

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-262205
(P2008-262205A)

(43) 公開日 平成20年10月30日(2008.10.30)

(51) Int.Cl.

G02B 5/30 (2006.01)

F 1

テーマコード(参考)

G02F 1/1335 (2006.01)

G02B 5/30

2H149

G02F 1/13357 (2006.01)

G02F 1/1335 510

2H191

G02F 1/13357 (2006.01)

G02F 1/13357

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-103955 (P2008-103955)
 (22) 出願日 平成20年4月11日 (2008.4.11)
 (31) 優先権主張番号 10-2007-0036621
 (32) 優先日 平成19年4月13日 (2007.4.13)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 390019839
 三星電子株式会社
 SAMSUNG ELECTRONICS
 CO., LTD.
 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
 416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si,
 Gyeonggi-do 442-742
 (KR)
 (74) 代理人 110000671
 八田国際特許業務法人
 (72) 発明者 金局 ▲げん▼
 大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14
 -1番地 三星綜合技術院内

最終頁に続く

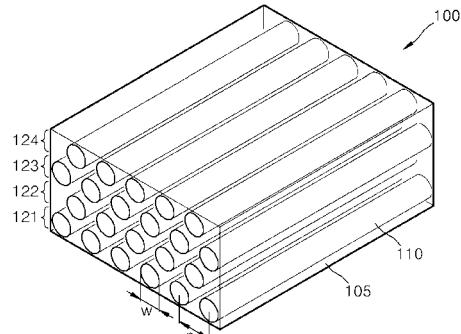
(54) 【発明の名称】ナノワイヤーグリッド偏光子及びそれを採用した液晶ディスプレイ装置

(57) 【要約】

【課題】ナノワイヤーグリッド偏光子及びそれを採用した液晶ディスプレイ装置を提供する。

【解決手段】可視光領域の入射光のうち、第1偏光は透過し、第2偏光は反射するナノワイヤーグリッド偏光子100において、誘電体層と、誘電体層の内部にナノワイヤーが互いに平行に離隔されて周期的に配列された複数個のナノワイヤーアレイ層121、122、123、124と、を備え、複数個のナノワイヤーアレイ層121、122、123、124が互いに離隔されるように積層される。

【選択図】図4A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

可視光領域の入射光のうち、第1偏光は透過し、第2偏光は反射するナノワイヤーグリッド偏光子において、

誘電体層と、

前記誘電体層の内部にナノワイヤーが互いに平行に離隔されて周期的に配列された複数個のナノワイヤーアレイ層と、を備え、

前記複数個のナノワイヤーアレイ層が互いに離隔されるように積層されたことを特徴とするナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 2】

前記ナノワイヤーは、金属で形成されたことを特徴とする請求項1に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 3】

前記ナノワイヤーは、アルミニウム、銀、金、銅、ニッケルのうちいずれか一つで形成されたことを特徴とする請求項2に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 4】

前記ナノワイヤーは、円形、橢円形または四角形の断面形状を有することを特徴とする請求項1に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 5】

前記ナノワイヤーグリッド偏光子をナノワイヤーの長手方向に対して垂直にカットした断面から見るとき、前記ナノワイヤーは、周期的な三角格子状または四角格子状に配列されることを特徴とする請求項1に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 6】

前記ナノワイヤーの直径と配列間隔距離との比は、0.4から0.7の範囲を有することを特徴とする請求項1に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 7】

前記複数個のナノワイヤーアレイ層のうち、最下層にあるナノワイヤーの下端から最上層にあるナノワイヤーの上端までの距離は、96から400nmの範囲を有することを特徴とする請求項1に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 8】

可視光領域の入射光のうち、第1偏光は透過し、第2偏光は反射するナノワイヤーグリッド偏光子において、

基板と、

前記基板上に配列され、ワイヤーコアと前記ワイヤーコアを取り囲んだシェルとを有するコア・シェルナノワイヤーが平行かつ周期的に配列された複数個のナノワイヤーアレイ層と、を備え、

前記複数個のナノワイヤーアレイ層が積層されたことを特徴とするナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 9】

前記ワイヤーコアは、金属で形成されたことを特徴とする請求項8に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 10】

前記ナノワイヤーは、アルミニウム、銀、金、銅、ニッケルのうちいずれか一つで形成されたことを特徴とする請求項9に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 11】

前記シェルは、誘電体で形成されたことを特徴とする請求項8に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 12】

前記ワイヤーコアの直径とナノワイヤーの直径との比は、0.4から0.7の範囲を有することを特徴とする請求項8に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

前記複数個のナノワイヤーアレイ層のうち、最下層にあるナノワイヤーのコアの下端から最上層にあるナノワイヤーのコアの上端までの距離は、96から400nmの範囲を有することを特徴とする請求項8に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 1 4】

前記ナノワイヤーグリッド偏光子をナノワイヤーの長手方向に対して垂直にカットした断面から見ると、前記ナノワイヤーは、周期的な三角格子状または四角格子状に配列されることを特徴とする請求項8に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

【請求項 1 5】

前記ナノワイヤーは、円形、橍円形または四角形の断面形状を有することを特徴とする請求項8に記載のナノワイヤーグリッド偏光子。

10

【請求項 1 6】

光を照射するバックライトユニットと、

前記バックライトユニットからの光のうち、第1偏光は透過させ、第2偏光は反射させるナノワイヤーグリッド偏光子と、

前記ナノワイヤーグリッド偏光子を通過した光を利用して映像を形成する液晶パネルと、を備え、

前記ナノワイヤーグリッド偏光子は、可視光領域の入射光のうち、第1偏光は透過し、第2偏光は反射し、

誘電体層と、

前記誘電体層の内部にナノワイヤーが互いに平行に離隔されて周期的に配列された複数個のナノワイヤーアレイ層と、を備え、

前記複数個のナノワイヤーアレイ層が互いに離隔されるように積層されたことを特徴とする液晶ディスプレイ装置。

20

【請求項 1 7】

前記ナノワイヤーは、金属で形成されたことを特徴とする請求項16に記載の液晶ディスプレイ装置。

【請求項 1 8】

前記ナノワイヤーは、アルミニウム、銀、金、銅、ニッケルのうちいずれか一つで形成されたことを特徴とする請求項17に記載の液晶ディスプレイ装置。

30

【請求項 1 9】

前記ナノワイヤーアレイ層の周辺は、誘電体で満たされたことを特徴とする請求項16に記載の液晶ディスプレイ装置。

【請求項 2 0】

前記ナノワイヤーグリッド偏光子をナノワイヤーの長手方向に対して垂直にカットした断面から見ると、前記ナノワイヤーは、周期的な三角格子状または四角格子状に配列されることを特徴とする請求項16に記載の液晶ディスプレイ装置。

【請求項 2 1】

前記ナノワイヤーの直径と配列間隔距離との比は、0.4から0.7の範囲を有することを特徴とする請求項16に記載の液晶ディスプレイ装置。

40

【請求項 2 2】

前記複数個のワイヤーアレイ層のうち、最下層にあるナノワイヤーの下端から最上層にあるナノワイヤーの上端までの距離は、96から400nmの範囲を有することを特徴とする請求項16に記載の液晶ディスプレイ装置。

【請求項 2 3】

光を照射するバックライトユニットと、

前記バックライトユニットからの光のうち、第1偏光は透過させ、第2偏光は反射させるナノワイヤーグリッド偏光子と、

前記ナノワイヤーグリッド偏光子を通過した光を利用して映像を形成する液晶パネルと、を備え、

50

前記ナノワイヤーグリッド偏光子は、可視光領域の入射光のうち、第1偏光は透過し、第2偏光は反射し、

基板と、

前記基板上に配列されたものであって、ワイヤーコアと前記ワイヤーコアを取り囲んだシェルとを有するコア・シェルナノワイヤーが平行かつ周期的に配列された複数個のナノワイヤーアレイ層と、を備え、

前記複数個のナノワイヤーアレイ層が積層されたことを特徴とする液晶ディスプレイ装置。

【請求項24】

前記ワイヤーコアは、金属で形成されたことを特徴とする請求項23に記載の液晶ディスプレイ装置。 10

【請求項25】

前記ナノワイヤーは、アルミニウム、銀、金、銅、ニッケルのうちいずれか一つで形成されたことを特徴とする請求項24に記載の液晶ディスプレイ装置。

【請求項26】

前記シェルは、誘電体で形成されたことを特徴とする請求項23に記載の液晶ディスプレイ装置。

【請求項27】

前記ワイヤーコアの直径とナノワイヤーの直径との比は、0.4から0.7の範囲を有することを特徴とする請求項23に記載の液晶ディスプレイ装置。 20

【請求項28】

前記複数個のナノワイヤーアレイ層のうち、最下層にあるナノワイヤーのコアの下端から最上層にあるナノワイヤーのコアの上端までの距離は、96から400nmの範囲を有することを特徴とする請求項23に記載の液晶ディスプレイ装置。

【請求項29】

前記ナノワイヤーグリッド偏光子をナノワイヤーの長手方向に対して垂直にカットした断面から見るとき、前記ナノワイヤーが周期的な三角格子状または四角格子状に配列されることを特徴とする請求項23に記載の液晶ディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無偏光の光が入射するとき、一つの偏光は透過し、他の偏光は反射するワイヤーグリッド偏光子に係り、光効率及び明暗比が優秀であり、大面積の製作及び大量生産が可能なナノワイヤーを利用したナノワイヤーグリッド偏光子及びそれを採用した液晶ディスプレイ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

多くの応用分野で光源から発光された光を便利に制御するために、光の偏光特性を利用する。例えば、液晶パネルを利用した液晶ディスプレイ装置の場合、液晶パネルは、液晶分子が直線偏光の偏光方向を変化させることによって光を通過または遮断するシャッタ機能を行うので、一方向に直線偏光された光のみを使用する。しかし、一般的に光源から提供される光は、無偏光の光であるので、液晶ディスプレイ装置に偏光板が備えられる。かかる偏光板として、ワイヤーグリッド偏光子(Wire Grid Polarizer: WGP)が使われる。

【0003】

WGPは、基板に金属ワイヤーが周期的かつ平行に配列されているが、通常的なWGP構造の斜視図及び断面図を図1A及び図1Bにそれぞれ示す。前記構造で配列された金属ワイヤーの配列間隔距離が入射光の波長より短ければ、回折が起きないために偏光子として作動が可能である。具体的に、WGPは、電場が金属ワイヤーに垂直な偏光(第1偏光)は透過し、平行な偏光(第2偏光)は反射する。

10

20

30

40

50

【0004】

WGPは、一つの偏光は透過し、他の偏光は反射する特性により、液晶ディスプレイ装置に使われる。WGPは、理論的には、第1偏光を100%透過し、第2偏光を100%反射するが、実際には、第1偏光の一部を反射させ、第2偏光の一部を透過させる。WGPの第1偏光の透過率をT、第2偏光の反射率をR、第1偏光の透過率を第2偏光の透過率で分けた値をCRとするとき、T、Rは、液晶ディスプレイの光効率の尺度となり、CRは、明暗比のような画質に関連した尺度となる。それらのT、R、CRが高いほど、優秀な性能のディスプレイを具現できる。

【0005】

通常的に液晶ディスプレイ装置に使われる吸収型偏光板は、光源から供給される無偏光の光のうち、一つの偏光の光は透過し、他の偏光の光は吸収する。したがって、少なくとも半分の光量が損失されて光利用効率が低下する。そして、透過すべき光まで吸収する場合に、光損失がさらに増加する。一方、WGPは、透過してはならない偏光を吸収せずに光源に戻すことによって再使用を図る。かかる動作は、吸収型偏光板の使用に比べて光利用効率を向上させると予想される。

【0006】

WGPは、図1Aに示したように、透明な基板10、基板10上に平行に配列された金属ワイヤー15を備える。図1Bは、WGPの動作を説明するためのものであって、無偏光の光がWGPに入射されれば、第1偏光はワイヤー15を通過し、第2偏光はワイヤー15で反射される。

【0007】

WGPが実際のシステムに使われる時には、微細な線幅の金属ワイヤーの腐食防止及び物理的な衝撃に対する保護のために、WGPの金属ワイヤーは、空気に露出されないように、図2に示したようにワイヤー15の周囲が誘電体20で取り囲まれた構造を有しうる。ここで、ワイヤーグリッドの配列間隔距離をp、ワイヤーの幅をw、ワイヤーの厚さをt、入射光の入射角 θ とする。金属ワイヤー15は、アルミニウムで形成され、誘電体20と基板10との屈折率は1.5であり、p = 100 nm、w = 50 nm、t = 120 nmであるとき、光の入射角 θ に対する光効率 E_{ff} を入射波長 = 450 nm、550 nm、650 nmに対して図3Aに示した。光効率 E_{ff} のさらに具体的な説明は後述する。そして、第1偏光の透過率を第2偏光の透過率で分けた明暗比CRを図3Bにそれぞれ示した。ここで適用したアルミニウムの屈折率は、下記の表1の通りである。

【0008】

【表1】

【表1】アルミニウムの屈折率

波長	実数屈折率(n)	虚数屈折率(k)
450 nm	0.618	5.47
550 nm	0.958	6.69
650 nm	1.47	7.79

【0009】

図3A及び図3Bを参照すれば、入射角0から60°の範囲に対して $E_{ff} > 0.63$ 及び $CR > 2600$ の効果が表れる。しかし、かかる構造のWGPを製作するには、線形ワイヤーパターンを光の波長より短い周期で形成するが、例えば可視光領域に対してWGPが動作するためには、パターンの周期が200 nmより短ければならない。かかる微細パターンの形成は、一般的に電子ビームリソグラフィまたはナノインプリントリソグラフィを通じて行われる。しかし、かかる製作方法によっては、製作できるサイズが最大8インチ×8インチほどであるので、大面積の製作及び大量生産が困難であるという短所がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0010】

本発明の目的は、前記した問題点を解決するためのものであって、ナノワイラーを利用して大面積の製作及び大量生産が可能であり、光効率及び明暗比が優秀なナノワイヤーグリッド偏光子を提供するところにある。

【0011】

本発明の他の目的は、ナノワイヤーグリッド偏光子を備えて、光効率及び明暗比が優秀であり、生産性が向上した液晶ディスプレイ装置を提供するところにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

前記目的を達成するために、可視光領域の入射光のうち、第1偏光は透過し、第2偏光は反射するワイヤーグリッド偏光子において、誘電体層と、前記誘電体層の内部にナノワイラーが互いに平行に離隔されて周期的に配列された複数個のナノワイヤーアレイ層と、を備え、前記複数のナノワイヤーアレイ層が互いに離隔されるように積層されたことを特徴とするナノワイヤーグリッド偏光子を提供する。10

【0013】

前記ナノワイラーは、金属で形成される。

【0014】

前記ナノワイラーは、アルミニウム、銀、金、銅、ニッケルのうちいずれか一つで形成される。

【0015】

前記ナノワイラーは、円形、橢円形または四角形の断面形状を有する。20

【0016】

前記目的を達成するために、可視光領域の入射光のうち、第1偏光は透過し、第2偏光は反射するナノワイヤーグリッド偏光子において、基板と、前記基板上に配列されたものであって、ワイヤーコアと前記ワイヤーコアを取り囲んだシェルとを有するコア・シェルナノワイラーが平行かつ周期的に配列された複数個のナノワイヤーアレイ層と、を備え、前記複数個のナノワイヤーアレイ層が積層されたことを特徴とするナノワイヤーグリッド偏光子を提供する。

【0017】

前記シェルは、誘電体で形成される。

【0018】

前記コアの直径とナノワイラーの直径との比は、0.4から0.7の範囲を有する。

【0019】

前記複数層のワイヤーアレイ層のうち、最下層にあるナノワイラーのコアの下端から最上層にあるナノワイラーのコアの上端までの距離は、96から400nmの範囲を有する。

【0020】

前記ナノワイヤーグリッド偏光子をナノワイラーの長手方向に対して垂直にカットした断面から見ると、前記ナノワイラーが周期的な三角格子状または四角格子状に配列される。

【0021】

前記他の目的を達成するために、光を照射するバックライトユニットと、前記バックライトユニットからの光のうち、第1偏光は透過させ、第2偏光は反射させるナノワイヤーグリッド偏光子と、前記ナノワイヤーグリッド偏光子を通過した光を利用して映像を形成する液晶パネルと、を備え、前記ナノワイヤーグリッド偏光子は、可視光領域の入射光のうち、第1偏光は透過し、第2偏光は反射し、誘電体層と、前記誘電体層の内部にナノワイラーが互いに平行に離隔されて周期的に配列された複数個のナノワイヤーアレイ層と、を備え、前記複数のナノワイヤーアレイ層が互いに離隔されるように積層された液晶ディスプレイ装置を提供する。40

【0022】

10

20

30

40

50

前記他の目的を達成するために、光を照射するバックライトユニットと、前記バックライトユニットからの光のうち、第1偏光は透過させ、第2偏光は反射させるナノワイヤーグリッド偏光子と、前記ナノワイヤーグリッド偏光子を通過した光を利用して映像を形成する液晶パネルと、を備え、前記ナノワイヤーグリッド偏光子は、可視光領域の入射光のうち第1偏光は透過し、第2偏光は反射し、基板と、前記基板上に配列されたものであって、ワイヤーコアと前記ワイヤーコアを取り囲んだシェルとを有するコア・シェルナノワイヤーが平行かつ周期的に配列された複数個のナノワイヤーアレイ層と、を備え、前記複数個のナノワイヤーアレイ層が積層されたことを特徴とする液晶ディスプレイ装置を提供する。

【発明の効果】

10

【0023】

本発明によるナノワイヤーグリッド偏光子は、大量生産が可能なナノワイヤーを利用して製作されるので、生産性が向上する。そして、ナノワイヤーが周期的に配列されたナノワイヤーアレイ層を複数層積層することによって、優秀な光効率及び明暗比が得られる。

【0024】

また、本発明による液晶ディスプレイ装置は、ナノワイヤーグリッド偏光子を採用して映像を形成することによって、生産性が向上し、偏光効率が改善される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

本発明の一実施形態によるナノワイヤーグリッド偏光子は、ナノワイヤーが周期的かつ平行に配列されたナノワイヤーアレイ層が複数層で積層される。図4Aから図4Cに示すように、本発明によるナノワイヤーグリッド偏光子100は、誘電体105の内部に複数層のナノワイヤーアレイ層が周期的に配列されて構成される。図4Aでは、第1ないし第4ナノワイヤーアレイ層121、122、123、124が積層された構造を例示した。各ナノワイヤーアレイ層121、122、123、124は、ナノワイヤー110が周期的かつ平行に互いに離隔されるように配列されている。ナノワイヤー110の配列間隔距離がpであるとき、pは、入射光の波長より短く、ナノワイヤーの直径wは、入射波長より小さく、長さは、入射波長より長い。また、前記各ナノワイヤーアレイ層121、122、123、124は、互いに離隔されるように積層されている。

20

【0026】

30

前記ナノワイヤー110は、色々な形状の断面を有し、例えば円形、橢円形または四角形などが可能である。また、ナノワイヤー110は、金属で形成され、例えばアルミニウム、銀、金、銅、ニッケルのうちいずれか一つで形成される。ナノワイヤーアレイ層は、図4Bに示したように、各層のナノワイヤーが層ごとに互いに交差に位置するように配列できる。すなわち、ナノワイヤーグリッド偏光子100をナノワイヤー110の長手方向に対して垂直にカットした断面から見ると、各ナノワイヤー110は、周期的な三角格子形態に配列される。または、図4Cに示したように、各層のナノワイヤーが縦方向に一列に配置されるように配列できる。すなわち、ナノワイヤーグリッド偏光子100をナノワイヤー110の長手方向に対して垂直にカットした断面から見ると、ナノワイヤー110が周期的な四角格子形態に配列される。その他にも、前記ナノワイヤーアレイ層の個数及び配列方法は多様に構成することが可能であり、具体的なナノワイヤーアレイ層の個数については後述する。

40

【0027】

ナノワイヤーは、大量で生産することが可能であるので、ナノワイヤーを利用して偏光子を製作する場合、大面積の製作及び大量生産が可能であり、ナノワイヤーアレイ層を複数層で積層すれば、明暗比及び光効率が向上する。これについては、後述する具体的な実施形態を参照して説明する。

【0028】

図5は、本発明の他の実施形態によるナノワイヤーグリッド偏光子200を示す図面であって、コア203とコア203を取り囲んでいるシェル205とからなるコア・シェル

50

ナノワイヤー 210 が周期的に配列されたナノワイヤーアレイ層が複数層積層されている。前記複数層のナノワイヤーアレイ層は、例えば第1、第2、第3及び第4ナノワイヤーアレイ層 221、222、223、224 を備える。

【0029】

前記コア 203 は、金属で形成され、例えばアルミニウム、銀、金、銅、ニッケルのうちいずれか一つで形成される。コア - シエルナノワイヤー 210 は、互いに接するように配列され、または一定間隔で離隔されて配列されることも可能である。前記シェル 205 は、誘電体で形成され、図 4 A 及び図 4 B に示した構造で誘電体 105 の役割を行える。すなわち、コア 203 は、誘電体であるシェル 205 により一定間隔で離れて配列されるので、グリッド偏光子としての機能を行える。コア - シエルナノワイヤーの配列方式は、多様に可能であり、例えば最も効率的な空間活用のために、ナノワイヤーの長手方向軸に對して垂直な平面にカットした断面から見ると、三角格子形態に配列される。または、各ナノワイヤーアレイ層を積層するとき、ナノワイヤーが各層ごとに一列に配置されるように配列することも可能である。

10

【0030】

図 6 は、コア - シエルナノワイヤー 210 が誘電体 220 内に配列された構造を示す図面である。基板 201 上に第1から第4ナノワイヤーアレイ層 221 222、223、224 が積層され、ナノワイヤーアレイ層の周辺が誘電体 220 で満たされる。前記誘電体 220 は、ナノワイヤーが外部に露出されて損傷されるか、または物理的な衝撃から保護するためのものである。

20

【0031】

本発明によるナノワイヤーグリッド偏光子は、大量生産が可能なナノワイヤーを利用して偏光子を製作するので、生産性が向上する。さらに、コア - シエルナノワイヤーを密着させる場合には、配列間隔を調節する必要がないため、容易に偏光子を製作できるという利点がある。

【0032】

一方、本発明によるナノワイヤーグリッド偏光子を利用して液晶ディスプレイ装置を製作できる。図 7 は、液晶ディスプレイ装置 300 を概略的に示す図面であって、光を照射するバックライトユニット 303 と、バックライトユニット 303 から照射された光を利用して映像を形成するための液晶パネル 315 と、を備える。バックライトユニット 303 としては、液晶パネル 315 の下方に位置した光源から光を直接照射する直下型と、導光板と導光板の側面に備えられた光源とから構成される側光型とがいずれも使用可能である。前記バックライトユニット 303 と液晶パネル 315との間には、ナノワイヤーグリッド偏光子 310 が配置される。

30

【0033】

前記ナノワイヤーグリッド偏光子 310 は、図 4、図 5 及び図 6 を参照して説明した構造を有し、第1偏光、例えば p 偏光の光は透過させ、第2偏光、例えば s 偏光の光は反射させる過程を通じて入射された光のほとんどを第1偏光 (p 偏光) の光に出射させる。これにより、液晶パネル 315 での偏光効率を向上させる。

40

【0034】

具体的に液晶ディスプレイ装置の動作を説明すれば、バックライトユニット 303 を通じて発光した無偏光の光 L_o がナノワイヤーグリッド偏光子 310 に入射すれば、第1偏光 L_p は、透過されて液晶パネルの偏光光源として使われる。一方、第2偏光 L_s は、反射されてバックライトユニット 303 に戻って再使用される過程を経る。ワイヤーグリッド偏光子の性能は、第1偏光の透過率 T_p 、第1偏光の反射率 R_p 、第2偏光の透過率 T_s 、第2偏光の反射率 R_s の四つの値により評価される。図 7 を参照して、バックライトユニット 303 で生成された光が液晶パネル 315 に有用な偏光光源に転換される効率 E_{ff} を計算すれば、次の通りであり、これは、光効率を表す尺度である。

【0035】

【数1】

$$E_{ff} = \frac{0.5Tp}{1-0.5(Rp+Rs)(Rb)}$$

【0036】

ここで、Rbは、ナノワイヤーグリッド偏光子310で反射されてバックライトユニット303に戻った光が反射されて、ナノワイヤーグリッド偏光子310に再び入射される比率を表す。他の重要な尺度としてTpをTsで分けた値CRが使われるが、これは、全体の液晶パネルの明暗比のような画質に関連した尺度である。本発明によるナノワイヤーグリッド偏光子に対して光効率E_{ff}と明暗比CRとを知るために、図6に示したナノワイヤーグリッド偏光子に対してナノワイヤーアレイ層の個数L、配列間隔距離p、ナノワイヤーの直径wを配列間隔距離pで分けた値を変化させつつ光効率と明暗比との変化を知ろうとする。

10

【0037】

コア・シェルナノワイヤー210の金属コア203は、アルミニウムで形成し、シェル205は、屈折率が1.5である物質で形成する。基板201と誘電体220との屈折率も1.5に設定する。かかる構造は、結果的にその断面を見れば、屈折率が1.5である誘電体に金属コア203が三角格子形状に配列された構造(図4B参照)と同じである。かかる構造において、p、w/p、Lの三つの変数を多様に変化させつつ光効率E_{ff}と明暗比CRとを計算して、優秀な光効率と明暗比CRとを表す構造を分かることで第1から第5実施形態について説明し、その結果を、グラフを参照して説明する。それらの実施形態では、一般的にバックライトユニットでRbが0.9である点を考慮して、Rb=0.9に仮定してE_{ff}を計算する。

20

【0038】

<第1実施形態>

第1実施形態では、L=3層、p=50nm、w/p=0.6である。また、複数層のナノワイヤーアレイ層のうち、最下層にあるナノワイヤーのコアの下端から最上層にあるナノワイヤーのコアの上端までの距離をhとするとき、h=107nmである。第1実施形態のE_{ff}、CRを図8A及び図8Bに波長別にそれぞれ示す。入射角が0から60°に対して、E_{ff}>0.63、CR>4000の結果が得られる。ここで、入射角は、図6に示したようにナノワイヤーグリッド偏光子の法線に対する入射光の勾配を表す。

30

【0039】

<第2実施形態>

第2実施形態では、L=4層、p=60nm、w/p=0.5、h=186nmである。第2実施形態のE_{ff}、CRを図9A及び図9Bにそれぞれ示す。入射角が0から60°に対して、E_{ff}>0.64、CR>18000の結果が得られる。

30

【0040】

<第3実施形態>

第3実施形態では、L=6層、p=40nm、w/p=0.5、h=193nmである。第3実施形態のE_{ff}、CRを図10A及び図10Bにそれぞれ示す。入射角が0から60°に対して、E_{ff}>0.65、CR>58000の結果が得られる。

40

【0041】

<第4実施形態>

第4実施形態では、L=8層、p=30nm、w/p=0.5、h=197nmである。第4実施形態のE_{ff}、CRを図11A及び図11Bにそれぞれ示す。入射角が0から60°に対して、E_{ff}>0.65、CR>88000の結果が得られる。

【0042】

<第5実施形態>

第5実施形態では、L=12層、p=20nm、w/p=0.5、h=200nmである。第5実施形態のE_{ff}、CRを図12A及び図12Bにそれぞれ示す。入射角が0な

50

いし 6 0 ° に対して、 $E_{ff} > 0.65$ 、 $CR > 130000$ の結果が得られる。

【0043】

前記実施形態を総合すれば、 L 、 p 、 w を変化させるとき、 E_{ff} 値はほとんど変化がないのに対し、 CR 値は、 L が増加し、 p が減少するほど増加するということが分かる。図2に示した既存のワイヤーグリッド偏光子が $E_{ff} > 0.63$ 、 $CR > 2600$ の効果を有するものと比較するとき、前記実施形態は、光効率はほぼ類似しているか、またはそれより高い値を有し、かつ明暗比 CR は非常に向上したということが分かる。WGPが優秀な性能を有する L 、 p 、 w の範囲を知るために、 $L = 3$ 、 $p = 30$ から 80 nm 、 $w/p = 0.4$ から 0.8 である場合の E_{ff} 、 CR を次の表2及び表3に提示する。

【0044】

【表2】

【表2】 $L=3$ である場合の E_{ff}

h(nm)	p(nm)	w/p				
		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
82	30	0.66	0.70	0.70	0.66	0.51
96	35	0.68	0.71	0.70	0.64	0.44
109	40	0.68	0.71	0.69	0.60	0.39
123	45	0.68	0.70	0.66	0.55	0.36
137	50	0.68	0.69	0.64	0.51	0.36
150	55	0.68	0.68	0.61	0.49	0.35
164	60	0.67	0.66	0.59	0.49	0.30
178	65	0.66	0.65	0.58	0.49	0.22
191	70	0.65	0.64	0.58	0.46	0.15
205	75	0.65	0.63	0.57		
219	80	0.64	0.63	0.55		

【0045】

【表3】

【表3】 $L=3$ である場合の CR

h(nm)	p(nm)	w/p				
		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
82	30	9.0E+00	3.7E+01	1.6E+02	6.8E+02	2.4E+03
96	35	1.4E+01	7.4E+01	3.9E+02	2.1E+03	6.8E+03
109	40	2.2E+01	1.4E+02	9.3E+02	5.5E+03	2.0E+04
123	45	3.2E+01	2.6E+02	2.0E+03	1.3E+04	6.9E+04
137	50	4.6E+01	4.5E+02	4.0E+03	3.2E+04	2.7E+05
150	55	6.3E+01	7.3E+02	7.6E+03	8.1E+04	1.1E+06
164	60	8.2E+01	1.1E+03	1.4E+04	2.2E+05	3.4E+06
178	65	1.0E+02	1.7E+03	2.7E+04	6.0E+05	6.9E+06
191	70	1.2E+02	2.4E+03	5.2E+04	1.5E+06	1.2E+07
205	75	1.4E+02	3.5E+03	9.8E+04		
219	80	1.6E+02	4.9E+03	1.7E+05		

【0046】

前記表2及び表3を参照すれば、 $w/p = 0.5$ から 0.7 であり、 $h > 96$ nm の領域で $E_{ff} > 0.6$ 、 $CR > 1000$ の比較的優秀な性能が達成される。そして、 $L = 6$ 、 $p = 15$ から 80 nm 、 $w/p = 0.3$ から 0.7 である場合の E_{ff} 、 CR を表4及び表5にそれぞれ表す。ここで、 $w/p = 0.4$ から 0.6 であり、 $h = 107$ から 400 nm の領域で $E_{ff} > 0.6$ 、 $CR > 1000$ の優秀な性能が達成される。

【0047】

10

20

30

40

【表4】

【表4】L=6である場合のEff

h(nm)	p(nm)	w/p				
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
80	15	0.58	0.66	0.70	0.70	0.66
107	20	0.60	0.68	0.71	0.69	0.59
133	25	0.61	0.68	0.69	0.64	0.54
160	30	0.60	0.67	0.67	0.61	0.53
187	35	0.60	0.66	0.65	0.61	0.50
213	40	0.59	0.66	0.65	0.59	0.44
240	45	0.58	0.65	0.64	0.55	0.41
267	50	0.57	0.64	0.61	0.52	0.40
293	55	0.56	0.63	0.59	0.51	0.36
320	60	0.53	0.62	0.58	0.50	0.00
346	65	0.53	0.61	0.58	0.46	
373	70	0.52	0.61	0.56	0.42	
400	75	0.51	0.60	0.52		
426	80	0.50	0.58			

10

【0048】

【表5】

【表5】L=6である場合のCR

20

h(nm)	p(nm)	w/p				
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
80	15	2.9E+00	1.0E+01	4.6E+01	2.0E+02	8.8E+02
107	20	4.8E+00	3.0E+01	2.2E+02	1.5E+03	8.6E+03
133	25	7.8E+00	8.3E+01	9.8E+02	9.5E+03	7.7E+04
160	30	1.2E+01	2.2E+02	3.9E+03	5.8E+04	8.9E+05
187	35	1.8E+01	5.3E+02	1.5E+04	3.8E+05	8.9E+06
213	40	2.4E+01	1.3E+03	5.8E+04	2.2E+06	6.3E+07
240	45	3.2E+01	2.8E+03	2.0E+05	1.1E+07	5.1E+08
267	50	3.8E+01	5.7E+03	6.0E+05	4.7E+07	4.6E+09
293	55	4.2E+01	1.0E+04	1.7E+06	2.3E+08	3.1E+10
320	60	4.8E+01	1.7E+04	4.5E+06	9.8E+08	
346	65	3.9E+01	2.7E+04	1.1E+07	3.2E+09	
373	70	3.4E+01	4.0E+04	2.5E+07	9.7E+09	
400	75	2.8E+01	5.2E+04	4.5E+07		
426	80	2.2E+01	5.7E+04			

30

【0049】

前述した第1から第5実施形態の結果及び表2から表5の結果を考慮して、優秀なEff、CRを達成するために、w/pは0.4から0.7の範囲を有し、hは96から400nmの範囲を有するようにナノワイヤーグリッド偏光子を設計できる。しかし、その他にも、L、p、wを変化させつつ所望の光効率Effと明暗比CRとを得ることが可能である。

40

【0050】

前記した実施形態は、例示的なものに過ぎないものであって、当業者ならば、これから多様な変形及び均等な他の実施形態が可能である。したがって、本発明の真の技術的保護範囲は、特許請求の範囲に記載の発明の技術的思想により決まらねばならない。

40

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明は、液晶ディスプレイ装置関連の技術分野に適用可能である。

50

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1A】従来の四角断面のWGPの斜視図である。

【図1B】図1Aに示したWGPの断面図である。

【図2】従来のワイヤーが誘電体物質により取り囲まれた形態のWGPの断面図である。

【図3A】図2に示したWGPに入射される光の入射角による光効率を波長別に示すグラフである。

【図3B】図2に示したWGPで入射光の入射角による第1偏光の透過率を第2偏光の透過率で分けた値CRを入射光の波長別に示すグラフである。

【図4A】本発明の望ましい一実施形態によるナノワイヤーグリッド偏光子の斜視図である。
10

【図4B】図4Aの断面図である。

【図4C】本発明の望ましい一実施形態によるナノワイヤーグリッド偏光子でワイヤーの配列を変更した例を示す図面である。

【図5】本発明の他の実施形態によるナノワイヤーグリッド偏光子の斜視図である。

【図6】図5に示したナノワイヤーグリッド偏光子のワイヤーが誘電体により取り囲まれた形態のWGPを示す図面である。

【図7】本発明の望ましい実施形態によるナノワイヤーグリッド偏光子を採用した液晶ディスプレイ装置を概略的に示す図面である。

【図8A】本発明の第1実施形態によるWGPに入射される光の入射角による光効率を波長別に示すグラフである。
20

【図8B】本発明の第1実施形態によるWGPで入射光の入射角による第1偏光の透過率を第2偏光の透過率で分けた値を入射光の波長別に示すグラフである。

【図9A】本発明の第2実施形態によるWGPに入射される光の入射角による光効率を波長別に示すグラフである。

【図9B】本発明の第2実施形態によるWGPで入射光の入射角による第1偏光の透過率を第2偏光の透過率で分けた値を入射光の波長別に示すグラフである。

【図10A】本発明の第3実施形態によるWGPに入射される光の入射角による光効率を波長別に示すグラフである。

【図10B】本発明の第3実施形態によるWGPで入射光の入射角による第1偏光の透過率を第2偏光の透過率で分けた値を入射光の波長別に示すグラフである。
30

【図11A】本発明の第4実施形態によるWGPに入射される光の入射角による光効率を波長別に示すグラフである。

【図11B】本発明の第4実施形態によるWGPで入射光の入射角による第1偏光の透過率を第2偏光の透過率で分けた値を入射光の波長別に示すグラフである。

【図12A】本発明の第5実施形態によるWGPに入射される光の入射角による光効率を波長別に示す図面である。

【図12B】本発明の第5実施形態によるWGPで入射光の入射角による第1偏光の透過率を第2偏光の透過率で分けた値を入射光の波長別に示すグラフである。

【符号の説明】

【0053】

100 ナノワイヤーグリッド偏光子、

105 誘電体、

110 ナノワイヤー、

121 第1ナノワイヤーアレイ層、

122 第2ナノワイヤーアレイ層、

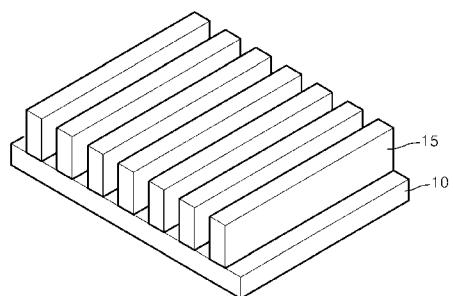
123 第3ナノワイヤーアレイ層、

124 第4ナノワイヤーアレイ層、

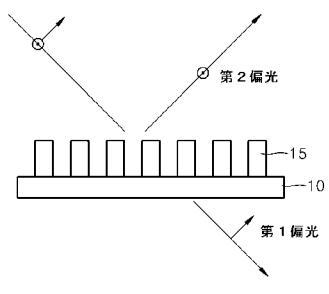
p ナノワイヤーの配列間隔距離、

w ナノワイヤーの直径。
40

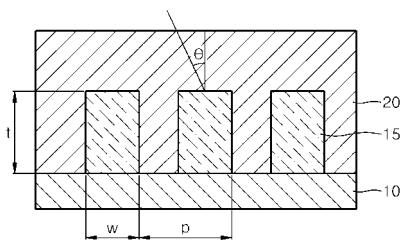
【図 1 A】



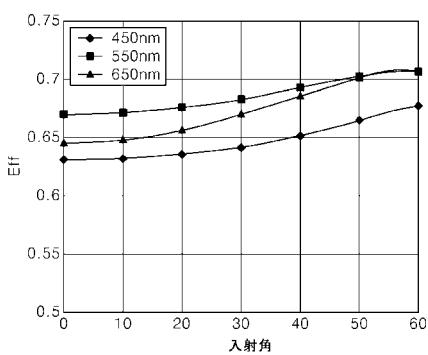
【図 1 B】



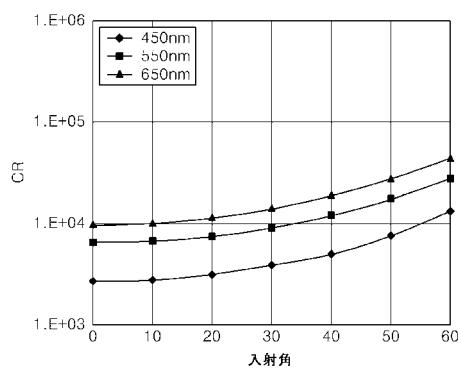
【図 2】



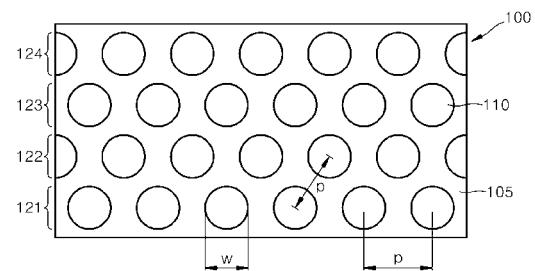
【図 3 A】



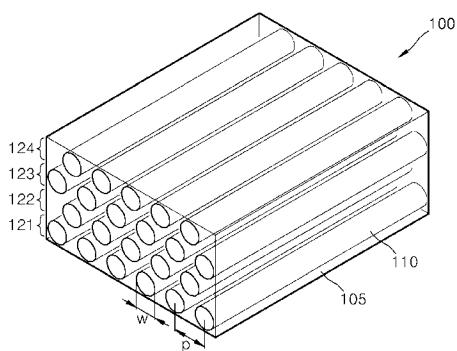
【図 3 B】



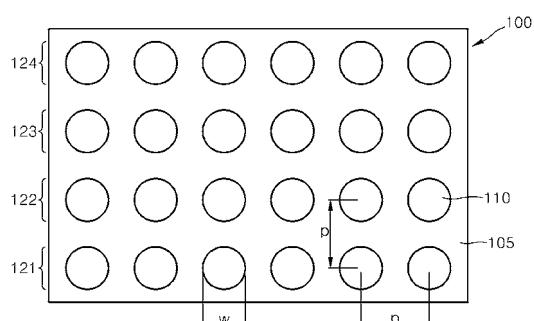
【図 4 B】



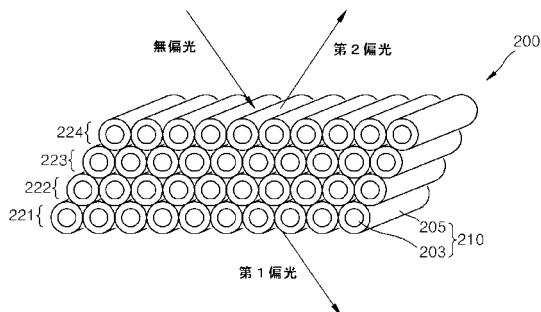
【図 4 A】



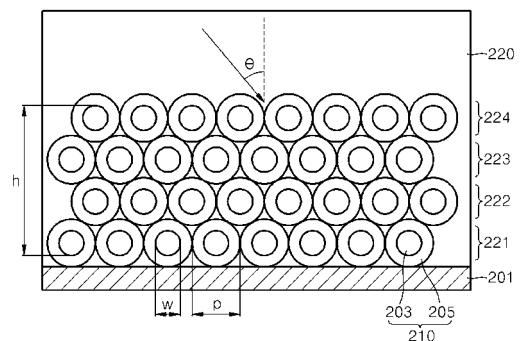
【図 4 C】



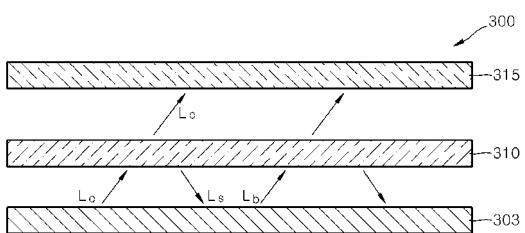
【図5】



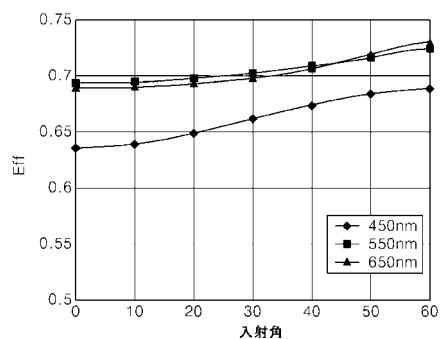
【図6】



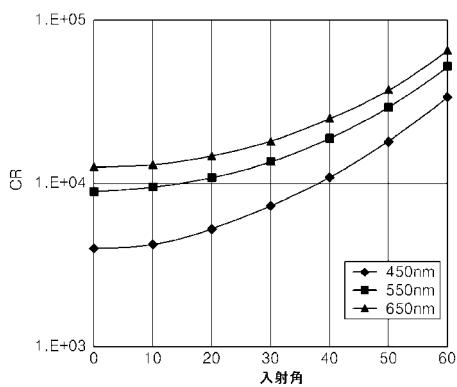
【図7】



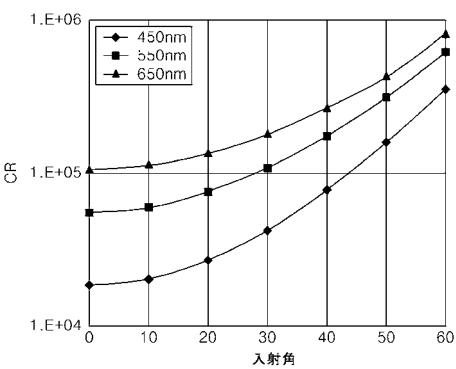
【図8 A】



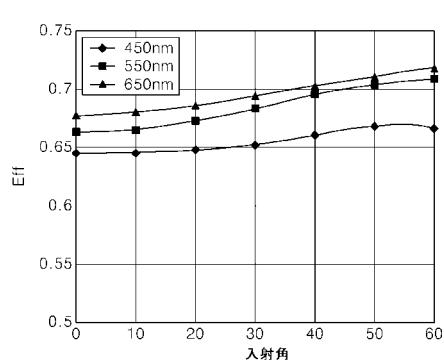
【図8 B】



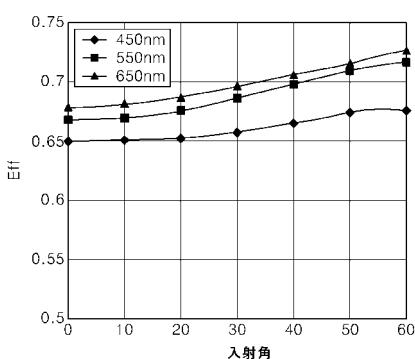
【図9 B】



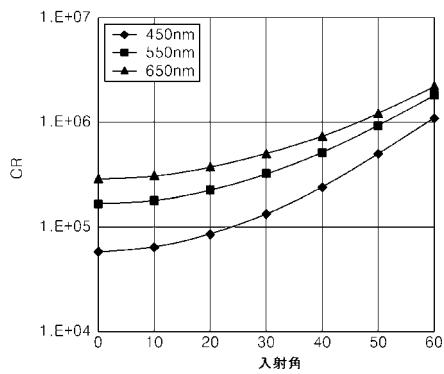
【図9 A】



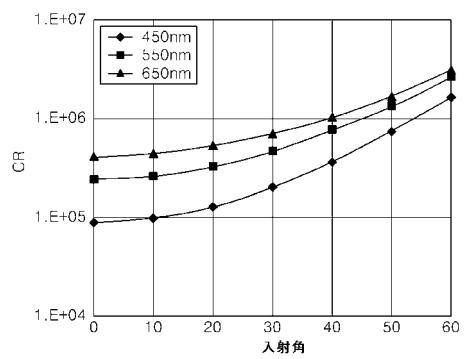
【図10 A】



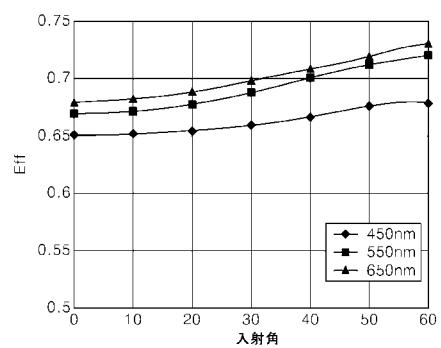
【図 1 0 B】



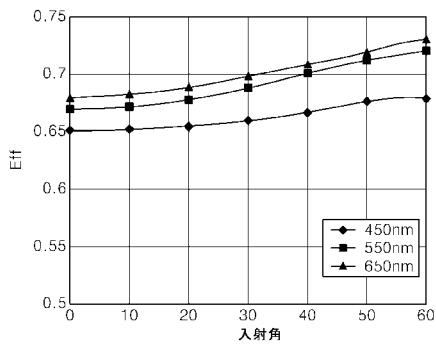
【図 1 1 B】



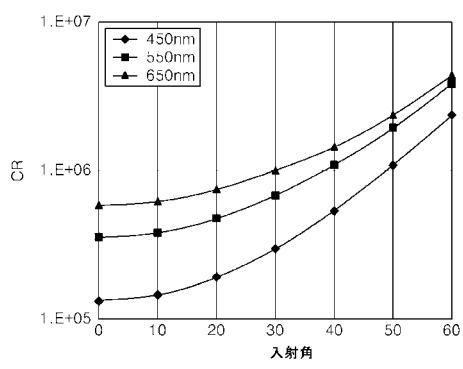
【図 1 1 A】



【図 1 2 A】



【図 1 2 B】



フロントページの続き

(72)発明者 李 水 美

大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

F ターム(参考) 2H149 AA02 AB04 AB05 AB22 AB26 BA04 BA23 BB28 FA41W FD46
2H191 FA25Z FA81Z FB14 FD32 FD33 LA13 LA33