

(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
2016 年 10 月 13 日(13.10.2016)



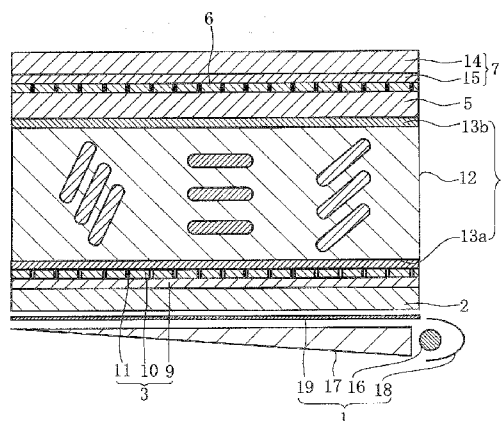
(10) 国際公開番号
WO 2016/163196 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/1335 (2006.01) *G02F 1/13357* (2006.01)
G02B 5/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057331
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 9 日(09.03.2016)
- (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 2015-078368 2015 年 4 月 7 日(07.04.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 村山 浩二(MURAYAMA Koji); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 國弘 安俊(KUNIHIO Yasutoshi); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁目 1 4 - 1 〇 新大阪トヨタビル 1 〇 階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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))

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 液晶表示装置

Fig. 1



(57) Abstract: Light outputted from a light source unit 16 is polarized by a polarizer 2 and is supplied to a liquid crystal layer 4, and the light transmission-controlled by the liquid crystal layer 4 is processed by means of a color filter 6 so that color display is rendered on a display screen. The liquid crystal layer 4 has a liquid crystal molecular phase 12 that is composed of a nematic liquid crystal. The light source unit 16 comprises a blue LED, and the color filter 6 is provided with a blue filter part, a red filter part and a green filter part in each pixel. The blue filter part is formed of a transparent polymer material in which a light scattering accelerator for accelerating the scattering of light is dispersed; and the red filter part and the green filter part are formed of polymer materials in which quantum dots that respectively emit red and green light are dispersed. An analyzer 5 is interposed between the liquid crystal layer 4 and the color filter 6. Consequently, a liquid crystal display device which is capable of improving the utilization efficiency of light at low cost, while having good contrast, sufficient viewing angle and good color visibility is achieved.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/163196 A1



光源部 16 から出力された光を偏光子 2 で偏光させて液晶層 4 に供給し、液晶層 4 で透過制御された光をカラーフィルタ 6 で処理し、表示画面上にカラー表示する。液晶層 4 はネマティック系液晶からなる液晶分子相 12 を有する。光源部 16 は青色 LED を有し、カラーフィルタ 6 は、画素毎に青色フィルタ部、赤色フィルタ部、及び緑色フィルタ部を備えている。青色フィルタ部は光の散乱を促進する光散乱促進材を分散させた透明性高分子材料で形成され、赤色フィルタ部及び緑色フィルタ部は赤色及び緑色にそれぞれ発光する量子ドットを分散させた高分子材料で形成されている。液晶層 4 とカラーフィルタ 6 との間に検光子 5 が介在されている。これにより低コストで光利用効率を向上させることができ、コントラストが良好で十分な視野角を有し、カラー視認性も良好な液晶表示装置を実現する。

明 細 書

発明の名称：液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、液晶表示装置に関する。

背景技術

[0002] 液晶表示装置は、軽量で薄型化が可能であり、低消費電力であることから、テレビ受像機、パーソナルコンピュータ、携帯端末等の各種電子機器に広く使用されている。

[0003] この種の液晶表示装置のうち、アクティブマトリックス（以下、「AM」という。）タイプと称される液晶表示装置が、今日では広く普及している。このAMタイプの液晶表示装置は、印加電圧の保持機能を有するスイッチング素子を画素毎に配し、これら各画素をオン・オフ駆動させて画像をカラー表示するものであり、コントラストやレスポンス等が良好で大容量表示が可能である。

[0004] そして、非特許文献1には、図4に示すようなAMタイプの液晶表示装置が記載されている。

[0005] この液晶表示装置は、液晶層101が、ネマティック液晶で形成された液晶分子相102と、該液晶分子相102の上端及び下端に形成された一対の配向膜103a、103bとを有している。また、液晶層101の一方の主面側にはAM基板104及び第1の偏光板105が配されると共に、他方の主面側にはカラーフィルタ106、第2の偏光板107、透明電極108及び透明基板109が順次配されている。

[0006] AM基板104は、透明基板110上に画素電極111がマトリックス状に形成されると共に、薄膜トランジスタ（以下、「TFT」という。）等のスイッチング素子112が前記画素電極111毎に設けられ、画素毎にオン・オフ駆動可能となるように構成されている。

[0007] また、カラーフィルタ106は、ブラックマトリックスと称される遮蔽層

113を介して画素毎に赤色（R）フィルタ部、緑色（G）フィルタ部、青色（B）フィルタ部に区分されたRGBフィルタ部114を有している。

[0008] バックライトユニット115は、第1の偏光板105の裏面側に配され、光が第1の偏光板105に直接入射するように構成されている。バックライトユニット115から発する光源には、通常、冷陰極蛍光管、白色発光ダイオード、水銀ランプ等の白色光源が使用されている。

[0009] すなわち、バックライトユニット115からの白色光源は、第1の偏光板105で直線偏光に偏光され、液晶層101でスイッチング素子112のオン・オフ動作に応じて光の透過量が制御され、その後、カラーフィルタ106及び第2の偏光板107を通過し、これにより表示画面にはカラー画像が表示される。

[0010] また、液晶分子相を構成する液晶としては、上述したネマティック液晶の他、高分子分散型液晶も知られている。

[0011] この高分子分散型液晶を使用した液晶表示装置は、高分子中に液晶を分散させて散乱させ、その散乱状態を電氣的に制御している。

[0012] 例えば、特許文献1には、高分子層と、前記高分子層内に分散された複数の液晶液滴と、前記液晶液滴の内部に混合されている複数の量子ドットとを備える画素を有し、当該画素の前記複数の量子ドットは、前記高分子層の外部から供給される青色の励起光により励起されてそれぞれの前記量子ドットに応じた特定の色光を発生させる高分子分散型ディスプレイパネルが提案されている。

[0013] この特許文献1では、1つの画素毎に赤色、緑色、青色の各サブ画素をそれぞれ有し、赤色サブ画素の液晶液滴は、青色光により励起されて赤色光を発生させる量子ドットを有し、緑色サブ画素の液晶液滴は、青色光により励起されて緑色光を発生させる量子ドットを有し、青色サブ画素の液晶液滴は、量子ドットを有さないように構成されている。この特許文献1では、液晶液滴に電圧が印加されると、液晶液滴内の液晶が一定の方向に整列され、それに伴い液晶液滴の屈折率とポリマー層の屈折率とが同一になる。そして、

光が液晶液滴を通過する際に液晶液滴内の量子ドットが励起される。例えば、赤色サブ画素では、量子ドットが青色波長の光により励起されて赤色波長の光を発生させ、緑色サブ画素では、量子ドットが青色波長の光により励起されて緑色波長光を発生させる。したがって、赤色サブ画素を通じては赤色光のみ放射され、緑色サブ画素を通じては緑色光のみ放射され、青色サブ画素には量子ドットが存在しないことから青色波長光がそのまま通過し、青色光が放射される。

[0014] このように特許文献1では、特定色の光を発生させる量子ドットが液晶液滴に含有されていることから、非特許文献1（図4）に記載されたカラーフィルタがなくてもカラー表示することができ、また光散乱効果に基づいて制御しているので第1の偏光板を有さなくても光シャッタとして動作できる。すなわち、特許文献1では、カラーフィルタや偏光板を省略することが可能である。

[0015] 一方、バックライトユニットに内蔵される光源についても、上述した白色光源の他、青色光源を使用した技術が、従来より知られている。

[0016] 例えば、特許文献2には、青色発光素子が実装されたフレームと、前記フレーム上に形成され、量子ドットが含有された光透過層を含む量子ドットを用いたバックライトユニット用部材が提案されている。

[0017] この特許文献2では、青色発光ダイオード（以下、「青色LED」という。）を光源に使用し、青色LEDからの青色光を量子ドットを含有した光透過層に透過させ、これにより青色光を白色光に変換し、安価で色再現性の良好なバックライトユニット用部材を得ようとしている。

先行技術文献

特許文献

[0018] 特許文献1：特開2010-191424号公報（請求項1～3、段落[0033]、[0038]、[0039]等）

特許文献2：特表2013-539170号公報（請求項1、段落[0018]、図3、4等）

非特許文献

- [0019] 非特許文献1：松本正一著、「液晶ディスプレイ技術－アクティブマトリクスＬＣＤ－」、産業図書株式会社、１９９７年１１月１４日第２版、ｐｐ．１７９～１８０等

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0020] 非特許文献１（図４）では、光源に使用される白色光のうち、必要な色成分のみがカラーフィルタ１０６を通過し、不必要な色成分はカットされるため、光利用効率が低い。すなわち、例えば必要な色成分が青色成分の場合、青色成分のみがカラーフィルタ１０６を通過し、赤色成分や緑色成分の色域はカットされて除去されるため、光利用効率が低いという問題があった。
- [0021] また、非特許文献１のような従来の液晶表示装置では、各画素を通過する光の波長域が広いことから、通常、カラーフィルタ１０６の色材濃度を高くして色純度を向上させている。
- [0022] しかしながら一方で、色材濃度を高くすると光透過率の低下を招き、このため光利用効率の更なる低下を招き、消費電力も大きくなる。
- [0023] また、非特許文献１では、バックライトユニット１１５から出力する光源に白色光源を使用していることから、第１の偏光板１０２による偏光制御についても特定の色成分に特化したものでなく、このため色成分毎のコントラストの差が大きくなるおそれがある。
- [0024] さらに、非特許文献１では、カラーフィルタ１０６からの光が、第２の偏光板１０７により偏光して出力されることから、視野角が狭くなるおそれがある。また、自動車等のカーナビゲーションで偏光サングラスを使用した場合は、ユーザには実際の画像と色調が異なる画像として認識されてしまうおそれがある。
- [0025] このように非特許文献１のような従来の液晶表示装置は、バックライトユニット１１５に白色光源を使用しているため、光利用効率が極めて低く、所望のコントラストを得ることができず、また視野角も狭く、カラー視認性に

も劣るおそれがある等、種々の問題がある。

[0026] 一方、特許文献 1 は、液晶分子相を高分子分散型液晶で構成することにより、カラーフィルタや偏光板を不要としているが、偏光板を省略した場合にはコントラストの低下を招くおそれがある。すなわち、偏光板を省略することによりスイッチング素子のオン時には十分な明度の画像を得ることができるが、一方で偏光板によるシャッタ効果を得ることができないため、スイッチング素子のオフ時の制御が難しく、所望のコントラストを得るのが困難であり、コントラストの低下を招くおそれがある。

[0027] また、特許文献 2 は、バックライトユニットの光源に青色 LED を使用し、光透過層で青色光を白色光に変換しているため、偏光板には白色光が入射されることとなり、したがって上述した非特許文献 1 と同様の課題を有する。

[0028] 本発明はこのような事情に鑑みなされたものであって、低コストで光利用効率を向上させることができ、コントラストが良好で明るく、十分な視野角を有し、カラー視認性も良好で、かつ消費電力の低い液晶表示装置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

[0029] 上記目的を達成するために本発明に係る液晶表示装置は、バックライトユニットから出力された光を第 1 の偏光板で偏光させて液晶層に供給し、該液晶層で透過制御された光をカラーフィルタで処理し、表示画面上にカラー表示する液晶表示装置であって、前記液晶層が、ネマティック系液晶からなる液晶分子相を有すると共に、前記バックライトユニットが、青色発光源を有し、前記カラーフィルタは、画素毎に B フィルタ部、R フィルタ部、及び G フィルタ部を備え、前記 B フィルタ部は光の散乱を促進する光散乱促進材を分散させた透明性高分子材料で形成されると共に、R フィルタ部及び G フィルタ部は、赤色及び緑色にそれぞれ発光する量子ドットを分散させた高分子材料で形成され、かつ、前記液晶層と前記カラーフィルタとの間に第 2 の偏光板が介在されていることを特徴としている。

[0030] これにより青色発光源からの青色成分は、そのままBフィルタ部から出力されるが、光散乱促進材により十分に散乱されることから、偏光による光損失は殆ど生じず、無偏光に近い状態で出力される。また、赤色成分及び緑色成分はRフィルタ部及びGフィルタ部に含有された量子ドットにより色変換（波長変換）され、Rフィルタ部及びGフィルタ部から出力される。さらに、液晶層とカラーフィルタとの間に第2の偏光板を介在させているので、Rフィルタ部及びGフィルタ部に入射する光は偏光しているが、これらRフィルタ部及びGフィルタ部内の量子ドットにより偏光が吸収される。そして、フォトルミネッセンスによって、立体角 4π で量子ドットから光が放出されることから、Rフィルタ部及びGフィルタ部から出力される光は、偏光成分を有さず、無偏光状態で出力される。

[0031] また、本発明の液晶表示装置は、前記青色発光源が、青色LEDであるのが好ましい。

[0032] さらに、本発明の液晶表示装置は、前記光散乱促進材が、シリカビーズ、チタン酸化物、ジルコニウム酸化物、亜鉛酸化物、アルミニウム酸化物、硫酸バリウム、マイカ、ダイヤモンド、ガラス、ポリメタクリル酸メチル、ポリメタクリル酸n-ブチル、ポリスチレン、シリコーン樹脂、アクリルウレタンのうちの少なくとも1種を含むのが好ましい。

[0033] また、本発明の液晶表示装置は、前記量子ドットが、Cd、Zn、Ga、In、Al、Sn、Ag、及びCuの群から選択された少なくとも1種の元素と、S、Se、Te、O、P、As及びNの群から選択された少なくとも1種とを含む2種以上の元素の組み合わせからなるのが好ましい。

発明の効果

[0034] 本発明の液晶表示装置によれば、前記液晶層が、ネマティック系液晶からなる液晶分子相を有すると共に、前記バックライトユニットが、青色発光源を有し、前記カラーフィルタは、画素毎にBフィルタ部、Rフィルタ部、及びGフィルタ部を備え、前記Bフィルタ部は光の散乱を促進する光散乱促進材を分散させた透明性高分子材料で形成されると共に、Rフィルタ部及びG

フィルタ部は、赤色及び緑色にそれぞれ発光する量子ドットを分散させた高分子材料で形成され、かつ、前記液晶層と前記カラーフィルタとの間に第2の偏光板が介在されているので、青色発光源からの青色成分は、そのままBフィルタ部から出力され、赤色成分及び緑色成分はRフィルタ部及びGフィルタ部に含有された量子ドットにより色変換（波長変換）され、Rフィルタ部及びGフィルタ部からそれぞれ出力される。

[0035] このように青色成分については、青色発光源からの青色光をそのまま使用し、赤色成分又は緑色成分については、Rフィルタ部又はGフィルタ部におけるそれぞれの量子ドットを介して青色成分から赤色成分又は緑色成分の波長に変換して色出力していることから、不要な波長域の色成分を除去する必要がなく、ネマティック系液晶を使用した場合であっても光利用効率を向上させることが可能となる。その結果、非特許文献1のような従来の液晶表示装置に比べ、バックライトユニットからの光源の光量を低下させても、所望の明るさを有する液晶表示装置を得ることができ、より低消費電力の液晶表示装置を実現することが可能となる。

[0036] また、液晶層を通過する光の波長帯が青色成分のみであることから、第1の偏光板と第2の偏光板の間の位相差を規定するリタレーション量を青色成分に最適化することにより、コントラストを改善することができる。

[0037] また、第2の偏光板を通過した後、各色成分はカラーフィルタを通過するので、出力される光は偏光成分を有さず無偏光となり、良好な視野角を有し、偏光サングラスを使用した場合であっても、良好なカラー視認性を有する画像を得ることができる。

[0038] このように本発明によれば、低コストで光利用効率を向上させることができるので、コントラストが良好で明るく、十分な視野角を有し、カラー視認性も良好で、かつ消費電力も低い液晶表示装置を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0039] [図1]本発明に係る液晶表示装置の一実施の形態を模式的に示す断面図である。

[図2]青色発光ダイオードの一例を示す断面図である。

[図3]カラーフィルタの詳細を示す断面図である。

[図4]液晶表示装置の従来例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0040] 次に、本発明の実施の形態を詳説する。

[0041] 図1は、本発明に係る液晶表示装置としてのアクティブマトリックス液晶ディスプレイ（以下、「AM-LCD」という。）の一実施の形態を模式的に示す断面図である。

[0042] このAM-LCDは、青色発光源を出力するバックライトユニット1と、該バックライトユニット1から出力された青色発光源のうち直線偏光のみが通過するように偏光制御する偏光子（第1の偏光板）2と、各画素毎にオン・オフ駆動するように構成されたAM基板3と、偏光子2により偏光制御された光の透過量を制御する液晶層4と、偏光軸が前記偏光子2の偏光軸と直交又は平行となるように配された検光子（第2の偏光板）5と、液晶層4を透過した光をフィルタリングするカラーフィルタ6と、AM基板3と対向状に配された対向基板7とを備えている。

[0043] 尚、偏光子2と検光子5の偏光軸が直交している場合は、ノーマリーブラックタイプとなり、液晶層4に電界が印加されない時は黒表示となり、電界が印加されると白表示となる。

[0044] 一方、偏光子2と検光子5の偏光軸が平行している場合は、ノーマリーホワイトタイプとなり、液晶層4に電界が印加されない時に白表示となり、電界が印加されると黒表示となる。

[0045] これらノーマリーブラックタイプ及びノーマリーホワイトタイプは、液晶の動作モード（例えば、TN（ねじれネマティック）モード、VA（垂直配向）モード、IPS（面内スイッチング）モード、STN（超ねじれネマティック）モード等）に応じて任意に選ぶことができ、本発明ではいずれのタイプにも対応可能となるように構成されている。

[0046] AM基板3は、無アルカリガラスや極低アルカリガラス等で形成された第

1の透明基板9を備えると共に、前記第1の透明基板9上にはITO等の透明導電膜からなる画素電極10がマトリックス状に配され、かつ各画素電極10にはスイッチング素子11がそれぞれ接続されている。スイッチング素子11には、通常、非晶質シリコンや多結晶シリコン、 In-Ga-Zn を主成分とした酸化物半導体等からなるTFTやMIM (metal-insulator-metal) 形の薄膜ダイオード(TFD)が使用される。

[0047] 尚、このAM基板3は、周知のCVD法やスパッタリング法、更にはフォトリソグラフィ技術を繰り返し使用することにより容易に作製することができる。

[0048] 液晶層4は、TN液晶、VA液晶、IPS液晶、STN液晶等のネマティック系液晶からなる液晶分子相12と、該液晶分子相12の上端及び下端に形成された可溶性ポリイミド等からなる配向膜13a、13bとを有している。

[0049] 対向基板7は、第1の透明基板9と対向状に配された第2の透明基板14と、該第2の透明基板14の裏面側に形成されたITO等の透明導電膜からなる透明電極15とを有している。

[0050] そして、バックライトユニット1は、青色発光源からの光が偏光子2に直接入射されるように偏光子2の裏面側に配されている。

[0051] 本実施の形態では、バックライトユニット1は、省エネ・薄型化に適したエッジライト方式とされている。

[0052] 具体的には、このバックライトユニット1は、光源部16と、該光源部16から出力される点光源又は線光源を面光源に変換する楔形状に形成されたアクリル樹脂等を主体とした導光板17と、光源部16からの光を反射させて導光板17側に案内する反射板18と、導光板17に案内された光を拡散させるアクリル樹脂等で形成された拡散板19とを備えている。

[0053] そして、光源部16は、青色発光源としての青色LEDを複数有している。具体的には、青色LEDは、樹脂が充填されたパッケージ内に埋め込まれて基板上に実装されており、斯かる青色LEDが複数列設され、これにより

光源部 16 が形成されている。

[0054] 図 2 は、青色 LED の一例を模式的に示す断面図である。

[0055] 青色 LED は、 Al_2O_3 等の基板 20 上に GaN からなるバッファ層 21 が形成され、該バッファ層 21 の表面には GaN に Si をドーピングした n 型クラッド層 22 が形成されている。n 型クラッド層 22 の表面には活性層 23 及び ITO 等の n 型電極 27 が形成されている。さらに、活性層 23 の表面には GaN に Mg をドーピングした p 型クラッド層 24 が形成されると共に、該 p 型クラッド層 24 の表面には Ni や Au 等からなる導電層 25 が形成され、かつ、導電層 25 上には Al 等の p 型電極 26 が形成されている。

[0056] また、活性層 23 は、多重量子井戸型構造とされ、GaN からなる障壁層 28a~28e と、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ からなる井戸層 29a~29d とが交互に積層されている。

[0057] このように構成された青色 LED では、p 型電極 26 と n 型電極 27 との間に電圧が印加されると、障壁層 28a~28e に挟まれた井戸層 29a~29d に電子及び正孔が閉じ込められ、電子-正孔の再結合が生じ、井戸層 29a~29e のバンドギャップに相当する波長、すなわち約 470 nm の波長を有する青色光を発する。

[0058] また、カラーフィルタ 6 は、1 つの画素毎に R フィルタ部、G フィルタ部、及び B フィルタ部を備えており、これらのフィルタリング作用により RGB のカラー表示を可能にしている。

[0059] 図 3 は、カラーフィルタ 6 の画素単位の構成を示す断面図である。

[0060] すなわち、カラーフィルタ 6 は、ガラス基板等の透明基板 30 上にフィルタリング部 31 が形成されている。このフィルタリング部 31 は、黒色の遮蔽層 32 がマトリックス状に配されてブラックマトリックスを形成すると共に、R フィルタ部 33a、G フィルタ部 33b、及び B フィルタ部 33c が遮蔽層 32 を介して区分され、これら R フィルタ部 33a、B フィルタ部 33b、及び G フィルタ部 33c により画素単位で RGB フィルタ 33 を形成している。

- [0061] また、フィルタリング部 31 の表面には、アクリル樹脂等の透明材料からなるオーバーコート層 34 が形成されており、フィルタリング部 31 はオーバーコート層 34 によって保護されている。液晶層 4 は、オーバーコート層 34 を含む厚みにバラツキが生じないように高精度に制御される。
- [0062] R G B フィルタ 33 のうち、R フィルタ部 33 a 及び G フィルタ部 33 b は、赤色（波長：約 630～660 nm）及び緑色（波長：約 520～540 nm）の発光色を示す量子ドットが高分子材料中に分散されている。すなわち、量子ドットはナノオーダーの結晶粒径を有しており、量子サイズ効果により結晶粒径の大きさに応じて波長が変動する。したがって、結晶粒径の異なる 2 種類の量子ドットを使用することにより、青色 L E D から出力される青色光が色変換（波長変換）され、赤色光や緑色光を出力することができる。
- [0063] このような量子ドットとしては、発光性を有していれば特に限定されるものではなく、例えば、C d、Z n、G a、I n、A l、S n、P b、A g、C u の群から選択された少なくとも 1 種の元素と、S、S e、T e、P、A s、O、N の群から選択された少なくとも 1 種の元素を含む 2 種以上の元素で構成された化合物、例えば C d S、C d S e、Z n S e、I n G a S e 等を使用することができる。
- [0064] また、B フィルタ部 33 c は、光散乱を促進させる光散乱促進材が透明性高分子材料に分散されており、これにより B フィルタ部 33 c は、青色 L E D から発せられる青色発光源をそのまま青色成分として出力している。
- [0065] ここで、透明性高分子材料としては、例えば、メタアクリル酸エステル系高分子材料を使用することができる。
- [0066] また、光散乱促進材についても、特に限定されるものではなく、例えば、シリカビーズ、チタン酸化物、ジルコニア酸化物、亜鉛酸化物、アルミニウム酸化物、硫酸バリウム、マイカ、ダイヤモンド、ガラス等の無機系材料や、ポリメタクリル酸メチル、ポリメタクリル酸 n-ブチル、ポリスチレン、シリコーン樹脂、アクリルウレタンなどの有機系材料等からなる微小散乱

体を使用することができる。これら微小散乱体の中ではシリカビーズを好んで使用することができる。

[0067] 尚、このカラーフィルタ 6 は、周知のフォトリソグラフィ技術を使用して容易に作製することができる。すなわち、透明基板 30 に黒色顔料を含有した感光性レジストを塗布し、所定パターンのフォトマスクを使用して露光・現像を行い、パターニングしてマトリックス状の遮蔽層 32 を形成する。その後、上述と同様、フォトリソグラフィ技術を繰り返し使用してパターンニングし、順次 R フィルタ部 33 a、G フィルタ部 33 b、B フィルタ部 33 c を形成し、これによりフィルタリング部 31 を形成する、そしてこの後、フィルタリング部 31 の表面にアクリル樹脂等でオーバーコート層 34 を形成し、これによりカラーフィルタ 6 を容易に作製することができる。

[0068] 次に、液晶の動作モードが TN モードのノーマリーブラックタイプについて、カラーフィルタ 6 の表示原理を詳述する。尚、液晶の動作モードが VA モードや IPS モードであっても、偏光の制御方法が異なるのみであり、偏光を液晶層 4 に入射し、無偏光状態の光を出力させる原理は同様である。

[0069] 例えば、R フィルタ部 33 a に対応する液晶分子に電圧が印加され、G フィルタ部 33 b 及び B フィルタ部 33 c に対応する液晶分子に電圧が印加されなかった場合、R フィルタ部 33 a に対応する液晶分子は水平方向に配向し、G フィルタ部 33 b 及び B フィルタ部 33 c に対応する液晶分子は垂直方向に配向する。そして、G フィルタ部 33 b 及び B フィルタ部 33 c では、偏光子 2 から入射した青色光は、液晶層 4 で液晶分子に沿って偏光が旋回し、偏光面が 90° 回転することによって検光子 5 で遮断され、黒表示となる。一方、R フィルタ部 33 a では、偏光子 2 から入射した青色光は、液晶層 4 に電圧が印加されることで偏光状態が維持されたまま検光子 5 に到達し、検光子 5 の偏光軸に沿った直線偏光が入射される。したがって、光損失が殆ど生じることなく検光子 5 を透過し、R フィルタ部 33 で色変換（波長変換）され、これにより表示画面には赤色が表示される。

[0070] 同様に、G フィルタ部 33 b に対応する液晶分子に電圧が印加され、R フ

ィルタ部 33a 及び B フィルタ部 33c に対応する液晶分子に電圧が印加されなかった場合、G フィルタ部 33b に対応する液晶分子は水平方向に配向し、R フィルタ部 33a 及び B フィルタ部 33c に対応する液晶分子は垂直方向に配向する。そして、R フィルタ部 33a 及び B フィルタ部 33c では、偏光子 2 から入射した青色光は、液晶層 4 で液晶分子に沿って偏光が旋回し、偏光面が 90° 回転することによって検光子 5 で遮断され、黒表示となる。一方、G フィルタ部 33b では、偏光子 2 から入射した青色光は、液晶層 4 に電圧が印加されることで偏光状態が維持されたまま検光子 5 に到達し、検光子 5 の偏光軸に沿った直線偏光が入射される。したがって、光損失が殆ど生じることなく検光子 5 を透過し、前記 G フィルタ部 33b で青色光が緑色光となるように色変換（波長変換）され、これにより表示画面には緑色が表示される。

[0071] また、B フィルタ部 33c に対応する液晶分子に電圧が印加され、R フィルタ部 33a 及び G フィルタ部 33b に対応する液晶分子に電圧が印加されなかった場合、B フィルタ部 33c に対応する液晶分子は水平方向に配向し、R フィルタ部 33a 及び B フィルタ部 33c に対応する液晶分子は垂直方向に配向する。そして、R フィルタ部 33a 及び B フィルタ部 33c では、偏光子 2 から入射した青色光は、液晶層 4 で液晶分子に沿って偏光が旋回し、偏光面が 90° 回転することによって検光子 5 で遮断され、黒表示となる。一方、B フィルタ部 33c では、偏光子 2 から入射した青色光は、液晶層 4 に電圧が印加されることで偏光状態が維持されたまま検光子 5 に到達し、検光子 5 の偏光軸に沿った直線偏光が入射される。したがって、光損失が殆ど生じることなく検光子 5 及び B フィルタ部 33c を透過し、これにより表示画面には青色が表示される。

[0072] このように本実施の形態では、バックライトユニット 1 が、青色 LED を有する光源部 16 を備え、カラーフィルタ 6 は、画素毎に R フィルタ部 33a、G フィルタ部 33b、及び B フィルタ部 33c を有し、B フィルタ部 33c は光散乱促進材を分散させた透明性高分子材料で形成されると共に、R

フィルタ部 33a 及び G フィルタ部 33b は、赤色及び緑色にそれぞれ発光する量子ドットを分散させた高分子材料で形成され、かつ、液晶層 4 とカラーフィルタ 6 との間に検光子 5 が介在されているので、青色 LED からの青色成分は、検光子 5 を介して B フィルタ部 33c からそのまま出力される。また、赤色成分及び緑色成分は R フィルタ部 33a 及び G フィルタ部 33b に含有された量子ドットにより色変換（波長変換）され、R フィルタ部 33a 及び G フィルタ部 33b から出力される。

[0073] すなわち、青色成分については、B フィルタ部 33c は、青色発光源からの青色光をそのまま出力し、赤色成分又は緑色成分については、R フィルタ部 33a 又は G フィルタ部 33b におけるそれぞれの量子ドットを介して青色成分から赤色成分又は緑色成分の波長に変換して出力されることから、従来の白色光源のように不要な波長域の色成分を除去する必要がなく、ネマティック系液晶を使用した場合であっても低コストで光利用効率を向上させることが可能となる。

[0074] また、本実施の形態では、液晶層 4 を透過する光の波長帯が青色成分のみであることから、VA 液晶、IPS 液晶などの複屈折が直接的に遮光・透光性能に影響を及ぼす動作モードでは、偏光子 2 と検光子 5 との間で生じる位相差を規定するリタレーション量を青色成分に最適化することにより、コントラストをより改善することができる。

[0075] また、本実施の形態では、検光子 5 を通過した後、カラーフィルタ 6 を通過するので、出力される光は偏光成分を有さず無偏光となり、良好な視野角を有し、偏光サングラスを使用した場合であっても、良好なカラー視認性を有する所望の画像を得ることができる。

[0076] 因みに、青色 LED を使用した本発明と白色光源を使用した従来例（非特許文献 1）とで光利用効率を比較すると、以下のようになる。

[0077] 本発明及び従来例において、バックライトユニットから出力される光源が偏光子でカットされる光量を 50%、偏光子 2 を通過した光が液晶層 4 及び検光子 5 を通過する際に生じる光損失を 90%、液晶層の開口率を 50% と

仮定する。

[0078] 白色光源を使用した従来例に特有の損失として、カラーフィルタに使用される色素の吸収による光損失、及び白色光からRGB各色への変換時における他成分のカットによる光損失がある。後者は33%であるから、前者を60%とすると、RGBの各色成分当たりの光利用効率は、 $4.45\% (= (0.50 \times 0.90 \times 0.50 \times 0.60 \times 0.33) \times 100)$ となる。

[0079] 一方、本発明の場合、青色成分については、青色LEDの発光源をそのまま使用することから、変換による損失は生じず、光散乱促進剤による散乱損失のみである。したがって、この散乱損失を80%としても、青色成分に対する光利用効率は、 $18\% (= (0.50 \times 0.90 \times 0.50 \times 0.80) \times 100)$ となる。

[0080] また、赤色成分及び緑色成分については、フォトルミネッセンスにより立体角 4π で光が放出されることから、カラーフィルタによる損失は、反射損失を含めても50%程度と推測される。したがって、量子ドットの青色から赤色及び緑色への変換（波長変換）による損失を70%とすると、赤色成分及び緑色成分に対する光利用効率は、それぞれ $7.9\% (= (0.50 \times 0.90 \times 0.50 \times 0.50 \times 0.70) \times 100)$ となる。

[0081] したがって、本発明では、光利用効率は、平均値で $11.3\% (= (18 + 7.9 + 7.9) / 3)$ となる。

[0082] このように本発明は、従来例の約2.5 ($\div 11.3 / 4.45$) 倍の光利用効率を得ることができ、バックライトユニット1の消費電力を大幅に低減できる。したがって、例えば、スマートフォン等で使用される二次電池の充放電を頻繁に行なうことなく長時間連続して使用することが可能となる。

[0083] 尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であるのはいうまでもない。例えば、上記実施の形態では、バックライトユニット1をエッジライト方式で構成しているが、これに限定されるものでないのはいうまでもない。

産業上の利用可能性

[0084] ネマティック系液晶を使用しても、バックライトユニットから発せられる光源の光利用効率を向上させることができ、コントラストが良好で、十分な視野角を得ることができ、カラー視認性も良好で、かつ消費電力も低い液晶表示装置を実現できる。

符号の説明

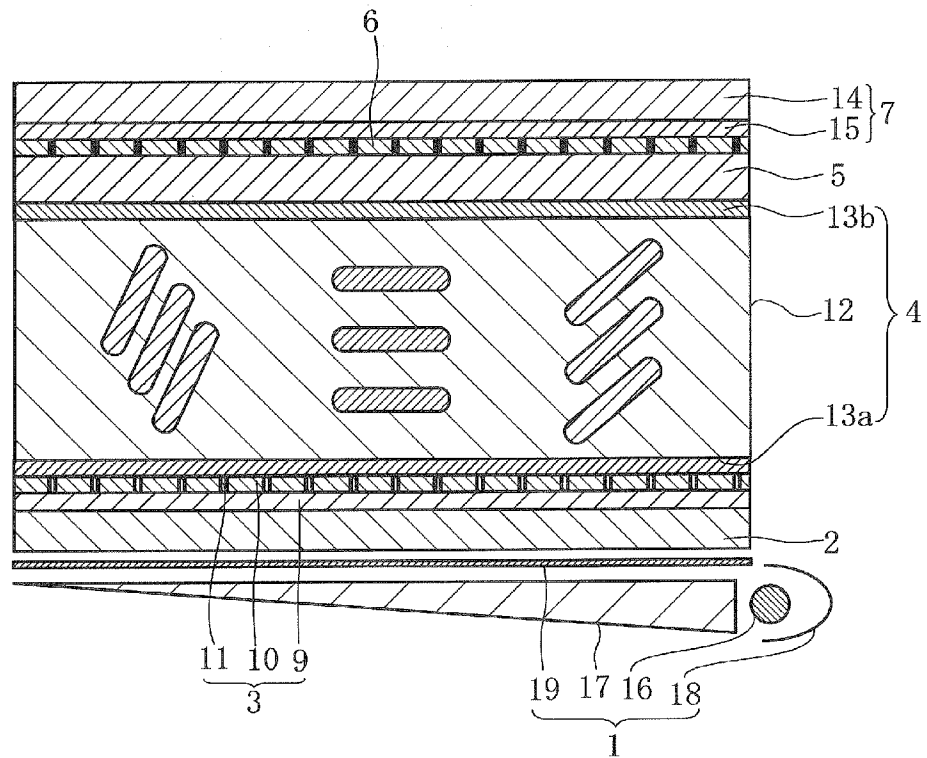
- [0085] 1 バックライトユニット
2 偏光子（第1の偏光板）
4 液晶層
5 検光子（第2の偏光板）
6 カラーフィルタ
12 液晶分子相
16 光源部（青色発光源、青色LED）
33a Rフィルタ部
33b Gフィルタ部
33c Bフィルタ部

請求の範囲

- [請求項1] バックライトユニットから出力された光を第1の偏光板で偏光させて液晶層に供給し、該液晶層で透過制御された光をカラーフィルタで処理し、表示画面上にカラー表示する液晶表示装置であって、
- 前記液晶層が、ネマティック系液晶からなる液晶分子相を有すると共に、
- 前記バックライトユニットが、青色発光源を有し、
- 前記カラーフィルタは、画素毎に青色フィルタ部、赤色フィルタ部、及び緑色フィルタ部を備え、前記青色フィルタ部は光の散乱を促進する光散乱促進材を分散させた透明性高分子材料で形成されると共に、赤色フィルタ部及び緑色フィルタ部は、赤色及び緑色にそれぞれ発光する量子ドットを分散させた高分子材料で形成され、
- かつ、前記液晶層と前記カラーフィルタとの間に第2の偏光板が介在されていることを特徴とする液晶表示装置。
- [請求項2] 前記青色発光源は、青色発光ダイオードであることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。
- [請求項3] 前記光散乱促進材は、シリカビーズ、チタン酸化物、ジルコニウム酸化物、亜鉛酸化物、アルミニウム酸化物、硫酸バリウム、マイカ、ダイヤモンド、ガラス、ポリメタクリル酸メチル、ポリメタクリル酸n-ブチル、ポリスチレン、シリコーン樹脂、アクリルウレタンのうちの少なくとも1種を含むことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の液晶表示装置。
- [請求項4] 前記量子ドットは、Cd、Zn、Ga、In、Al、Sn、Ag、及びCuの群から選択された少なくとも1種の元素と、S、Se、Te、O、P、As及びNの群から選択された少なくとも1種の元素を含む2種以上の元素の組み合わせで構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の液晶表示装置。

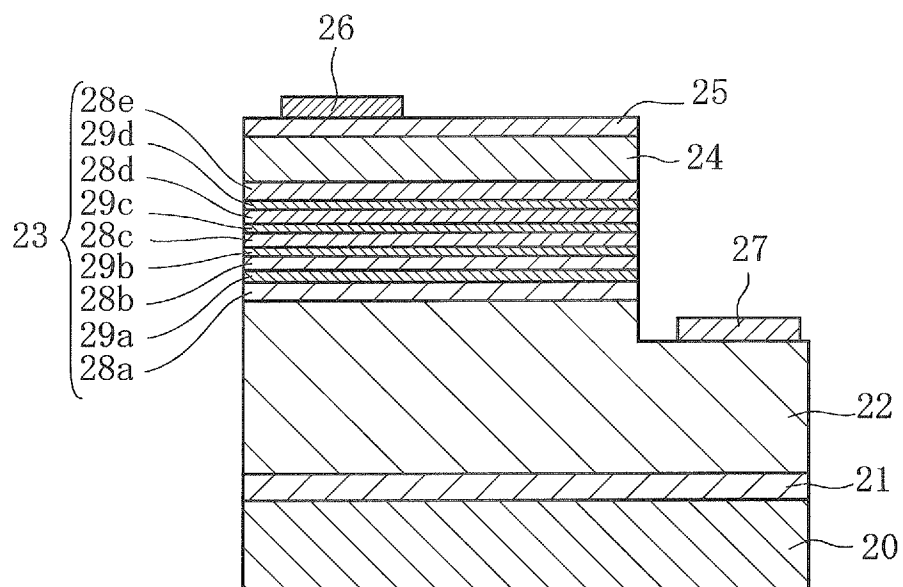
[図1]

Fig. 1



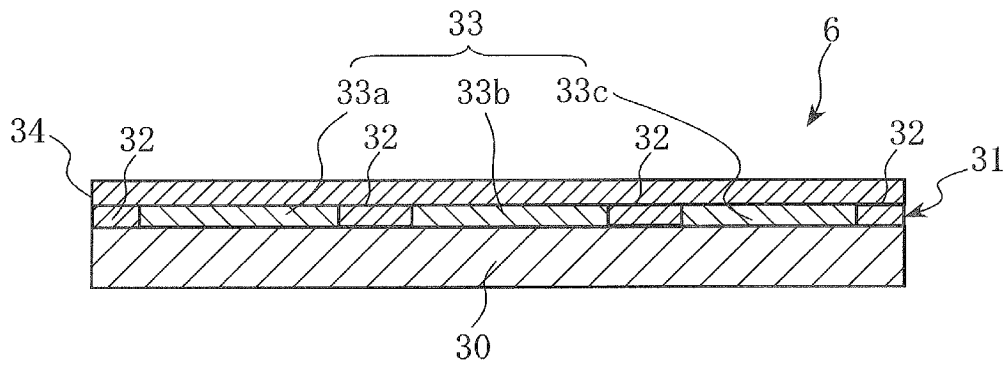
[図2]

Fig. 2



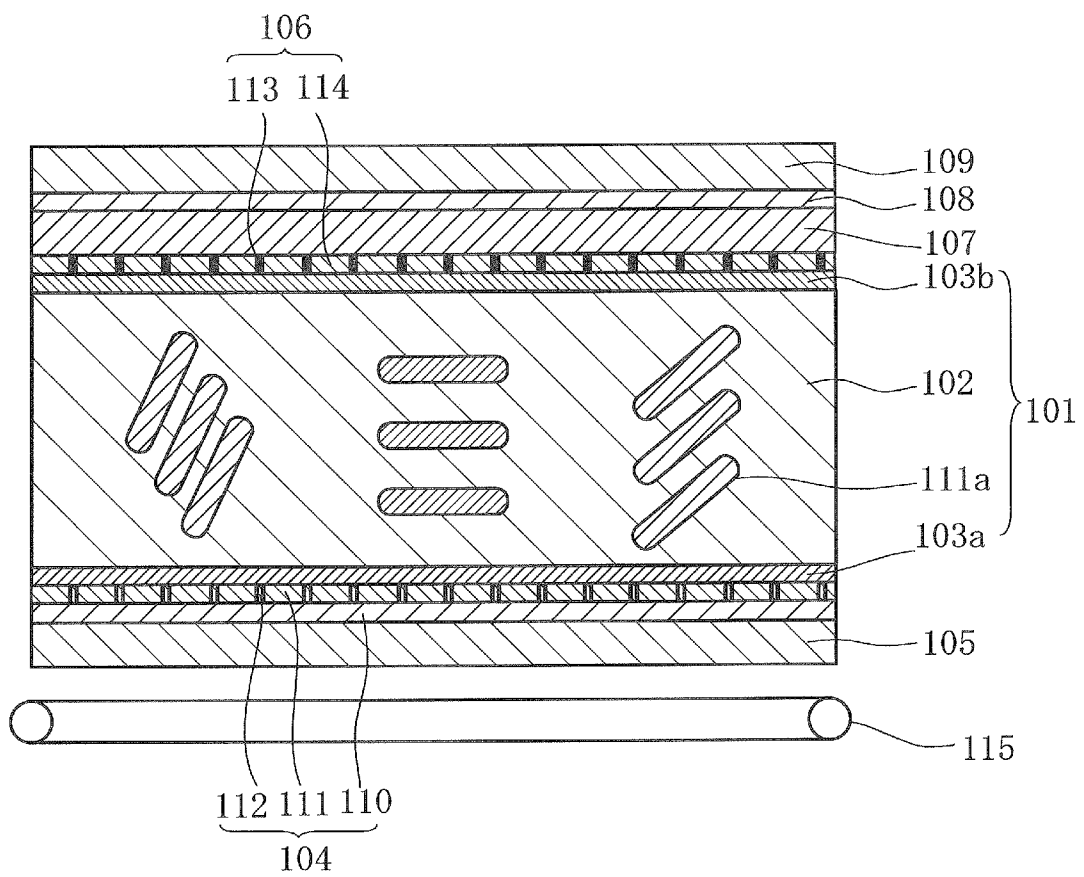
[図3]

Fig. 3



[図4]

Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057331

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/1335(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, G02F1/13357(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)

G02F1/1335, G02B5/20, G02F1/13357

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2014-26167 A (Sharp Corp.), 06 February 2014 (06.02.2014), paragraphs [0028] to [0057]; fig. 1, 3 (Family: none)	1-3 4
Y	WO 2015/045735 A1 (Fujifilm Corp.), 02 April 2015 (02.04.2015), paragraph [0243] & TW 201512310 A	4

☐ 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
25 May 2016 (25.05.16)

Date of mailing of the international search report
07 June 2016 (07.06.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02F1/1335(2006.01)i, G02B5/20(2006.01)i, G02F1/13357(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. G02F1/1335, G02B5/20, G02F1/13357

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 Y	JP 2014-26167 A（シャープ株式会社）2014.02.06, 段落【0028】－【0057】、図1、3（ファミリーなし）	1－3 4
Y	WO 2015/045735 A1（富士フイルム株式会社）2015.04.02, 段落【0243】 & TW 201512310 A	4

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

25.05.2016

国際調査報告の発送日

07.06.2016

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）

稲荷 宗良

2 L

4846

電話番号 03-3581-1101 内線 3295