0 1 3 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
A	JP 2011-154338 A (ソニー株式会社) 2011. 08. 11, 【0 0 3 1】、【0 0 5 5】、図 1、2 & wo 2011/027909 A1	1 - 1 2
A	JP 2008-165213 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2008. 07. 17, 全文全図 & wo 2008/069164 A1	1 - 1 2

Γ 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

IA 「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」
 IE 「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」
 I 「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)」
 IΘ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
 IP 「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」
 IY 「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」
 I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

0 8 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 — 8 9 1 5

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)

右川 幸吾

2 0

9 8 1 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1