(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
2022年11月3日(03.11.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/230643 A1

(51) 国際特許分類:
C07F 5/02 (2006.01)　*G02B 5/20* (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)　*G09F 9/00* (2006.01)
F21S 2/00 (2016.01)　*F21Y 115/10* (2016.01)
F21V 9/32 (2018.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2022/017461

(22) 国際出願日：　2022年4月11日(11.04.2022)

(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 2021-075673　2021年4月28日(28.04.2021)　JP
特願 2021-082082　2021年5月14日(14.05.2021)　JP

(71) 出願人: 東レ株式会社 (**TORAY INDUSTRIES, INC.**) [JP/JP]; 〒1038666 東京都中央区日本橋室町２丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 市橋　泰宜 (**ICHIHASHI, Yasunori**); 〒5208558 滋賀県大津市園山１丁目１番１号 東レ株式会社滋賀事業場内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

WO 2022/230643 A1

(54) **Title:** POLYCYCLIC AROMATIC COMPOUND, COLOR CONVERSION COMPOSITION, COLOR CONVERSION SHEET, LIGHT SOURCE UNIT, DISPLAY AND LIGHTING DEVICE

(54) 発明の名称：多環芳香族化合物、色変換組成物、色変換シート、光源ユニット、ディスプレイおよび照明装置

(57) **Abstract:** The polycyclic aromatic compound according to one embodiment of the present invention is a compound which, when subjected to excitation light, emits observable light, exhibits a peak wavelength region between 500 nm and 750 nm where the HOMO level is -5.7 eV or less, and emits delayed fluorescence.

(57) 要約：本発明の一態様である多環芳香族化合物は、励起光を用いることによってピーク波長が５００ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の領域に観測される発光を呈し、ＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以下であり、遅延蛍光を放出する化合物である。

明　細　書

発明の名称 ：

多環芳香族化合物、色変換組成物、色変換シート、光源ユニット、ディスプレイおよび照明装置

技術分野

[0001] 本発明は、多環芳香族化合物、色変換組成物、色変換シート、光源ユニット、ディスプレイおよび照明装置に関する。

背景技術

[0002] 色変換方式によるマルチカラー化技術を液晶ディスプレイや有機ＥＬディスプレイ、照明装置などへ応用することが、盛んに検討されている。色変換とは、発光体からの発光をより長波長な光へと変換することであり、例えば青色発光を緑色発光や赤色発光へと変換することを表す。

[0003] この色変換機能を有する組成物（以下、「色変換組成物」という）をシート化し、例えば青色光源と組み合わせることにより、青色光源から、青、緑、赤色の３原色を取り出すこと、すなわち白色光を取り出すことが可能となる。このような青色光源と色変換機能を有するシート（以下、「色変換シート」という）とを組み合わせた白色光源を光源ユニットとし、この光源ユニットと、液晶駆動部分と、カラーフィルターと組み合わせることで、フルカラーディスプレイの作製が可能になる。また、液晶駆動部分が無ければ、そのまま白色光源として用いることができ、例えばＬＥＤ照明などの白色光源として応用できる。

[0004] 液晶ディスプレイの課題として、色再現性の向上が挙げられる。色再現性の向上には、光源ユニットの青、緑、赤の各発光スペクトルの半値幅を狭くし、青、緑、赤各色の色純度を高めることが有効である。これを解決する手段として、無機半導体微粒子による量子ドットを色変換組成物の成分として用いる技術が提案されている（例えば、特許文献１参照）。この量子ドットを用いる技術は、確かに緑、赤色の発光スペクトルの半値幅が狭く、色再現

性は向上するが、反面、量子ドットは熱、空気中の水分や酸素に弱く、耐久性が十分でなかった。

[0005] また、量子ドットの代わりに有機物の発光材料を色変換組成物の成分として用いる技術も提案されている。有機発光材料を色変換組成物の成分として用いる技術の例としては、ピロメテン誘導体を用いたもの（例えば、特許文献１および２参照）が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０１１－２４１１６０号公報

特許文献2：特開２０１４－１３６７７１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、これらの有機発光材料を用いて色変換組成物を作製しても、色再現性および耐久性の向上という観点では、未だ不十分であった。特に、高色純度の緑色発光と高い耐久性とを両立できる技術が不十分であった。

[0008] 本発明が解決しようとする課題は、液晶ディスプレイ等のディスプレイやＬＥＤ照明等の照明装置に用いられる色変換材料として好適な有機発光材料を提供し、色再現性の向上と高い耐久性とを両立させることである。

課題を解決するための手段

[0009] すなわち、上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る多環芳香族化合物は、励起光を用いることによってピーク波長が５００ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の領域に観測される発光を呈し、ＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以下であり、遅延蛍光を放出する化合物である、ことを特徴とする。

[0010] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記多環芳香族化合物のＨＯＭＯ準位が－６．０ｅＶ以下である、ことを特徴とする。

[0011] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記多環

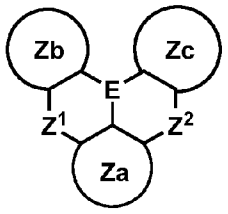
芳香族化合物のＨＯＭＯ準位が－６．２ｅＶ以下である、ことを特徴とする。

[0012] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記多環芳香族化合物のＨＯＭＯ準位が－６．５ｅＶ以下である、ことを特徴とする。

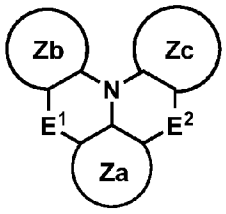
[0013] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記多環芳香族化合物の発光ピーク波長における発光スペクトルの半値幅が４０ｎｍ以下である、ことを特徴とする。

[0014] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記多環芳香族化合物が、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物である、ことを特徴とする。

[0015] [化1]



(1)



(2)

（環Ｚａ、環Ｚｂおよび環Ｚｃは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリール環、または置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０ヘテロアリール環である。Z^1およびZ^2は、それぞれ独立に、酸素原子、ＮＲａ（置換基Ｒａを有する窒素原子）または硫黄原子である。Z^1がＮＲａである場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｂと結合して環を形成してもよい。Z^2がＮＲａである場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｃと結合して環を形成してもよい。Ｅは、ホウ素原子、リン原子、ＳｉＲａ（置換基Ｒａを有するケイ素原子）またはＰ＝Ｏである。E^1およびE^2は、それぞれ独立に、ＢＲａ（置換基Ｒａを有するホウ素原子）、ＰＲａ（置換基Ｒａを有するリン原子）、$SiRa_2$（置換基Ｒａを２個有するケイ素原子）、Ｐ（＝Ｏ）Ra_2（置換基Ｒａを２個有するホスフィンオキシド）またはＰ（＝Ｓ）Ra_2（置換基Ｒａを２個有するホスフィンスルフィド）、Ｓ（＝Ｏ）

またはＳ（＝Ｏ）$_2$である。E^1がＢＲａ、ＰＲａ、ＳｉＲａ$_2$、Ｐ（＝Ｏ）Ｒａ$_2$またはＰ（＝Ｓ）Ｒａ$_2$である場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｂと結合して環を形成してもよい。E^2がＢＲａ、ＰＲａ、ＳｉＲａ$_2$、Ｐ（＝Ｏ）Ｒａ$_2$またはＰ（＝Ｓ）Ｒａ$_2$である場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｃと結合して環を形成してもよい。置換基Ｒａは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のアリール基、置換もしくは無置換のヘテロアリール基、または置換もしくは無置換のアルキル基である。）

[0016] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記一般式（１）または前記一般式（２）で表される化合物は、少なくとも一つの電子求引基を有する、ことを特徴とする。

[0017] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記一般式（１）または前記一般式（２）で表される化合物は、二つ以上の電子求引基を有する、ことを特徴とする。

[0018] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記電子求引基は、シアノ基、アシル基、エステル基、アミド基、スルホニル基、スルホン酸エステル基またはスルホンアミド基である、ことを特徴とする。

[0019] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記電子求引基はエステル基である、ことを特徴とする。

[0020] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記Z^1および前記Z^2は、酸素原子またはＮＲａである、ことを特徴とする。

[0021] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記Ｅはホウ素原子であり、前記E^1および前記E^2はＢＲａである、ことを特徴とする。

[0022] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記環Ｚａ、前記環Ｚｂおよび前記環Ｚｃはベンゼン環である、ことを特徴とする。

[0023] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記多環芳香族化合物が、励起光を用いることによってピーク波長が５００ｎｍ以上５８０ｎｍ未満の領域に観測される発光を呈する、ことを特徴とする。

[0024] また、本発明に係る多環芳香族化合物は、上記の発明において、前記多環芳香族化合物が、励起光を用いることによってピーク波長が５８０ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の領域に観測される発光を呈する、ことを特徴とする。

[0025] また、本発明に係る色変換組成物は、入射光を、当該入射光とは異なる光に変換する色変換組成物であって、上記のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物と、バインダー樹脂と、を含むことを特徴とする。

[0026] また、本発明に係る色変換シートは、入射光を、当該入射光とは異なる光に変換する色変換シートであって、上記のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物と、バインダー樹脂と、を含むことを特徴とする。

[0027] また、本発明に係る色変換シートは、上記の発明において、さらにバリアフィルムを有する、ことを特徴とする。

[0028] また、本発明に係る光源ユニットは、光源と、上記のいずれか一つに記載の色変換シートと、を備えることを特徴とする。

[0029] また、本発明に係る光源ユニットは、上記の発明において、前記光源は、波長４３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下の範囲に極大発光を有する発光ダイオードである、ことを特徴とする。

[0030] また、本発明に係るディスプレイは、上記のいずれか一つに記載の色変換シートを備える、ことを特徴とする。

[0031] また、本発明に係る照明装置は、上記のいずれか一つに記載の色変換シートを備える、ことを特徴とする。

発明の効果

[0032] 本発明によれば、色再現性の向上と高い耐久性とを両立させ得る色変換材料として好適な多環芳香族化合物および色変換組成物を実現できるという効果を奏する。本発明に係る色変換シートは、このような多環芳香族化合物等を用いるため、色再現性の向上と高い耐久性とを両立させることが可能となるという効果を奏する。本発明に係る光源ユニット、ディスプレイおよび照明装置は、このような色変換シートを用いるため、色再現性の向上と高い耐久性とを両立させることが可能となるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]図１は、本発明の実施形態に係る色変換シートの第一例を示す模式断面図である。

[図2]図２は、本発明の実施形態に係る色変換シートの第二例を示す模式断面図である。

[図3]図３は、本発明の実施形態に係る色変換シートの第三例を示す模式断面図である。

[図4]図４は、本発明の実施形態に係る色変換シートの第四例を示す模式断面図である。

発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明に係る多環芳香族化合物、色変換組成物、色変換シート、光源ユニット、ディスプレイおよび照明装置の好適な実施形態を具体的に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、目的や用途に応じて種々に変更して実施することができる。

[0035] ＜多環芳香族化合物＞

本発明の実施形態に係る多環芳香族化合物は、色変換組成物や色変換シートなどを構成する色変換材料である。詳細には、この多環芳香族化合物は、励起光を用いることによってピーク波長が５００ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の領域に観測される発光を呈し、ＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以下であり、遅延蛍光を放出する化合物である。以下、本発明の実施形態に係る多環芳香族化合物を「本発明の多環芳香族化合物」と略記する場合がある。

[0036] （発光波長）

本発明の多環芳香族化合物は、励起光を用いることによってピーク波長が５００ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の領域に観測される発光を呈する化合物である。例えば、本発明の多環芳香族化合物は、励起光を用いることにより、ピーク波長が５００ｎｍ以上５８０ｎｍ未満の領域に観測される発光を呈することが好ましい。以後、ピーク波長が５００ｎｍ以上５８０ｎｍ未満の領域に観測される発光は、「緑色の発光」という。

[0037] 本発明の多環芳香族化合物は、波長４３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下の範囲の励起光を用いることにより、緑色の発光を呈することが好ましい。一般に、励起光は、そのエネルギーが大きいほど、発光材料の分解を引き起こしやすい。しかし、波長４３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下の範囲の励起光は、比較的小さい励起エネルギーのものである。このため、色変換組成物中の発光材料の分解を抑制し、色純度の良好な緑色の発光が得られる。

[0038] また、本発明の多環芳香族化合物は、励起光を用いることにより、ピーク波長が５８０ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の領域に観測される発光を呈することが好ましい。以後、ピーク波長が５８０ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の領域に観測される発光は、「赤色の発光」という。

[0039] 本発明の多環芳香族化合物は、波長４３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下の範囲の励起光を用いることにより、赤色の発光を呈することが好ましい。一般に、励起光は、そのエネルギーが大きいほど、発光材料の分解を引き起こしやすい。しかし、波長４３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下の範囲の励起光は、比較的小さい励起エネルギーのものである。このため、色変換組成物中の発光材料の分解を抑制し、色純度の良好な赤色の発光が得られる。

[0040] （遅延蛍光）

遅延蛍光を放出する化合物は、その三重項励起状態が速やかに一重項励起状態に変換するため、一重項酸素を発生させにくいという特徴を有している。そして、この特徴により、発光材料の劣化を防ぎ、色度の経時的な変化を抑制して耐久性を向上させられることが見出されたのである。本メカニズムについて順次解説する。

[0041] まず、発光材料の劣化メカニズムについて説明する。色変換組成物の色度変化は、発光材料が劣化することが原因で生じる。この発光材料の劣化は、一重項酸素によってもたらされるものである。一重項酸素とは、酸素分子の分子軌道のπ*軌道（反結合性のπ軌道）に入った２個の電子のスピンの向きが異なる一重項状態、すなわち全スピン量子数が０である励起状態にある酸素分子である。このような励起状態には、２つ存在するπ*軌道のそれぞれを

、スピンの向きが互いに異なる電子が１つずつ占有しているΣ１状態と、π＊軌道の一方のみをスピンの向きが互いに異なる２つの電子が占有しているΔ１状態とが存在する。一重項酸素は、Δ１状態において空になった電子軌道が強い求電子性を有しており、強い酸化力を持つ。そのため、一重項酸素が、発光材料の酸化による劣化を引き起こすと考えられる。

[0042] 次に、一重項酸素の発生メカニズムについて述べる。一重項酸素は、基底状態の三重項酸素を直接光励起することによっては発生しにくいと考えられる。なぜならば、基底状態の三重項酸素から励起状態の一重項酸素への遷移はスピン禁制遷移であるため、遷移確率が非常に低いからである。

[0043] そのため、色変換組成物中の一重項酸素の発生は、色素増感作用によるものであると考えられる。つまり、一重項酸素は、発光材料の三重項励起状態と、基底状態の三重項酸素分子との間での、電子とエネルギーとの交換により発生するものと考えられる。その発生メカニズムは、以下のように考えられる。

[0044] まず、光励起によって発光材料が一重項基底状態から一重項励起状態となり、さらに、当該発光材料の一部が、系間交差によって一重項励起状態から三重項励起状態となる。発生した発光材料の三重項励起状態から一重項基底状態への遷移は、スピン禁制遷移であるため、通常は遷移確率が低く、三重項励起状態の寿命が長い。しかし、基底状態の三重項酸素が共存する場合は、基底状態の三重項酸素から励起状態の一重項酸素への励起を伴うことによってスピン禁制が解け、発光材料は、三重項励起状態から一重項基底状態へと速やかに失活することができる。このメカニズムは、デクスター機構（電子交換機構）と呼ばれている。

[0045] デクスター機構が進行するためには、分子間における波動関数の重なりを介した電子の交換が必要である。このため、エネルギードナー分子（この場合は三重項励起状態の発光材料）とエネルギーアクセプター分子（この場合は基底状態の三重項酸素）とが直接衝突する必要があると考えられる。

[0046] 先に述べたように、遅延蛍光を放出する化合物は、三重項励起状態が速や

かに一重項励起状態に変換する、つまり三重項励起状態の寿命が短いという性質を有している。そのため、発光材料の三重項励起状態と基底状態の三重項酸素とが直接衝突する確率が小さくなり、一重項酸素が発生しにくくなるのである。

[0047] 以上のように、本発明の多環芳香族化合物が遅延蛍光を放出する化合物であることにより、一重項酸素の発生を抑制することが可能となり、色変換組成物の耐久性を改善することができる。

[0048] （ＨＯＭＯ準位）

本発明の多環芳香族化合物は、そのＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以下の発光材料である。発光材料のＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶより高い場合、励起－発光のサイクルが繰り返されると、その発光材料を含む組成物中に含まれる酸素との相互作用により、発光材料が酸化されてしまい消光するため、耐久性悪化の原因になる。発光材料のＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以下であることで、発光材料の電子密度が下がる。これにより、発光材料の酸素に対する安定性が向上し、耐久性を向上させることができる。

[0049] 以上から、ＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以下であり、遅延蛍光を放出する化合物を発光材料（本発明の多環芳香族化合物）として用いることで、一重項酸素の発生を抑制し、かつ、一部発生した一重項酸素と発光材料との反応を抑制することができる。このため、本発明の多環芳香族化合物の耐久性、延いては、当該多環芳香族化合物を含む色変換組成物の耐久性を改善することができる。

[0050] 本発明の多環芳香族化合物のＨＯＭＯ準位は、－６．０ｅＶ以下であることが好ましい。化合物のＨＯＭＯ準位が－６．０ｅＶ以下であると、化合物の電子密度をより低減することができる。このため、本発明の多環芳香族化合物の酸素に対する安定性が向上し、当該多環芳香族化合物の耐久性を向上させることができる。この効果をより高めるという観点から、本発明の多環芳香族化合物のＨＯＭＯ準位は、－６．２ｅＶ以下であることがより好ましく、－６．５ｅＶ以下であることがさらに好ましい。

[0051] 化合物のＨＯＭＯ準位は、計算によって算出することができる。本発明においては、汎用量子化学計算プログラム「Ｇａｕｓｓｉａｎ　１６」プログラムパッケージ（Ｇａｕｓｓｉａｎ社製）で、Ｂ３ＬＹＰ密度汎関数理論を用いて、６－３１Ｇ（ｄ）基底系にて、構造最適化を行い、最適化された構造をもとに、Ｂ３ＬＹＰ密度汎関数理論を用いて、６－３１１＋＋Ｇ（ｄ，ｐ）基底系にて計算することで算出される値とする。

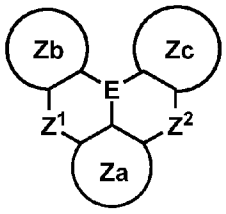
[0052]（半値幅）

本発明の多環芳香族化合物の発光ピーク波長における発光スペクトルの半値幅は、高い色純度の発光が得られ、液晶ディスプレイに用いた場合にディスプレイの高色域化を達成するという観点から、４０ｎｍ以下であることが好ましく、３０ｎｍ以下であることがより好ましく、２５ｎｍ以下であることがさらに好ましい。

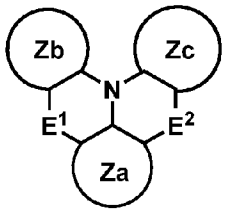
[0053]（化学構造）

本発明の多環芳香族化合物としては、特に限定はないが、下記の一般式（１）または一般式（２）で表される構造を有する化合物が好ましい。

[0054] [化2]



(1)



(2)

[0055] 一般式（１）または一般式（２）において、環Ｚａ、環Ｚｂおよび環Ｚｃは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリール環、または置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０ヘテロアリール環である。

[0056] 一般式（１）において、Z^1およびZ^2は、それぞれ独立に、酸素原子、ＮＲａ（置換基Ｒａを有する窒素原子）または硫黄原子である。Z^1がＮＲａである場合、置換基Ｒａは、環Ｚａもしくは環Ｚｂと結合して環を形成してもよい。Z^2がＮＲａである場合、置換基Ｒａは、環Ｚａもしくは環Ｚｃと結合し

て環を形成してもよい。Ｅは、ホウ素原子、リン原子、ＳｉＲａ（置換基Ｒａを有するケイ素原子）またはＰ＝Ｏである。

[0057] 一般式（２）において、E^1およびE^2は、それぞれ独立に、ＢＲａ（置換基Ｒａを有するホウ素原子）、ＰＲａ（置換基Ｒａを有するリン原子）、ＳｉRa_2（置換基Ｒａを２個有するケイ素原子）、Ｐ（＝Ｏ）Ra_2（置換基Ｒａを２個有するホスフィンオキシド）またはＰ（＝Ｓ）Ra_2（置換基Ｒａを２個有するホスフィンスルフィド）、Ｓ（＝Ｏ）またはＳ（＝Ｏ）$_2$である。E^1がＢＲａ、ＰＲａ、ＳｉRa_2、Ｐ（＝Ｏ）Ra_2またはＰ（＝Ｓ）Ra_2である場合、置換基Ｒａは、環Ｚａもしくは環Ｚｂと結合して環を形成してもよい。E^2がＢＲａ、ＰＲａ、ＳｉRa_2、Ｐ（＝Ｏ）Ra_2またはＰ（＝Ｓ）Ra_2である場合、置換基Ｒａは、環Ｚａもしくは環Ｚｃと結合して環を形成してもよい。

[0058] 上記の置換基Ｒａは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のアリール基、置換もしくは無置換のヘテロアリール基、または置換もしくは無置換のアルキル基である。

[0059] 上記の全ての基において、水素は重水素であってもよい。このことは、以下に説明する化合物またはその部分構造においても同様である。また、上記の全ての基は、置換もしくは無置換の基であってもよい。以下に説明する化合物またはその部分構造においても同様に、置換もしくは無置換の化合物またはその部分構造であってもよい。以下の説明において、例えば、炭素数６～４０の置換もしくは無置換のアリール基とは、アリール基に置換した置換基に含まれる炭素数も含めて全ての炭素数が６～４０となるアリール基である。炭素数を規定している他の置換基も、これと同様である。

[0060] また、上記の全ての基において、置換される場合における置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、複素環基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、チオール基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、ヘテロアリール基、ハロゲン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、アシル基、

エステル基、アミド基、カルボキシル基、オキシカルボニル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、ボリル基、ホスフィンオキシド基が好ましく、さらには、各置換基の説明において好ましいとする具体的な置換基が好ましい。また、これらの置換基は、さらに上述の置換基により置換されていてもよい。

[0061] 「置換もしくは無置換の」という場合における「無置換」とは、水素原子または重水素原子が置換したことを意味する。以下に説明する化合物またはその部分構造において、「置換もしくは無置換の」という場合についても、上記と同様である。

[0062] 上記の全ての基のうち、アルキル基とは、例えば、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓｅｃ－ブチル基、ｔｅｒｔ－ブチル基等の飽和脂肪族炭化水素基を示し、これは、置換基を有していても有していなくてもよい。置換されている場合の追加の置換基には特に制限は無く、例えば、アルキル基、ハロゲン、アリール基、ヘテロアリール基等を挙げることができ、この点は、以下の記載にも共通する。また、アルキル基の炭素数は、特に限定されないが、入手の容易性やコストの点から、好ましくは１以上２０以下、より好ましくは１以上８以下の範囲である。

[0063] アルキレン基とは、メチル基、エチル基等の飽和脂肪族炭化水素基から導かれる２価以上の基を示し、これらは、置換基を有していても有していなくてもよい。好ましいアルキレン基としては、メチレン基、エチレン基、ｎ－プロピレン基、イソプロピレン基、ｎ－ブチレン基、ペンチレン基、ヘキシレン基が挙げられる。アルキレン基部分の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは１以上２０以下、より好ましくは１以上６以下の範囲である。

[0064] シクロアルキル基とは、例えば、シクロプロピル基、シクロヘキシル基、ノルボルニル基、アダマンチル基等の飽和脂環式炭化水素基を示し、これは、置換基を有していても有していなくてもよい。アルキル基部分の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、３以上２０以下の範囲である。

[0065] シクロアルキレン基とは、シクロプロピル基、シクロヘキシル基等の飽和

脂環式炭化水素基から導かれる２価以上の基を示し、これは、置換基を有していても有していなくてもよい。好ましいシクロアルキレン基としては、シクロプロピレン基、シクロヘキシレン基、ノルボルニレン基、アダマンチレン基等の飽和脂環式炭化水素基が挙げられる。シクロアルキレン基部分の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、３以上２０以下の範囲である。

[0066] 複素環基とは、例えば、ピラン環、ピペリジン環、環状アミド等の炭素以外の原子を環内に有する脂肪族環を示し、これは、置換基を有していても有していなくてもよい。複素環基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、２以上２０以下の範囲である。

[0067] アルケニル基とは、例えば、ビニル基、アリル基、ブタジエニル基等の二重結合を含む不飽和脂肪族炭化水素基を示し、これは、置換基を有していても有していなくてもよい。アルケニル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、２以上２０以下の範囲である。

[0068] シクロアルケニル基とは、例えば、シクロペンテニル基、シクロペンタジエニル基、シクロヘキセニル基等の二重結合を含む不飽和脂環式炭化水素基を示し、これは、置換基を有していても有していなくてもよい。シクロアルケニル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは３以上２０以下の範囲である。

[0069] アルキニル基とは、例えば、エチニル基等の三重結合を含む不飽和脂肪族炭化水素基を示し、これは、置換基を有していても有していなくてもよい。アルキニル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、２以上２０以下の範囲である。

[0070] アルコキシ基とは、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基等のエーテル結合を介して脂肪族炭化水素基が結合した官能基を示し、この脂肪族炭化水素基は、置換基を有していても有していなくてもよい。アルコキシ基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上２０以下の範囲である。

[0071] アルキルチオ基とは、アルコキシ基のエーテル結合の酸素原子が硫黄原子

に置換されたものである。アルキルチオ基の炭化水素基は、置換基を有していても有していなくてもよい。アルキルチオ基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上２０以下の範囲である。

[0072] アリールエーテル基とは、例えば、フェノキシ基等、エーテル結合を介した芳香族炭化水素基が結合した官能基を示し、芳香族炭化水素基は、置換基を有していても有していなくてもよい。アリールエーテル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、６以上４０以下の範囲である。

[0073] アリールチオエーテル基とは、アリールエーテル基のエーテル結合の酸素原子が硫黄原子に置換されたものである。アリールチオエーテル基における芳香族炭化水素基は、置換基を有していても有していなくてもよい。アリールチオエーテル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、６以上４０以下の範囲である。

[0074] アリール基とは、例えば、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、ベンゾフルオレニル基、ジベンゾフルオレニル基、フェナントリル基、アントラセニル基、ベンゾフェナントリル基、ベンゾアントラセニル基、クリセニル基、ピレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基、ベンゾフルオランテニル基、ジベンゾアントラセニル基、ペリレニル基、ヘリセニル基等の芳香族炭化水素基を示す。中でも、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、フェナントリル基、アントラセニル基、ピレニル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基が好ましい。アリール基は、置換基を有していても有していなくてもよい。アリール基が置換基を有する場合、置換基同士が環状構造を形成してもよい。置換基同士が環状構造を形成したアリール基としては、例えば、スピロフルオレニル基などが挙げられる。アリール基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは６以上１００以下、より好ましくは６以上５０以下、より好ましくは６以上３０以下の範囲である。

[0075] それぞれの置換基がさらにアリール基で置換される場合、アリール基としては、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、フルオレ

ニル基、フェナントリル基、アントラセニル基が好ましく、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基がより好ましい。特に好ましくは、フェニル基である。

[0076] ヘテロアリール基とは、例えば、ピリジル基、フラニル基、チエニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、ピラジニル基、ピリミジル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、ナフチリジニル基、シンノリニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、インドリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルバゾリル基、ベンゾカルバゾリル基、カルボリニル基、インドロカルバゾリル基、ベンゾフロカルバゾリル基、ベンゾチエノカルバゾリル基、ジヒドロインデノカルバゾリル基、ベンゾキノリニル基、アクリジニル基、ジベンゾアクリジニル基、ベンゾイミダゾリル基、イミダゾピリジル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、フェナントロリニル基等の、炭素以外の原子を一個または複数個環内に有する環状芳香族基を示す。ただし、ナフチリジニル基とは、１，５－ナフチリジニル基、１，６－ナフチリジニル基、１，７－ナフチリジニル基、１，８－ナフチリジニル基、２，６－ナフチリジニル基、２，７－ナフチリジニル基のいずれかを示す。ヘテロアリール基は、置換基を有していても有していなくてもよい。ヘテロアリール基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、２以上４０以下、より好ましくは２以上３０以下の範囲である。

[0077] それぞれの置換基がさらにヘテロアリール基で置換される場合、ヘテロアリール基としては、ピリジル基、フラニル基、チエニル基、キノリニル基、ピリミジル基、トリアジニル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチエニル基、インドリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチエニル基、カルバゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、イミダゾピリジル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、フェナントロリニル基が好ましく、ピリジル基、フラニル基、チエニル基、キノリニル基がより好ましい。特に好ましくは、ピリジル基である。

[0078] ハロゲンとは、フッ素、塩素、臭素およびヨウ素から選ばれる原子を示す。また、カルボニル基、カルボキシル基、オキシカルボニル基、カルバモイル基は、置換基を有していても有していなくてもよい。ここで、置換基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基等が挙げられ、これらの置換基は、さらに置換されてもよい。カルボニル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは６以上４０以下の範囲である。

[0079] エステル基とは、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基等がエステル結合を介して結合した官能基を示し、この置換基は、さらに置換されていてもよい。エステル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上２００以下の範囲であり、より好ましくは１以上１００以下の範囲である。より具体的には、エステル基として、例えば、メトキシカルボニル基等のメチルエステル基、エトキシカルボニル基等のエチルエステル基、プロポキシカルボニル基等のプロピルエステル基、ブトキシカルボニル基等のブチルエステル基、イソプロポキシメトキシカルボニル基等のイソプロピルエステル基、ヘキシロキシカルボニル基等のヘキシルエステル基、フェノキシカルボニル基等のフェニルエステル基が挙げられる。

[0080] アミド基とは、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基等の置換基がアミド結合を介して結合した官能基を示し、この置換基は、さらに置換されていてもよい。アミド基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上２０以下の範囲である。より具体的には、アミド基として、メチルアミド基、エチルアミド基、プロピルアミド基、ブチルアミド基、イソプロピルアミド基、ヘキシルアミド基、フェニルアミド基等が挙げられる。

[0081] アミノ基とは、置換もしくは無置換のアミノ基である。アミノ基は、置換基を有していても有していなくてもよく、置換する場合の置換基としては、例えば、アリール基、ヘテロアリール基、直鎖アルキル基、分岐アルキル基

が挙げられる。アリール基、ヘテロアリール基としては、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、キノリニル基が好ましい。これらの置換基は、さらに置換されてもよい。炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、２以上５０以下、より好ましくは６以上４０以下、特に好ましくは６以上３０以下の範囲である。

[0082] シリル基とは、例えば、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、ｔｅｒｔ－ブチルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基、ビニルジメチルシリル基等のアルキルシリル基や、フェニルジメチルシリル基、ｔｅｒｔ－ブチルジフェニルシリル基、トリフェニルシリル基、トリナフチルシリル基等のアリールシリル基を示す。ケイ素上の置換基は、さらに置換されてもよい。シリル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上３０以下の範囲である。

[0083] シロキサニル基とは、例えば、トリメチルシロキサニル基等のエーテル結合を介したケイ素化合物基を示す。ケイ素上の置換基は、さらに置換されてもよい。シロキサニル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上３０以下の範囲である。また、ボリル基とは、置換もしくは無置換のボリル基である。ボリル基は、置換基を有していても有していなくてもよく、置換する場合の置換基としては、例えば、アリール基、ヘテロアリール基、直鎖アルキル基、分岐アルキル基、アリールエーテル基、アルコキシ基、ヒドロキシル基が挙げられる。中でも、アリール基、アリールエーテル基が好ましい。ボリル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上３０以下の範囲である。

[0084] アシル基とは、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基等の置換基がカルボニル結合を介して結合した官能基を示し、この置換基は、さらに置換されていてもよい。アシル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上２０以下の範囲である。より具体的には、アシル基として、アセチル基、プロピオニル基、ベンゾイル基、アクリリル基等が挙げられる。

[0085] スルホニル基とは、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基等の置換基が－Ｓ（＝Ｏ）$_2$－結合を介して結合した官能基を示し、この置換基は、さらに置換されていてもよい。スルホニル基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上３０以下の範囲である。

[0086] スルホキシド基とは、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基等の置換基が－Ｓ（＝Ｏ）－結合を介して結合した官能基を示し、この置換基は、さらに置換されていてもよい。スルホキシド基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上３０以下の範囲である。

[0087] また、ホスフィンオキシド基とは、－Ｐ（＝Ｏ）Ｒ^{10}Ｒ^{11}で表される基である。ホスフィンオキシド基のＲ^{10}およびＲ^{11}は、上述した置換基Ｒａと同様に選ばれる。ホスフィンオキシド基の炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、１以上３０以下の範囲である。

[0088] 環形成炭素数６～３０のアリール環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、ベンゾフルオレン環、ジベンゾフルオレン環、フェナントレン環、アントラセン環、ベンゾフェナントレン環、ベンゾアントラセン環、クリセン環、ピレン環、フルオランテン環、トリフェニレン環、ベンゾフルオランテン環、ジベンゾアントラセン環、ペリレン環、ヘリセン環等が挙げられる。

[0089] 環形成炭素数６～３０のヘテロアリール環としては、ピリジン環、フラン基、チオフェン環、キノリン環、イソキノリン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、ナフチリジン環、シンノリン環、フタラジン環、キノキサリン環、キナゾリン環、ベンゾフラン環、ベンゾチオフェン環、インドール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、カルバゾール環、ベンゾカルバゾール環、カルボリン環、インドロカルバゾール環、ベンゾフロカルバゾール環、ベンゾチエノカルバゾール環、ジヒドロインデノカルバゾール環、ベンゾキノリン環、アクリジン環、ジベンゾアクリジン環、イミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、ベンゾイミダゾール環、イミダゾピ

リジン環、ベンゾオキサゾール環、ベンゾチアゾール環、フェナントロリン環等が挙げられる。

[0090] 一般式（１）または一般式（２）で表される化合物は、強固で平面性の高い骨格を有する。このため、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物は高い発光量子収率を示し、かつ、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物の発光スペクトルのピーク半値幅は小さい。したがって、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物は、高効率の色変換と高い色純度とを達成することができる。

[0091] また、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物は、電子供与性の置換基と電子受容性の置換基とを用いて分子内のＨＯＭＯとＬＵＭＯとを局在化させることで、効率的に三重項励起状態から一重項励起状態に逆項間交差が起き、遅延蛍光を放出する化合物となる。このため、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物の耐久性を向上させることができる。

[0092] また、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物が少なくとも一つの電子求引基を有する場合、電子求引基を有しない場合と比べて一般式（１）または一般式（２）で表される化合物の電子密度が下がる。これにより、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物の一重項酸素に対する安定性が向上し、この結果、当該化合物の耐久性がさらに向上する。このため、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物は、少なくとも一つの電子求引基を有することが好ましい。

[0093] 一般式（１）または一般式（２）で表される化合物は、少なくとも一つの電子求引基を、環Ｚａ、環Ｚｂまたは環Ｚｃの置換基として有するか、それらの環が隣接基と環を形成している場合の当該環における置換基として有することが好ましい。後者の例としては、例えば、Z^1がＮＲａであって、置換基Ｒａが環Ｚｂと結合して環を形成している場合の、当該環における置換基として電子求引基を有することが挙げられる。

[0094] 一般式（１）または一般式（２）で表される化合物は、二つ以上の電子求引基を有することが好ましい。これにより、一般式（１）または一般式（２

）で表される化合物の一重項酸素に対する安定性がより向上し、この結果、当該化合物の耐久性がより向上する。

[0095] 電子求引基とは、電子受容性基とも呼称し、有機電子論において、誘起効果や共鳴効果により、置換した原子団から、電子を引き付ける原子団である。電子求引基としては、ハメット則の置換基定数（σｐ（パラ））として、正の値をとるものが挙げられる。ハメット則の置換基定数（σｐ（パラ））は、化学便覧基礎編改訂５版（ＩＩ－３８０頁）から引用することができる。なお、フェニル基も正の値をとる例もあるが、本発明の電子求引基にフェニル基は含まれない。

[0096] 電子求引基の好ましい例としては、シアノ基、アシル基、エステル基、アミド基、スルホニル基、スルホン酸エステル基またはスルホンアミド基が挙げられる。これらの基は、効率的に基本骨格の電子密度を低減することができる。また、これらの基は、程よく極性があるため、色変換組成物を製造する際に溶媒、樹脂などへの一般式（１）または一般式（２）で表される化合物の溶解性が向上することから、好ましい。これにより、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物の一重項酸素に対する安定性がより向上し、この結果、当該化合物の耐久性がより向上する。

[0097] 電子求引基の特に好ましい例は、エステル基である。電子求引基がエステル基である場合、基本骨格の共役を広げることなく、基本骨格の電子密度を程よく低減することができる。そのため、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物について、発光効率および色純度を損なうことなく、耐久性をより向上させることができる。

[0098] エステル基の中でも、さらに、含フッ素エステル基（フッ素原子を含むエステル基）が特に好ましい。例えば、上述したメチルエステル基等のアルキルエステル基やフェニルエステル基等のアリールエステル基が、フッ素原子またはフッ素原子を含む基で置換されていることが好ましい。メチルエステル基がフッ素原子で置換されている場合の例として、トリフルオロメチルエステル基等が挙げられる。フェニルエステル基がフッ素原子を含む基で置換

されている場合の例として、トリフルオロメチルフェニル基、（３，５－ビストリフルオロメチルフェニル）フェニルエステル基等が挙げられる。

[0099] また、電子求引基は、立体的に嵩高い方が好ましい。電子求引基が嵩高いと、その構造に起因して一般式（１）または一般式（２）で表される化合物の分子運動の自由度が低減し、樹脂内での分子移動が抑制される。また、電子求引基が立体障害基として働くことで、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物同士で相互作用を起こすことなく、安定性がさらに向上する。こうして、電子求引基が立体的に嵩高いことで分子同士の凝集を抑制でき、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物の耐久性が向上する。

[0100] 電子求引基を構成する炭素数は、特に限定されないが、好ましくは、２以上２００以下、より好ましくは６以上２００以下、特に好ましくは２０以上２００以下の範囲である。

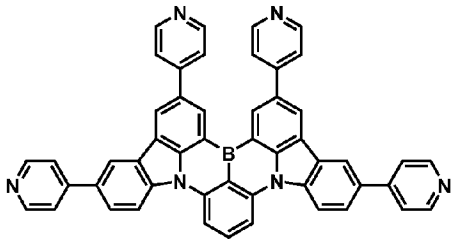
[0101] 一般式（１）において、Z^1およびZ^2は、酸素原子またはＮＲａであることが好ましい。何故ならば、一般式（１）で表される化合物のπ共役系が効率よく拡張し、より効率的に三重項励起状態から一重項励起状態に逆項間交差が起きるため、当該化合物の耐久性をさらに向上させることができるからである。

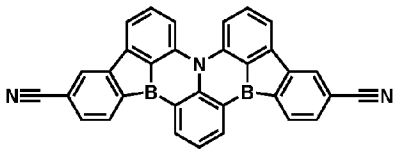
[0102] 一般式（１）または一般式（２）において、Ｅはホウ素原子であることが好ましく、E^1およびE^2はＢＲａであることが好ましい。何故ならば、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物のπ共役系が効率よく拡張し、より効率的に三重項励起状態から一重項励起状態に逆項間交差が起きるため、当該化合物の耐久性をさらに向上させることができるからである。

[0103] 一般式（１）または一般式（２）において、環Ｚａ、環Ｚｂおよび環Ｚｃは、ベンゼン環であることが好ましい。何故ならば、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物のπ共役系が効率よく拡張し、より効率的に三重項励起状態から一重項励起状態に逆項間交差が起きるため、当該化合物の耐久性をさらに向上させることができるからである。

[0104] 以下に、本発明の多環芳香族化合物の一例を示すが、本発明の多環芳香族化合物は、これらに限定されるものではない。

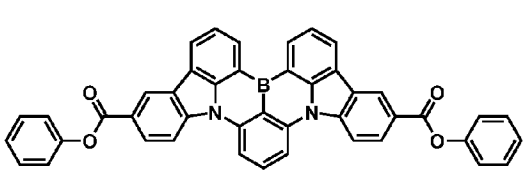
[0105] [化3]

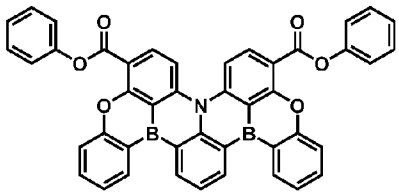


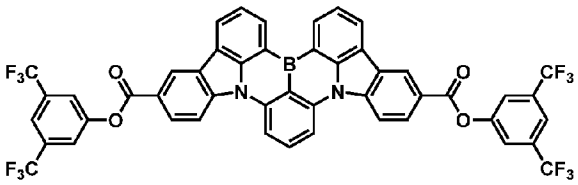


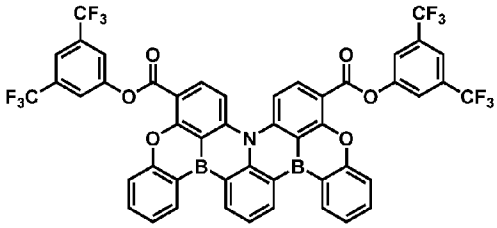
[0106]

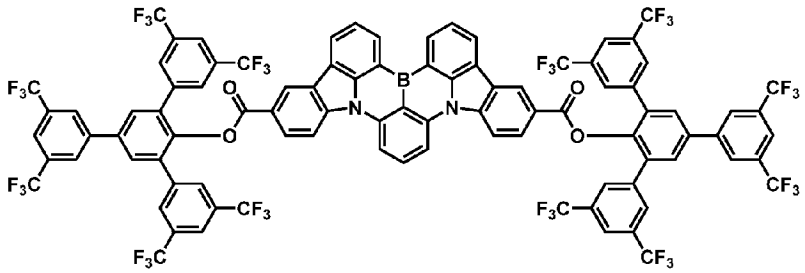
[化4]

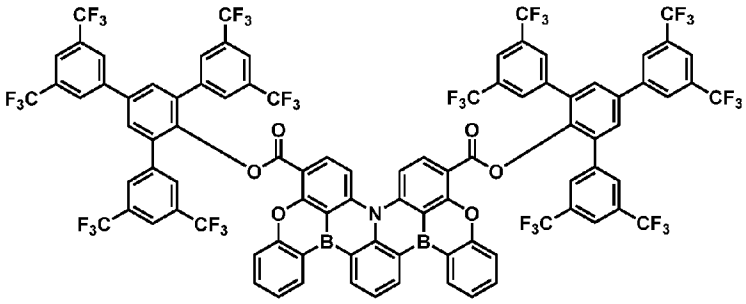












[0107] 本発明の多環芳香族化合物は、例えば、特開２０２０－０９７５６１号公報、国際公開第２０１５／１０２１１８号や国際公開第２０１９／１６４３４０号に記載の方法を参考にして製造することができる。すなわち、ハロゲン化合物とホウ素原料とをブチルリチウム共存下で反応することにより、目的とする多環芳香族化合物が得られる。しかし、本発明は、これに限定され

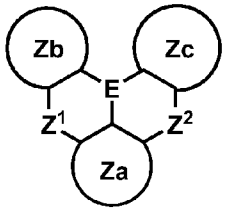
るものではない。

[0108] さらに、アリール基やヘテロアリール基の導入の際は、ハロゲン化誘導体とボロン酸あるいはボロン酸エステル化誘導体とのカップリング反応を用いて炭素－炭素結合を生成する方法が挙げられるが、本発明は、これに限定されるものではない。同様に、電子求引基の導入の際にも、例えば、事前に電子求引基が置換したハロゲン化誘導体を原料に用いるか、骨格形成後、種々の反応を用いて導入する方法が挙げられるが、本発明は、これに限定されるものではない。

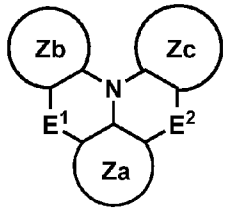
[0109] （本発明の他の側面に係る多環芳香族化合物）

また、本発明の他の側面に係る多環芳香族化合物は、一般式（１１）または一般式（１２）で表される化合物であって、少なくとも一つの電子求引基を有する化合物である。

[0110] [化5]



(11)



(12)

[0111] 一般式（１１）または一般式（１２）において、環Ｚａ、環Ｚｂおよび環Ｚｃは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリール環、または置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０ヘテロアリール環である。

[0112] 一般式（１１）において、Z^1およびZ^2は、それぞれ独立に、酸素原子、ＮＲａ（置換基Ｒａを有する窒素原子）または硫黄原子である。Z^1がＮＲａである場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｂと結合して環を形成してもよい。Z^2がＮＲａである場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｃと結合して環を形成してもよい。Ｅは、ホウ素原子、リン原子、ＳｉＲａ（置換基Ｒａを有するケイ素原子）またはＰ＝Ｏである。

[0113] 一般式（１２）において、E^1およびE^2は、それぞれ独立に、ＢＲａ（置換

基Ｒａを有するホウ素原子）、ＰＲａ（置換基Ｒａを有するリン原子）、ＳｉＲａ$_2$（置換基Ｒａを２個有するケイ素原子）、Ｐ（＝Ｏ）Ｒａ$_2$（置換基Ｒａを２個有するホスフィンオキシド）またはＰ（＝Ｓ）Ｒａ$_2$（置換基Ｒａを２個有するホスフィンスルフィド）、Ｓ（＝Ｏ）またはＳ（＝Ｏ）$_2$である。Ｅ^{1}がＢＲａ、ＰＲａ、ＳｉＲａ$_2$、Ｐ（＝Ｏ）Ｒａ$_2$またはＰ（＝Ｓ）Ｒａ$_2$である場合、置換基Ｒａは、環Ｚａもしくは環Ｚｂと結合して環を形成してもよい。Ｅ^{2}がＢＲａ、ＰＲａ、ＳｉＲａ$_2$、Ｐ（＝Ｏ）Ｒａ$_2$またはＰ（＝Ｓ）Ｒａ$_2$である場合、置換基Ｒａは、環Ｚａもしくは環Ｚｃと結合して環を形成してもよい。

[0114] 上記の置換基Ｒａは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のアリール基、置換もしくは無置換のヘテロアリール基、または置換もしくは無置換のアルキル基である。一般式（１１）または一般式（１２）で表される化合物は、少なくとも一つの電子求引基を有する。

[0115] 一般式（１１）で表される化合物は、上記の一般式（１）で表される化合物において少なくとも一つの電子求引基を有するものである。一般式（１２）で表される化合物は、上記の一般式（２）で表される化合物において少なくとも一つの電子求引基を有するものである。一般式（１１）または一般式（１２）で表される化合物における各基の説明は、上記の一般式（１）または一般式（２）で表される化合物におけるものと同じである。

[0116] 一般式（１１）または一般式（１２）で表される化合物は、少なくとも一つの電子求引基を有するため、電子求引基を有しない場合と比べて一般式（１１）または一般式（１２）で表される化合物の電子密度が下がっている。これにより、一般式（１１）または一般式（１２）で表される化合物の一重項酸素に対する安定性が向上し、この結果、当該化合物の耐久性が特に向上している。そのため、一般式（１１）または一般式（１２）で表される化合物の場合は、ＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以下であるか否かに関わらず、色再現性の向上と高い耐久性とを両立させ得る色変換材料として好適な多環芳香族化合物および色変換組成物を実現できるという効果を奏する。

[0117] ＜色変換組成物＞

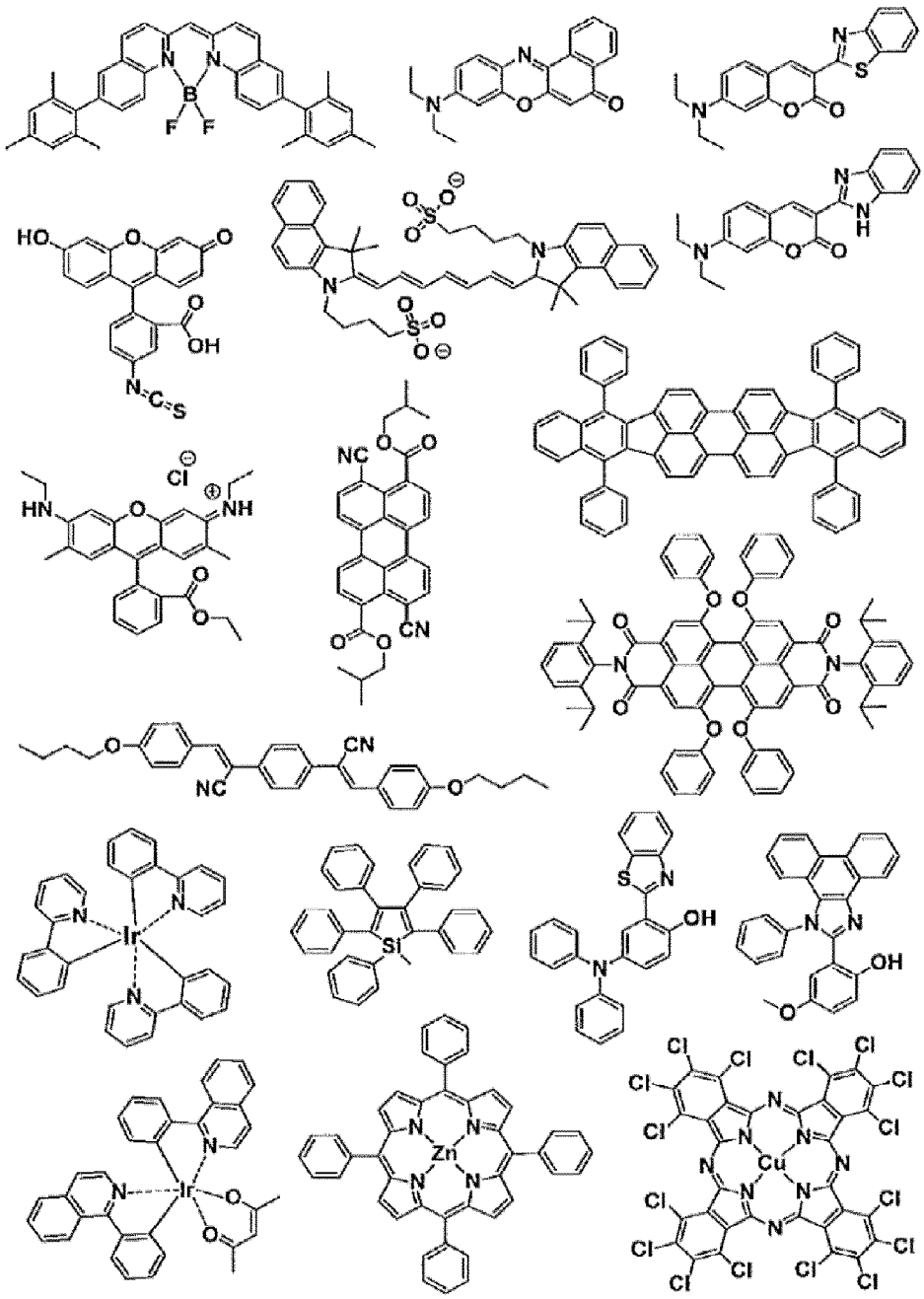
本発明の実施形態に係る色変換組成物は、光源等の発光体からの入射光を、その入射光とは異なる波長の光に変換するものであって、上述した本発明の多環芳香族化合物およびバインダー樹脂を含むことが好ましい。ここで、「入射光とは異なる波長の光に変換する」とは、入射光よりも長波長の光に変換することが好ましい。

[0118] 本発明の実施形態に係る色変換組成物は、本発明の多環芳香族化合物以外に、必要に応じてその他の化合物を適宜含有することができる。例えば、励起光から本発明の多環芳香族化合物へのエネルギー移動効率を更に高めるために、ルブレンなどのアシストドーパントを含有してもよい。また、本発明の多環芳香族化合物の発光色以外の発光色を加味したい場合は、所望の有機発光材料、例えば、クマリン誘導体やローダミン誘導体等の有機発光材料を添加することができる。その他、有機発光材料以外でも、無機蛍光体、蛍光顔料、蛍光染料、量子ドット等の公知の発光材料を組み合わせて添加することも可能である。

[0119] 以下に、本発明の多環芳香族化合物以外の有機発光材料の一例を示すが、本発明は、特にこれらに限定されるものではない。

[0120]

[化6]



[0121] 本発明において、色変換組成物は、励起光を用いることにより、緑色の発光を呈することが好ましい。また、色変換組成物は、励起光を用いることにより、赤色の発光を呈することが好ましい。

[0122] （バインダー樹脂）

バインダー樹脂は、連続相を形成するものであり、成型加工性、透明性、耐熱性等に優れる材料であればよい。バインダー樹脂の例としては、例えば

、アクリル酸系、メタクリル酸系、ポリケイ皮酸ビニル系、環ゴム系等の反応性ビニル基を有する光硬化型レジスト材料、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂（シリコーンゴム、シリコーンゲル等のオルガノポリシロキサン硬化物（架橋物）を含む）、ウレア樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ウレタン樹脂、メラミン樹脂、ポリビニル樹脂、ポリアミド樹脂、フェノール樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、セルロース樹脂、脂肪族エステル樹脂、芳香族エステル樹脂、脂肪族ポリオレフィン樹脂、芳香族ポリオレフィン樹脂等の公知のものが挙げられる。また、バインダー樹脂としては、これらの共重合樹脂を用いても構わない。これらの樹脂を適宜設計することで、本発明の実施形態に係る色変換組成物および色変換シートに有用なバインダー樹脂が得られる。これらの樹脂の中でも、シート化のプロセスが容易であることから、熱可塑性樹脂がさらに好ましい。熱可塑性樹脂の中でも、透明性、耐熱性等の観点から、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、アクリル樹脂、エステル樹脂、オレフィン樹脂またはこれらの混合物を好適に用いることができる。また、耐久性の観点から特に好ましい熱可塑性樹脂は、アクリル樹脂、エステル樹脂、シクロオレフィン樹脂である。

[0123] バインダー樹脂の好適な具体例として、例えば、国際公開第２０１６／１９０２８３号、国際公開第２０１７／６１３３７号、国際公開第２０１８／４３２３７号、国際公開第２０１９／２１８１３号および国際公開第２０１９／１８８０１９号等に記載されているものが挙げられる。

[0124] また、バインダー樹脂には、添加剤として、塗布膜安定化のための分散剤やレベリング剤等を添加することも、シート表面の改質剤として、シランカップリング剤等の接着補助剤等を添加することも可能である。また、バインダー樹脂には、色変換材沈降抑制剤として、シリカ粒子やシリコーン微粒子等の無機粒子を添加することも可能である。

[0125] 本発明の実施形態に係る色変換シート作製用の色変換組成物において、バインダー樹脂には、その他の成分として、常温での硬化を抑制してポットライフを長くするためにアセチレンアルコール等のヒドロシリル化反応遅延剤

を配合することが好ましい。また、バインダー樹脂には、本発明の効果が損なわれない範囲で、必要に応じて、フュームドシリカ、ガラス粉末、石英粉末等の微粒子、酸化チタン、酸化ジルコニア、チタン酸バリウム、酸化亜鉛等の無機充填剤や顔料、難燃剤、耐熱剤、酸化防止剤、分散剤、溶剤、シランカップリング剤やチタンカップリング剤等の接着性付与剤等を配合してもよい。

[0126] （溶剤）

本発明の実施形態に係る色変換組成物は、溶剤を含んでいてもよい。溶剤は、流動状態の樹脂の粘度を調整でき、発光物質の発光および耐久性に過度な影響を与えないものであれば、特に限定されない。このような溶媒として、例えば、トルエン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ヘキサン、アセトン、テルピネオール、テキサノール、メチルセルソルブ、ブチルカルビトール、ブチルカルビトールアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート等が挙げられる。これらの溶剤を２種類以上混合して使用することも可能である。これらの溶剤の中で特にトルエンは、本発明の多環芳香族化合物の劣化に影響を与えず、乾燥後の残存溶媒が少ない点で好適に用いられる。

[0127] （その他の成分）

本発明の実施形態に係る色変換組成物は、上述した本発明の多環芳香族化合物およびバインダー樹脂以外に、光安定化剤、酸化防止剤、加工および熱安定化剤、紫外線吸収剤等の耐光性安定化剤、散乱粒子、シリコーン微粒子およびシランカップリング剤等、その他の成分（添加剤）を含有してもよい。

[0128] 光安定化剤としては、例えば、３級アミン、カテコール誘導体およびニッケル化合物や、Ｓｃ、Ｖ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｏ、Ｃｕ、Ｙ、Ｚｒ、Ｍｏ、Ａｇおよびランタノイドからなる群より選ばれる少なくとも１種の遷移金属を含む、錯体や有機酸との塩などを挙げることができるが、特に限定されるものではない。また、これらの光安定化剤は、単独で使用してもよいし、複数併

用してもよい。

[0129] 酸化防止剤としては、例えば、２，６－ジ－ｔｅｒｔ－ブチル－ｐ－クレゾール、２，６－ジ－ｔｅｒｔ－ブチル－４－エチルフェノール等のフェノール系酸化防止剤を挙げることができるが、特にこれらに限定されるものではない。また、これらの酸化防止剤は、単独で使用してもよいし、複数併用してもよい。

[0130] 加工および熱安定化剤としては、例えば、トリブチルホスファイト、トリシクロヘキシルホスファイト、トリエチルホスフィン、ジフェニルブチルホスフィン等のリン系安定化剤を挙げることができるが、特にこれらに限定されるものではない。また、これらの安定化剤は、単独で使用してもよいし、複数併用してもよい。

[0131] 耐光性安定化剤としては、例えば、２－（５－メチル－２－ヒドロキシフェニル）ベンゾトリアゾール、２－〔２－ヒドロキシ－３，５－ビス（α，α－ジメチルベンジル）フェニル〕－２Ｈ－ベンゾトリアゾール等のベンゾトリアゾール類を挙げることができるが、特にこれらに限定されるものではない。また、これらの耐光性安定化剤は、単独で使用してもよいし、複数併用してもよい。

[0132] 散乱粒子としては、例えば、屈折率が１．７～２．８である無機粒子が好ましい。当該無機粒子としては、例えば、チタニア、ジルコニア、アルミナ、セリア、酸化スズ、酸化インジウム、酸化鉄、酸化亜鉛、窒化アルミ、アルミニウム、スズ、チタンまたはジルコニウムの硫化物、チタンまたはジルコニウムの水酸化物等が挙げられる。

[0133] 本発明の実施形態に係る色変換組成物において、これらの添加剤の含有量は、化合物のモル吸光係数、発光量子収率および励起波長における吸収強度、ならびに作製する色変換シートの厚みや透過率にもよるが、通常はバインダー樹脂の１００重量部に対して、１．０×10^{-3}重量部以上３０重量部以下であることが好ましい。また、これらの添加剤の含有量は、バインダー樹脂の１００重量部に対して、１．０×10^{-2}重量部以上１５重量部以下であるこ

とがさらに好ましく、１．０×１０$^{-1}$重量部以上１０重量部以下であることが特に好ましい。

[0134] ＜色変換組成物の製造方法＞

以下に、本発明の実施形態に係る色変換組成物の製造方法の一例を説明する。この製造方法では、前述した本発明の多環芳香族化合物、バインダー樹脂、溶剤等を所定量混合する。上記の成分を所定の組成になるよう混合した後、ホモジナイザー、自公転型攪拌機、３本ローラー、ボールミル、遊星式ボールミル、ビーズミル等の撹拌・混練機で均質に混合分散することで、色変換組成物が得られる。混合分散後、もしくは混合分散の過程で、真空もしくは減圧条件下で脱泡することも好ましく行われる。また、ある特定の成分を事前に混合することや、エージング等の処理をしても構わない。エバポレーターによって溶剤を除去して所望の固形分濃度にすることも可能である。

[0135] ＜色変換シート＞

本発明の実施形態に係る色変換シートは、光源等の発光体からの入射光を、その入射光とは異なる波長の光に変換するものであって、上述した本発明の多環芳香族化合物およびバインダー樹脂を含むことが好ましい。ここで、「入射光とは異なる波長の光に変換する」とは、入射光よりも長波長の光に変換することが好ましい。

[0136] 本発明において、色変換シートは、上述した色変換組成物、またはそれを硬化した硬化物からなる層である色変換層を含むことが好ましい。色変換組成物の硬化物は、色変換組成物を硬化することによって得られる層（色変換組成物の硬化物からなる層）として色変換シートに含まれることが好ましい。色変換シートの代表的な構造例として、例えば、以下の四つが挙げられる。

[0137] 図１は、本発明の実施形態に係る色変換シートの第一例を示す模式断面図である。図１に示すように、この第一例の色変換シート１Ａは、色変換層１１によって構成される単層のフィルムである。色変換層１１は、上述した色変換組成物の硬化物からなる層である。

[0138] 図２は、本発明の実施形態に係る色変換シートの第二例を示す模式断面図である。図２に示すように、この第二例の色変換シート１Ｂは、基材層１０と色変換層１１との積層体である。この色変換シート１Ｂの構造例では、色変換層１１が、基材層１０の上に積層されている。

[0139] 図３は、本発明の実施形態に係る色変換シートの第三例を示す模式断面図である。図３に示すように、この第三例の色変換シート１Ｃは、複数の基材層１０と、色変換層１１との積層体である。この色変換シート１Ｃの構造例では、色変換層１１が、複数の基材層１０によって挟まれている。

[0140] 図４は、本発明の実施形態に係る色変換シートの第四例を示す模式断面図である。図４に示すように、この第四例の色変換シート１Ｄは、複数の基材層１０と、色変換層１１と、複数のバリアフィルム１２との積層体である。この色変換シート１Ｄの構造例では、色変換層１１が、複数のバリアフィルム１２によって挟まれ、さらに、これら色変換層１１と複数のバリアフィルム１２との積層体が、複数の基材層１０によって挟まれている。すなわち、色変換シート１Ｄは、色変換層１１の酸素、水分や熱による劣化を防ぐために、図４に示すようにバリアフィルム１２を有していてもよい。

[0141]（基材層）

基材層（例えば図２～４に示す基材層１０）としては、特に制限無く公知の金属、フィルム、ガラス、セラミック、紙等を使用することができる。中でも、色変換シートの作製のし易さや色変換シートの成形のし易さから、ガラスや樹脂フィルムが好ましく用いられる。また、フィルム状の基材層を取り扱う際に破断等の恐れがないように、強度が高いフィルムが好ましい。それらの要求特性や経済性の面で樹脂フィルムが好ましく、特に、経済性、取り扱い性の面で、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリフェニレンサルファイド、ポリカーボネート、ポリプロピレンからなる群より選ばれるプラスチックフィルムが好ましい。また、色変換シートを乾燥させる場合や色変換シートを押し出し機により２００℃以上の高温で圧着成形する場合は、耐熱性の面でポリイミドフィルムが好ましい。フィルムの剥離のし易さか

ら、基材層は、予め表面が離型処理されていてもよい。

[0142] 基材層の厚さは、特に制限はないが、下限としては２５μｍ以上が好ましく、３８μｍ以上がより好ましい。また、上限としては５０００μｍ以下が好ましく、３０００μｍ以下がより好ましい。

[0143]（色変換層）

色変換層（例えば図１～４に示す色変換層１１）は、上述した方法で作製した色変換組成物を、基材層やバリアフィルム等の下地上に塗布し、乾燥させることで、形成することができる。

[0144] 色変換層の厚みは、特に制限はないが、１０μｍ～１０００μｍであることが好ましい。色変換層の厚みの下限は、より好ましくは３０μｍ以上である。また、色変換層の厚みの上限は、２００μｍ以下であることがより好ましく、１００μｍ以下であることがさらに好ましく、５０μｍ以下であることが特に好ましい。本発明における色変換シートの膜厚は、ＪＩＳ　Ｋ７１３０（１９９９）プラスチック－フィルム及びシート－厚さ測定方法における機械的走査による厚さの測定方法Ａ法に基づいて測定される膜厚（平均膜厚）のことをいう。

[0145] 本発明の色変換シートにおいて、色変換層は、一層であってもよいし、二層以上であってもよい。色変換層が二層以上である場合、それらのうちの少なくとも一層に本発明の多環芳香族化合物が含まれることが好ましい。

[0146] 色変換層は、上述した本発明の多環芳香族化合物およびバインダー樹脂以外に、光安定化剤、酸化防止剤、加工および熱安定化剤、紫外線吸収剤等の耐光性安定化剤、散乱粒子、シリコーン微粒子およびシランカップリング剤等、その他の成分（添加剤）を含有してもよい。

[0147]（バリアフィルム）

バリアフィルム（例えば図４に示すバリアフィルム１２）は、色変換層に対してガスバリア性を向上させる場合等において適宜用いられる。このバリアフィルムとしては、例えば、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化タンタル、酸化亜鉛、酸化スズ、酸化インジウム、酸化イットリウム

、酸化マグネシウム等の無機酸化物や、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化チタン、炭化窒化ケイ素等の無機窒化物、またはこれらの混合物、またはこれらに他の元素を添加した金属酸化物薄膜や金属窒化物薄膜、あるいはポリ塩化ビニリデン、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、メラミン系樹脂、ウレタン系樹脂、フッ素系樹脂、酢酸ビニルのケン化物等のポリビニルアルコール系樹脂等の各種樹脂から成る膜を挙げることができる。また、水分に対してバリア機能を有するバリアフィルムとしては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ナイロン、ポリ塩化ビニリデン、塩化ビニリデンと塩化ビニルとの共重合物、塩化ビニリデンとアクリロニトリルとの共重合物、フッ素系樹脂、酢酸ビニルのケン化物等のポリビニルアルコール系樹脂等の各種樹脂から成る膜を挙げることができる。

[0148] バリアフィルムは、図４に例示したバリアフィルム１２のように色変換層１１の両面に設けられてもよいし、色変換層１１の片面だけに設けられてもよい。また、色変換シートの要求される機能に応じて、反射防止機能、防眩機能、反射防止防眩機能、ハードコート機能（耐摩擦機能）、帯電防止機能、防汚機能、電磁波シールド機能、赤外線カット機能、紫外線カット機能、偏光機能、調色機能を有した補助層をさらに設けてもよい。

[0149] （その他のフィルム）

本発明の実施形態に係る色変換シートは、二重輝度向上フィルム（ＤＢＥＦ）、拡散シート、プリズムシート、波長選択反射フィルム等をさらに備えていてもよい。波長選択反射フィルムの好適な具体例としては、例えば、国際公開第２０１７／１６４１５５号、特開２０１８－８１２５０号公報に記載されているものが挙げられる。

[0150] ＜光源ユニット＞

本発明の実施形態に係る光源ユニットは、少なくとも光源および上述の色変換シートを備える構成である。本発明の実施形態に係る光源ユニットに含まれる光源は、上述の励起光の発生源となるものである。光源と色変換シートとの配置方法については特に限定されず、光源と色変換シートとを密着さ

せた構成を取ってもよいし、光源と色変換シートとを離したリモートフォスファー形式を取ってもよい。また、光源ユニットは、色純度を高める目的で、さらにカラーフィルターを備える構成を取ってもよい。

[0151] （光源）

光源からの励起光の種類は、本発明の多環芳香族化合物等の混合する発光物質が吸収可能な波長領域に発光を示すものであれば、いずれの励起光でも用いることができる。例えば、熱陰極管や冷陰極管、無機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）等の蛍光性光源、有機ＥＬ素子光源、ＬＥＤ光源、白熱光源、あるいは太陽光等、いずれの励起光でも原理的には利用可能である。特に、ＬＥＤ光源からの光が好適な励起光である。

[0152] 励起光は、１種類の発光ピークを持つものでもよく、２種類以上の発光ピークを持つものでもよいが、色純度を高めるためには、１種類の発光ピークを持つものが好ましい。また、発光ピークの種類の異なる複数の励起光源を任意に組み合わせて使用することも可能である。

[0153] ディスプレイや照明用途では、青色光の色純度を高められる点で、上記励起光の光源は、波長４３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下の範囲に極大発光を有する発光ダイオードであることが好ましい。さらに、この光源は、波長４４０ｎｍ以上４７０ｎｍ以下の範囲に極大発光を有することが好ましい。４３０ｎｍ～５００ｎｍの波長範囲の励起光は、比較的小さい励起エネルギーのものであり、本発明の多環芳香族化合物等の発光物質の分解を防止できる。

[0154] 本発明における光源ユニットは、ディスプレイ、照明、インテリア、標識、看板等の用途に使用できるが、特にディスプレイや照明用途に好適に用いられる。

[0155] ＜ディスプレイ、照明装置＞

本発明の実施形態に係るディスプレイは、少なくとも、上述した色変換シートを備える。例えば、液晶ディスプレイ等のディスプレイには、バックライトユニットとして、上述した光源および色変換シート等を有する光源ユニットが用いられる。また、本発明の実施形態に係る照明装置は、少なくとも

、上述した色変換シートを備える。例えば、この照明装置は、光源ユニットとしての青色ＬＥＤ光源と、この青色ＬＥＤ光源からの青色光をこれよりも長波長の光に変換する色変換シートとを組み合わせて、白色光を発光するように構成される。

[0156] ＜発光素子＞

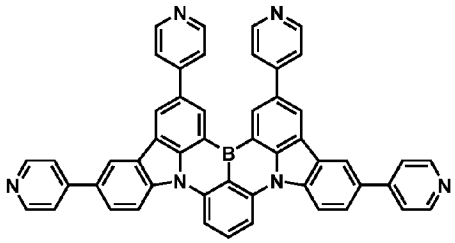
本発明の実施形態において、発光素子は、陽極および陰極と、これら陽極と陰極との間に介在する有機層と、を備える。この発光素子の有機層は、電気エネルギーによって発光する。本発明の多環芳香族化合物は、この発光素子において、いずれの層に用いられてもよいが、高い蛍光量子収率を有しているため、この発光素子の発光層に用いることが好ましい。特に、当該多環芳香族化合物は、優れた蛍光量子収率を有していることから、上記発光層のドーパント材料として用いることが好ましい。

実施例

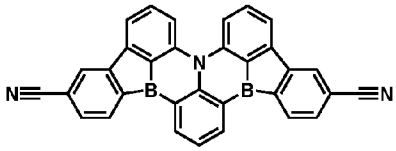
[0157] 以下、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明は下記の実施例によって限定されるものではない。下記の実施例および比較例において、化合物Ｇ－１、Ｇ－２、Ｇ－１０１～Ｇ－１０３は、以下に示す化合物である。

[0158]

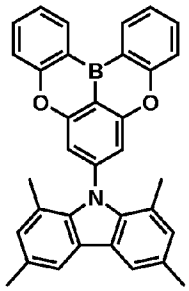
[化7]



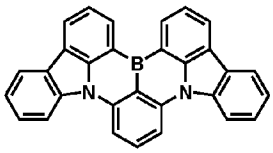
G－1



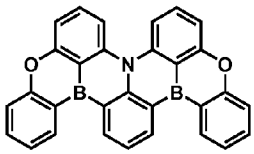
G－2



G－101



G－102



G－103

[0159] また、実施例および比較例における構造分析に関する評価方法は、以下に示す通りである。

[0160] ＜蛍光スペクトルの測定＞

化合物の蛍光スペクトルの測定では、Ｆ－２５００形分光蛍光光度計（日立製作所社製）を用い、化合物をトルエンに１×１０$^{-5}$ｍｏｌ／Ｌの濃度で溶解させ、波長４６０ｎｍで励起させた際の蛍光スペクトルを測定した。

[0161] ＜発光量子収率の測定＞

化合物の発光量子収率の測定では、絶対ＰＬ量子収率測定装置（Ｑｕａｎｔａｕｒｕｓ－ＱＹ、浜松ホトニクス社製）を用い、化合物をトルエンに１×１０$^{-5}$ｍｏｌ／Ｌの濃度で溶解させ、波長４６０ｎｍで励起させた際の発光

量子収率を測定した。

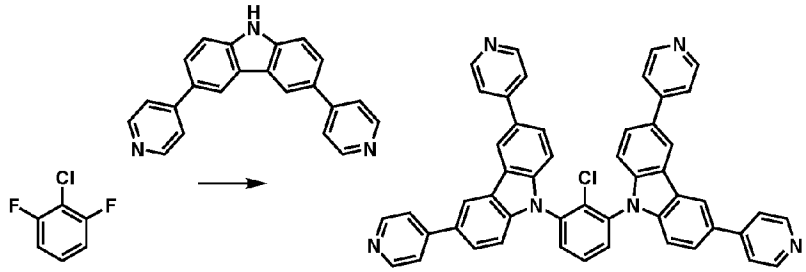
[0162] （ＨＯＭＯ準位）

化合物のＨＯＭＯ準位の算出では、各実施例および比較例の化合物について、汎用量子化学計算プログラム「Ｇａｕｓｓｉａｎ　１６」プログラムパッケージ（Ｇａｕｓｓｉａｎ社製）で、Ｂ３ＬＹＰ密度汎関数理論を用いて、６－３１Ｇ（ｄ）基底系にて、構造の最適化を行った。最適化された構造をもとに、Ｂ３ＬＹＰ密度汎関数理論を用いて、６－３１１＋＋Ｇ（ｄ，ｐ）基底系にて、ＨＯＭＯ準位の計算を行った。

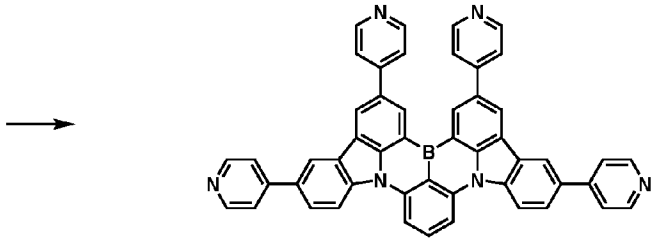
[0163] （合成例１）

以下に、本発明における合成例１の化合物Ｇ－１の合成方法について説明する。

[0164] [化8]



中間体1A



G-1

[0165] 化合物Ｇ－１の合成方法では、２－ブロモ－１，３－ジフルオロベンゼン（２．０ｇ）、ジピリジルカルバゾール（１０．０ｇ）、炭酸カリウム（５．０ｇ）およびＮ－メチル－２－ピロリドン（２５ｍＬ）の入ったフラスコを、窒素雰囲気下、１７０℃で１０時間加熱撹拌した。以下、Ｎ－メチル－２－ピロリドンはＮＭＰと略記する。このフラスコ内における溶液の反応停

止後、このフラスコ内の反応液を室温まで冷却し、水およびトルエンを加えて、当該反応液を有機溶媒層と水層とに分液した。この有機溶媒層から溶媒を減圧留去した後、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製することで、中間体１Ａを得た。

[0166] 中間体１Ａ（１０．０ｇ）およびキシレン（３０ｍＬ）の入ったフラスコを－４０℃まで冷却し、２．６Ｍのｎ－ブチルリチウムヘキサン溶液（４．０ｍＬ）を滴下した。滴下終了後、このフラスコ内の溶液を室温まで昇温した後、再び－４０℃まで冷却して、当該溶液に三臭化ホウ素（１．１ｍＬ）を加えた。次に、このフラスコ内の溶液を、室温まで昇温して１３時間撹拌した後、０℃まで冷却し、その後、このフラスコ内の溶液にＮ，Ｎ－ジイソプロピルエチルアミン（３．１ｍＬ）を添加し、１３０℃で５時間加熱撹拌した。このフラスコ内における反応後の反応液を室温まで冷却して、氷浴で冷却した酢酸ナトリウム水溶液を加えて撹拌し、撹拌後の反応液を吸引ろ過することによって析出した固体を採取した。得られた固体を水、メタノール次いでヘプタンの順に洗浄し、更にクロロベンゼンから再結晶させることで、目的物である化合物Ｇ－１（０．８ｇ）を得た。

[0167] 上記以外の化合物Ｇ－２、Ｇ－１０１～Ｇ－１０３も、種々の原料を変更することにより合成することができる。

[0168] 以下の実施例および比較例では、各色変換シート、青色ＬＥＤ素子（発光ピーク波長：４４５ｎｍ）および導光板を備えたバックライトユニットに対し、導光板の一面に色変換シートを積層し且つ色変換シート上にプリズムシートを積層した後、電流を流して、この青色ＬＥＤ素子を点灯させ、分光放射輝度計（ＣＳ－１０００、コニカミノルタ社製）を用いて初期発光特性を測定した。なお、初期発光特性の測定時は色変換シートを挿入せず、青色ＬＥＤ素子からの光の明るさが８００ｃｄ／m^2となるように初期値を設定した。その後、室温下で青色ＬＥＤ素子からの光を連続照射し、輝度が５％低下するまでの時間を観測することで、光耐久性を評価した。

[0169] （実施例１－１）

本発明の実施例１－１は、上述した実施形態に係る多環芳香族化合物を発光材料（色変換材料）として用いた場合の実施例である。この実施例１－１では、バインダー樹脂としてアクリル樹脂を用い、このアクリル樹脂の１００重量部に対して、発光材料として化合物Ｇ－１を０．２５重量部、溶剤としてトルエンを４００重量部、混合した。その後、これらの混合物を、遊星式撹拌・脱泡装置“マゼルスターＫＫ－４００”（クラボウ社製）を用いて３００ｒｐｍで２０分間撹拌・脱泡し、これにより、色変換組成物を得た。

[0170] 同様に、バインダー樹脂としてポリエステル樹脂を用い、このポリエステル樹脂の１００重量部に対して、溶剤としてトルエンを３００重量部、混合した。その後、この溶液を、遊星式撹拌・脱泡装置“マゼルスターＫＫ－４００”（クラボウ社製）を用いて３００ｒｐｍで２０分間撹拌・脱泡し、これにより、接着剤組成物を得た。

[0171] つぎに、上述したように得られた色変換組成物を、スリットダイコーターを用いて第一の基材層である“ルミラー”Ｕ４８（東レ社製、厚さ５０μｍ）上に塗布し、１００℃で２０分加熱、乾燥して、平均膜厚１６μｍの（Ａ）層を形成した。

[0172] 同様に、上述したように得られた接着剤組成物を、スリットダイコーターを用いて第二の基材層である光拡散フィルム“ケミカルマット”１２５ＰＷ（きもと社製、厚さ１３８μｍ）のＰＥＴ基材層側に塗布し、１００℃で２０分加熱、乾燥して、平均膜厚４８μｍの（Ｂ）層を形成した。

[0173] つぎに、これら二つの（Ａ）層および（Ｂ）層を、（Ａ）層の色変換層と（Ｂ）層の接着層とが直接積層されるように加温ラミネートすることで、「第一の基材層／色変換層／接着層／第二の基材層／光拡散層」という積層構成の色変換シートを作製した。

[0174] この色変換シートに対して室温下で青色ＬＥＤ素子からの光を連続照射したところ、輝度が５％低下する時間は、１０１０時間であった。実施例１－１の発光材料および評価結果は、後述の表１に示す。

[0175] （実施例１－２および比較例１－１～１－３）

本発明の実施例１－２および本発明に対する比較例１－１～１－３では、発光材料として後述の表１に記載した化合物（化合物Ｇ－２、Ｇ－１０１～Ｇ－１０３）を適宜用いたこと以外は、実施例１－１と同様にして、色変換シートを作製して評価した。実施例１－２、比較例１－１～１－３の発光材料および評価結果は、表１に示す。光耐久性は、長時間であればあるほど好ましく、具体的には５００時間以上であることが好ましい。

[0176] [表1]

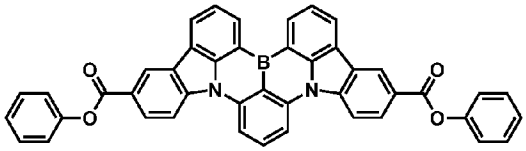
（表1）

	発光材料	HOMO準位 (eV)	ピーク波長 (nm)	半値幅 (nm)	量子収率	光耐久性 (h)
実施例 1-1	G-1	-6.0	526	23	0.95	1010
実施例 1-2	G-2	-6.5	528	23	0.96	2200
比較例 1-1	G-101	-5.3	460	80	0.80	100
比較例 1-2	G-102	-5.6	510	22	0.95	300
比較例 1-3	G-103	-5.6	522	23	0.97	320

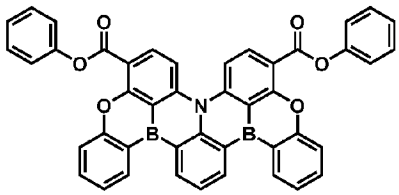
[0177] 以下にも、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明は下記の実施例によって限定されるものではない。下記の実施例および比較例において、化合物Ｇ－３～Ｇ－８、Ｇ－１０４～Ｇ－１０７は、以下に示す化合物である。

[0178]

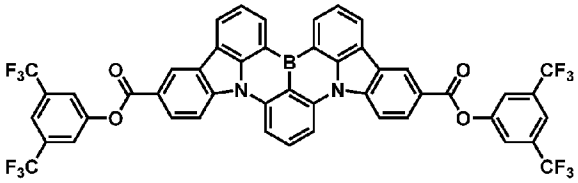
[化9]



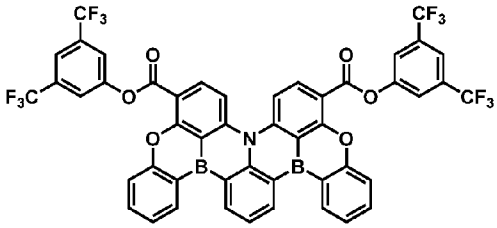
G－3



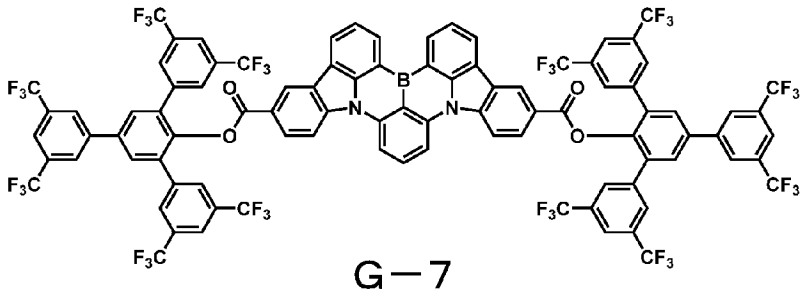
G－4



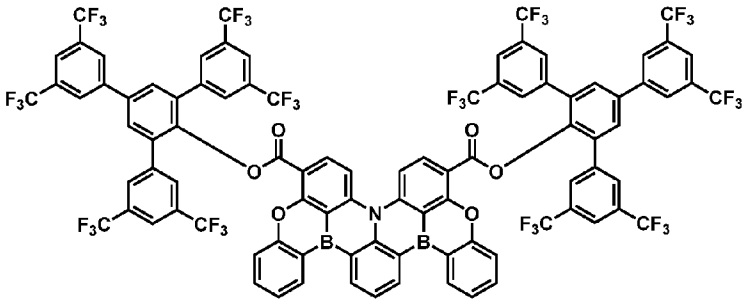
G－5



G－6



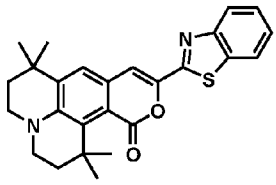
G－7



G－8

[0179]

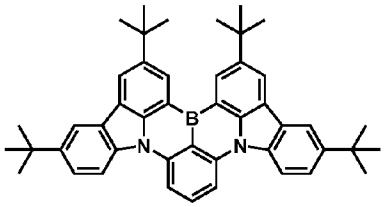
[化10]



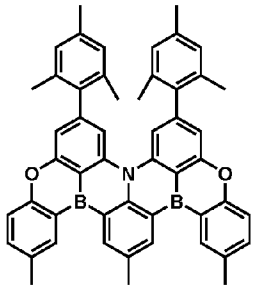
G－104



G－105



G－106



G－107

[0180] また、実施例および比較例における構造分析に関する評価方法は、以下に示す通りである。

[0181] ＜蛍光スペクトルの測定＞

化合物の蛍光スペクトルの測定では、Ｆ－２５００形分光蛍光光度計（日立製作所社製）を用い、化合物をトルエンに１×１０$^{-5}$ｍｏｌ／Ｌの濃度で溶解させ、波長４６０ｎｍで励起させた際の蛍光スペクトルを測定した。

[0182] ＜発光量子収率の測定＞

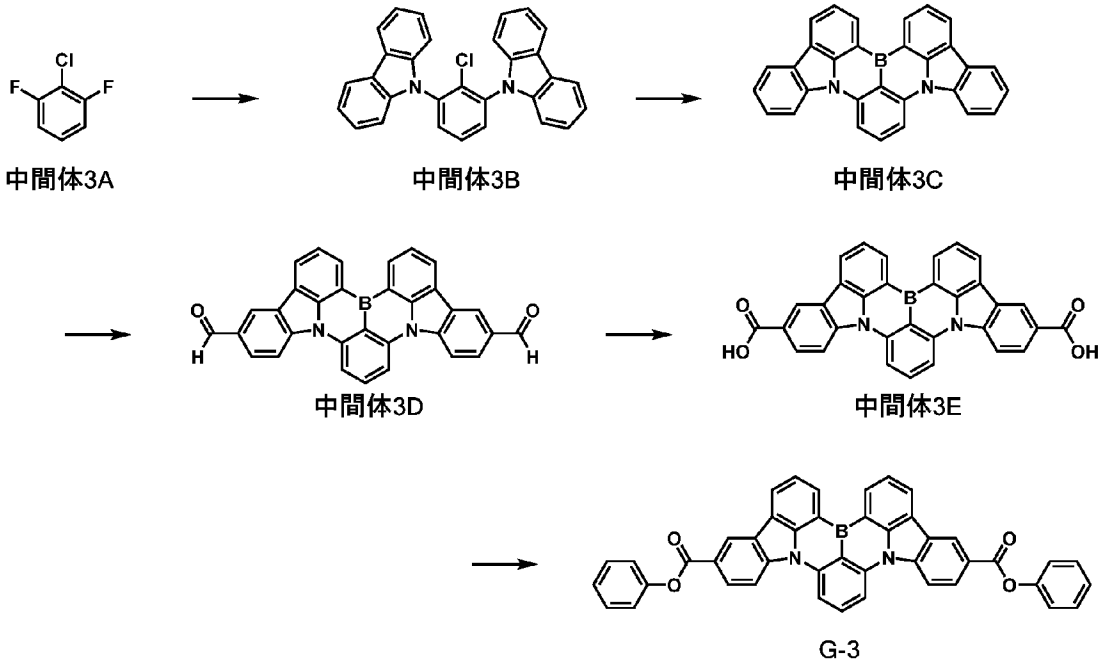
化合物の発光量子収率の測定では、絶対ＰＬ量子収率測定装置（Ｑｕａｎｔａｕｒｕｓ－ＱＹ、浜松ホトニクス社製）を用い、化合物をトルエンに１×１０$^{-5}$ｍｏｌ／Ｌの濃度で溶解させ、波長４６０ｎｍで励起させた際の発光量子収率を測定した。

[0183] （合成例２）

以下に、本発明における合成例２の化合物Ｇ－３の合成方法について説明する。

[0184]

[化11]



中間体3A　中間体3B　中間体3C

中間体3D　中間体3E

G-3

[0185] 化合物Ｇ－３の合成方法では、２－ブロモ－１，３－ジフルオロベンゼン（２０．０ｇ）、カルバゾール（５０．０ｇ）、炭酸カリウム（５０．０ｇ）およびＮＭＰ（２５０ｍＬ）の入ったフラスコを、窒素雰囲気下、１７０℃で１０時間加熱撹拌した。このフラスコ内における溶液の反応停止後、このフラスコ内の反応液を室温まで冷却し、水およびトルエンを加えて、当該反応液を有機溶媒層と水層とに分液した。この有機溶媒層から溶媒を減圧留去した後、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製することで、中間体３Ａを得た。

[0186] 中間体３Ａ（４４．２ｇ）およびキシレン（３００ｍＬ）の入ったフラスコを－４０℃まで冷却し、２．６Ｍのｎ－ブチルリチウムヘキサン溶液（４０．４ｍＬ）を滴下した。滴下終了後、このフラスコ内の溶液を室温まで昇温した後、再び－４０℃まで冷却して、当該溶液に三臭化ホウ素（１０．２ｍＬ）を加えた。次に、このフラスコ内の溶液を、室温まで昇温して１３時間撹拌した後、０℃まで冷却し、その後、このフラスコ内の溶液にＮ，Ｎ－ジイソプロピルエチルアミン（３０．８ｍＬ）を添加し、１３０℃で５時間加熱撹拌した。このフラスコ内における反応後の反応液を室温まで冷却して

、氷浴で冷却した酢酸ナトリウム水溶液を加えて撹拌し、撹拌後の反応液を吸引ろ過することによって析出した固体を採取した。得られた固体を水、メタノール次いでヘプタンの順に洗浄し、更にクロロベンゼンから再結晶させることで、中間体３Ｂを得た。

[0187] フラスコ内にジメチルホルムアミド（１０ｍＬ）とジクロロエタン（２００ｍＬ）とを混合後、これらの混合物を０℃に冷却した。冷却後の混合物に対し、窒素雰囲気下、ＰＯＣｌ$_3$（１０ｍＬ）をゆっくり滴加した後、このフラスコ内の溶液を常温で３０分間撹拌した。この撹拌後の反応溶液に中間体３Ｂ（１０ｇ）を添加した後、６０℃に昇温して１時間撹拌した。この中間体３Ｂの溶液を、常温に冷却した後、氷と飽和水酸化ナトリウム水溶液との混合液に入れた。この混合液を常温で２時間撹拌後、この混合液からクロロホルムで有機溶媒層を抽出した。得られた有機溶媒層を無水硫酸マグネシウムで乾燥後、フィルタして、減圧蒸留して当該有機溶媒層から溶媒を除去した。その後、シリカゲルカラムを通して中間体３Ｃを得た。

[0188] 中間体３Ｃ（６．０ｇ）とＮＨ$_2$ＳＯ$_3$Ｈ（１．２ｇ）とをテトラヒドロフランに溶かした後、これらの溶液に対し、水に溶かしたＮａＣｌＯ$_2$（１．１ｇ）を０℃でゆっくり滴加した。得られた溶液を常温で１時間撹拌後、この溶液に飽和Ｎａ$_2$Ｓ$_2$Ｏ$_3$溶液を入れ、その後、この混合溶液からクロロホルムで有機溶媒層を抽出した。得られた有機溶媒層を無水硫酸マグネシウムで乾燥後、フィルタして、減圧蒸留して当該有機溶媒層から溶媒を除去した。その後、シリカゲルカラムを通して中間体３Ｄを得た。

[0189] 中間体３Ｅ（５．０ｇ）、フェノール（１．０ｇ）およびＤＭＡＰ（０．１ｇ）をジクロロメタンに溶かした後、この溶液に対し、ジクロロメタンに溶かしたＤＣＣ（２．２ｇ）を０℃でゆっくり滴加した。得られた溶液を常温で１２時間撹拌後、この溶液に飽和水酸化ナトリウム溶液を入れ、その後、この混合溶液からクロロホルムで有機溶媒層を抽出した。得られた有機溶媒層を無水硫酸マグネシウムで乾燥後、フィルタして、減圧蒸留して当該有機溶媒層から溶媒を除去した。その後、シリカゲルカラムを通して目的物で

ある化合物Ｇ－３（４．３ｇ）を得た。

[0190] 上記以外の化合物Ｇ－４～Ｇ－８、Ｇ－１０４～Ｇ－１０７も、種々の原料を変更することにより合成することができる。

[0191] 以下の実施例および比較例では、各色変換シート、青色ＬＥＤ素子（発光ピーク波長：４４５ｎｍ）および導光板を備えたバックライトユニットに対し、導光板の一面に色変換シートを積層し且つ色変換シート上にプリズムシートを積層した後、電流を流して、この青色ＬＥＤ素子を点灯させ、分光放射輝度計（ＣＳ－１０００、コニカミノルタ社製）を用いて初期発光特性を測定した。なお、初期発光特性の測定時は色変換シートを挿入せず、青色ＬＥＤ素子からの光の明るさが８００ｃｄ／m^2となるように初期値を設定した。その後、室温下で青色ＬＥＤ素子からの光を連続照射し、輝度が５％低下するまでの時間を観測することで、光耐久性を評価した。

[0192] （実施例２－１）

本発明の実施例２－１は、上述した実施形態に係る多環芳香族化合物を発光材料（色変換材料）として用いた場合の実施例である。この実施例２－１では、バインダー樹脂としてアクリル樹脂を用い、このアクリル樹脂の１００重量部に対して、発光材料として化合物Ｇ－３を０．２５重量部、溶剤としてトルエンを４００重量部、混合した。その後、これらの混合物を、遊星式撹拌・脱泡装置“マゼルスターＫＫ－４００”（クラボウ社製）を用いて３００ｒｐｍで２０分間撹拌・脱泡し、これにより、色変換組成物を得た。

[0193] 同様に、バインダー樹脂としてポリエステル樹脂を用い、このポリエステル樹脂の１００重量部に対して、溶剤としてトルエンを３００重量部、混合した。その後、この溶液を、遊星式撹拌・脱泡装置“マゼルスターＫＫ－４００”（クラボウ社製）を用いて３００ｒｐｍで２０分間撹拌・脱泡し、これにより、接着剤組成物を得た。

[0194] つぎに、上述したように得られた色変換組成物を、スリットダイコーターを用いて第一の基材層である“ルミラー”Ｕ４８（東レ社製、厚さ５０μｍ）上に塗布し、１００℃で２０分加熱、乾燥して、平均膜厚１６μｍの（Ａ

）層を形成した。

[0195] 同様に、上述したように得られた接着剤組成物を、スリットダイコーターを用いて第二の基材層である光拡散フィルム“ケミカルマット”１２５ＰＷ（きもと社製、厚さ１３８μｍ）のＰＥＴ基材層側に塗布し、１００℃で２０分加熱、乾燥して、平均膜厚４８μｍの（Ｂ）層を形成した。

[0196] つぎに、これら二つの（Ａ）層および（Ｂ）層を、（Ａ）層の色変換層と（Ｂ）層の接着層とが直接積層されるように加温ラミネートすることで、「第一の基材層／色変換層／接着層／第二の基材層／光拡散層」という積層構成の色変換シートを作製した。

[0197] この色変換シートを用いて青色ＬＥＤ素子からの光（青色光）を色変換させたところ、緑色光の発光領域のみを抜粋すると、ピーク波長５２７ｎｍ、ピーク波長における発光スペクトルの半値幅２８ｎｍの高色純度緑色発光が得られた。また、発光量子収率は０．９５であった。また、室温下で青色ＬＥＤ素子からの光を連続照射したところ、輝度が５％低下する時間は、８１０時間であった。実施例２－１の発光材料および評価結果は、後述の表２に示す。

[0198] （実施例２－２～２－６および比較例２－１～２－４）

本発明の実施例２－２～２－６および本発明に対する比較例２－１～２－４では、発光材料として後述の表２に記載した化合物（化合物Ｇ－４～Ｇ－８、Ｇ－１０４～Ｇ－１０７）を適宜用いたこと以外は、実施例２－１と同様にして、色変換シートを作製して評価した。実施例２－２～２－６、比較例２－１～２－４の発光材料および評価結果は、表２に示す。光耐久性は、長時間であればあるほど好ましく、具体的には８００時間以上であることが好ましい。

[0199]

[表2]

(表2)

	発光材料	HOMO準位 (eV)	ピーク波長 (nm)	半値幅 (nm)	量子収率	光耐久性 (h)
実施例 2-1	G-3	-5.9	527	28	0.95	810
実施例 2-2	G-4	-5.9	528	29	0.98	950
実施例 2-3	G-5	-6.2	527	28	0.94	1500
実施例 2-4	G-6	-6.2	528	28	0.97	1750
実施例 2-5	G-7	-6.2	527	28	0.95	2400
実施例 2-6	G-8	-6.2	528	29	0.98	2760
比較例 2-1	G-104	-5.4	540	40	0.70	80
比較例 2-2	G-105	-5.8	528	29	0.82	70
比較例 2-3	G-106	-5.4	527	29	0.94	210
比較例 2-4	G-107	-5.4	527	28	0.97	280

産業上の利用可能性

[0200] 以上のように、本発明に係る多環芳香族化合物、色変換組成物、色変換シート、光源ユニット、ディスプレイおよび照明装置は、色再現性の向上と高い耐久性との両立に適している。

符号の説明

[0201] １Ａ、１Ｂ、１Ｃ、１Ｄ　色変換シート

１０　基材層

１１　色変換層

１２　バリアフィルム

請求の範囲

[請求項1] 励起光を用いることによってピーク波長が５００ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の領域に観測される発光を呈し、ＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以下であり、遅延蛍光を放出する化合物である、

ことを特徴とする多環芳香族化合物。

[請求項2] 前記多環芳香族化合物のＨＯＭＯ準位が－６．０ｅＶ以下である、

ことを特徴とする請求項１に記載の多環芳香族化合物。

[請求項3] 前記多環芳香族化合物のＨＯＭＯ準位が－６．２ｅＶ以下である、

ことを特徴とする請求項１に記載の多環芳香族化合物。

[請求項4] 前記多環芳香族化合物のＨＯＭＯ準位が－６．５ｅＶ以下である、

ことを特徴とする請求項１に記載の多環芳香族化合物。

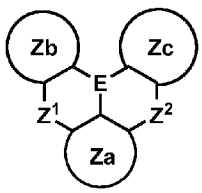
[請求項5] 前記多環芳香族化合物の発光ピーク波長における発光スペクトルの半値幅が４０ｎｍ以下である、

ことを特徴とする請求項１～４のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物。

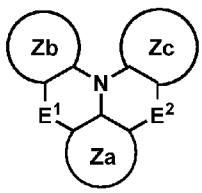
[請求項6] 前記多環芳香族化合物が、一般式（１）または一般式（２）で表される化合物である、

ことを特徴とする請求項１～５のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物。

[化1]



(1)



(2)

（環Ｚａ、環Ｚｂおよび環Ｚｃは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリール環、または置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０ヘテロアリール環である。Z^1およびZ^2は、それぞれ独立に、酸素原子、ＮＲａ（置換基Ｒａを有する窒素原子

）または硫黄原子である。Z^1がＮＲａである場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｂと結合して環を形成してもよい。Z^2がＮＲａである場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｃと結合して環を形成してもよい。Ｅは、ホウ素原子、リン原子、ＳｉＲａ（置換基Ｒａを有するケイ素原子）またはＰ＝Ｏである。E^1およびE^2は、それぞれ独立に、ＢＲａ（置換基Ｒａを有するホウ素原子）、ＰＲａ（置換基Ｒａを有するリン原子）、$SiRa_2$（置換基Ｒａを２個有するケイ素原子）、Ｐ（＝Ｏ）Ra_2（置換基Ｒａを２個有するホスフィンオキシド）またはＰ（＝Ｓ）Ra_2（置換基Ｒａを２個有するホスフィンスルフィド）、Ｓ（＝Ｏ）またはＳ（＝Ｏ）$_2$である。E^1がＢＲａ、ＰＲａ、$SiRa_2$、Ｐ（＝Ｏ）Ra_2またはＰ（＝Ｓ）Ra_2である場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｂと結合して環を形成してもよい。E^2がＢＲａ、ＰＲａ、$SiRa_2$、Ｐ（＝Ｏ）Ra_2またはＰ（＝Ｓ）Ra_2である場合、置換基Ｒａは環Ｚａもしくは環Ｚｃと結合して環を形成してもよい。置換基Ｒａは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のアリール基、置換もしくは無置換のヘテロアリール基、または置換もしくは無置換のアルキル基である。）

[請求項7] 前記一般式（１）または前記一般式（２）で表される化合物は、少なくとも一つの電子求引基を有する、

ことを特徴とする請求項６に記載の多環芳香族化合物。

[請求項8] 前記一般式（１）または前記一般式（２）で表される化合物は、二つ以上の電子求引基を有する、

ことを特徴とする請求項７に記載の多環芳香族化合物。

[請求項9] 前記電子求引基は、シアノ基、アシル基、エステル基、アミド基、スルホニル基、スルホン酸エステル基またはスルホンアミド基である、

ことを特徴とする請求項７または８に記載の多環芳香族化合物。

[請求項10] 前記電子求引基はエステル基である、

ことを特徴とする請求項７～９のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物。

[請求項11] 前記Z^1および前記Z^2は、酸素原子またはＮＲａである、

ことを特徴とする請求項６～１０のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物。

[請求項12] 前記Ｅはホウ素原子であり、

前記E^1および前記E^2はＢＲａである、

ことを特徴とする請求項６～１１のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物。

[請求項13] 前記環Ｚａ、前記環Ｚｂおよび前記環Ｚｃはベンゼン環である、

ことを特徴とする請求項６～１２のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物。

[請求項14] 前記多環芳香族化合物が、励起光を用いることによってピーク波長が５００ｎｍ以上５８０ｎｍ未満の領域に観測される発光を呈する、

ことを特徴とする請求項１～１３のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物。

[請求項15] 前記多環芳香族化合物が、励起光を用いることによってピーク波長が５８０ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の領域に観測される発光を呈する、

ことを特徴とする請求項１～１３のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物。

[請求項16] 入射光を、当該入射光とは異なる光に変換する色変換組成物であって、

請求項１～１５のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物と、

バインダー樹脂と、

を含むことを特徴とする色変換組成物。

[請求項17] 入射光を、当該入射光とは異なる光に変換する色変換シートであって、

請求項１～１５のいずれか一つに記載の多環芳香族化合物と、

バインダー樹脂と、

を含むことを特徴とする色変換シート。

[請求項18] さらにバリアフィルムを有する、

ことを特徴とする請求項１７に記載の色変換シート。

[請求項19] 光源と、

請求項１７または１８に記載の色変換シートと、

を備えることを特徴とする光源ユニット。

[請求項20] 前記光源は、波長４３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下の範囲に極大発光を有する発光ダイオードである、

ことを特徴とする請求項１９に記載の光源ユニット。

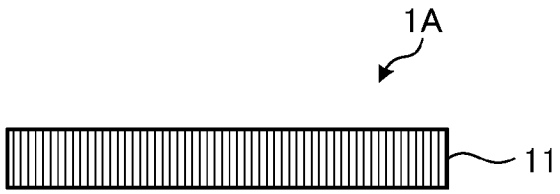
[請求項21] 請求項１７または１８に記載の色変換シートを備える、

ことを特徴とするディスプレイ。

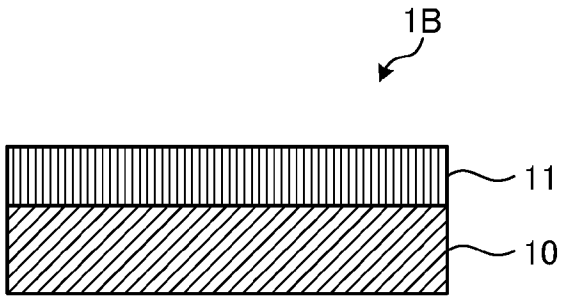
[請求項22] 請求項１７または１８に記載の色変換シートを備える、

ことを特徴とする照明装置。

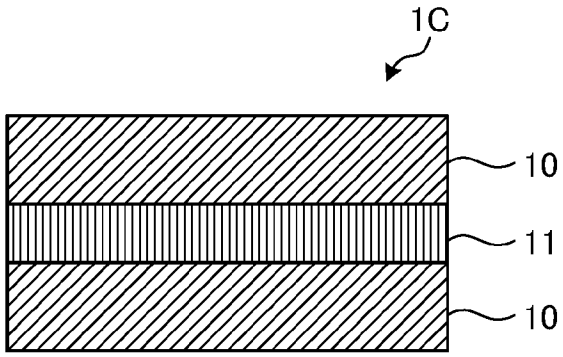
[図1]



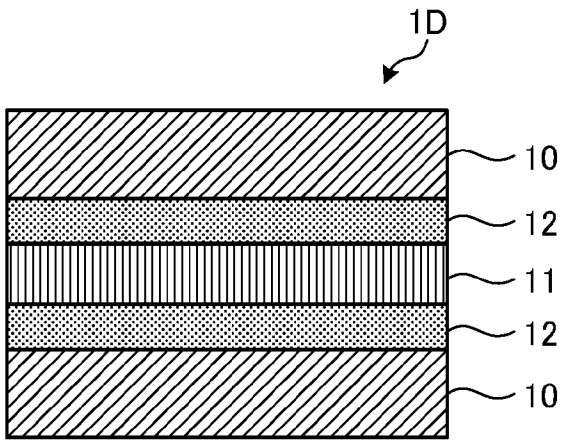
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/017461

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07F 5/02(2006.01)i; ***C09K 11/06***(2006.01)i; ***F21S 2/00***(2016.01)i; ***F21V 9/32***(2018.01)i; ***G02B 5/20***(2006.01)i; ***G09F 9/00***(2006.01)i; *F21Y 115/10*(2016.01)n
FI: C07F5/02 A CSP; C09K11/06; F21S2/00 431; F21V9/32; G02B5/20; G09F9/00 337Z; F21Y115:10

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)

C07F5/02; C09K11/06; F21S2/00; F21V9/32; G02B5/20; G09F9/00; F21Y115/10

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

CAplus/REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020/135687 A1 (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 July 2020 (2020-07-02) claims, pp. 4-7, examples, tables 2-4	1, 6-7, 9, 12-14
Y	claims, pp. 4-7, examples, tables 2-4	1-22
X	CN 111377953 A (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 July 2020 (2020-07-07) claims, paragraphs [0055]-[0061], examples, tables 4-6	1, 6-9, 12-14
Y	claims, paragraphs [0055]-[0061], examples, tables 4-6	1-10, 12-22
A	claims, paragraphs [0055]-[0061], examples, tables 4-6	11
X	CN 111377954 A (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 July 2020 (2020-07-07) claims, paragraphs [0055]-[0060], examples, tables 2-5	1, 6-7, 9, 12-15
Y	claims, paragraphs [0055]-[0060], examples, tables 2-5	1-10, 12-22
A	claims, paragraphs [0055]-[0060], examples, tables 2-5	11

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 June 2022	**28 June 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2020-147563 A (KWANSEI GAKUIN EDUCATIONAL FOUNDATION) 17 September 2020 (2020-09-17) claims, paragraphs [0046], [0078], [0104]-[0176], [0503]	1-15
Y	claims, paragraphs [0046], [0078], [0104]-[0176], [0503]	1-22
Y	WO 2019/198699 A1 (KWANSEI GAKUIN EDUCATIONAL FOUNDATION) 17 October 2019 (2019-10-17) claims, paragraphs [0046], [0075], [0104]-[0127], examples	1-22
Y	WO 2018/047639 A1 (KWANSEI GAKUIN EDUCATIONAL FOUNDATION) 15 March 2018 (2018-03-15) claims, paragraphs [0033], [0078]-[0143], examples, fig. 3-6	1-22
Y	JP 2020-161834 A (NICHIA CORP.) 01 October 2020 (2020-10-01) paragraphs [0025], [0026], [0028], [0033], [0109]	16-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/017461

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2020/135687 A1	02 July 2020	CN 111377955 A	
CN 111377953 A	07 July 2020	(Family: none)	
CN 111377954 A	07 July 2020	(Family: none)	
JP 2020-147563 A	17 September 2020	KR 10-2020-0107848 A	
WO 2019/198699 A1	17 October 2019	JP 2020-97561 A	
		JP 2020-196715 A	
		CN 111936504 A	
		KR 10-2020-0143438 A	
		TW 201945374 A	
WO 2018/047639 A1	15 March 2018	US 2019/0256538 A1 claims, paragraphs [0086], [0135], examples, fig. 3-6	
		KR 10-2019-0051003 A	
		CN 109863155 A	
JP 2020-161834 A	01 October 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/017461

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C07F 5/02(2006.01)i; C09K 11/06(2006.01)i; F21S 2/00(2016.01)i; F21V 9/32(2018.01)i; G02B 5/20(2006.01)i; G09F 9/00(2006.01)i; F21Y 115/10(2016.01)n
FI: C07F5/02 A CSP; C09K11/06; F21S2/00 431; F21V9/32; G02B5/20; G09F9/00 337Z; F21Y115:10

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））

C07F5/02; C09K11/06; F21S2/00; F21V9/32; G02B5/20; G09F9/00; F21Y115/10

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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）

CAplus/REGISTRY (STN)

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	WO 2020/135687 A1 (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO.,LTD.) 02.07.2020 (2020-07-02) 請求の範囲，４－７頁，実施例，表２－表４	1,6-7,9,12-14
Y	請求の範囲，４－７頁，実施例，表２－表４	1-22
X	CN 111377953 A (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO., LTD.) 07.07.2020 (2020-07-07) 請求の範囲，[0055]-[0061]，実施例，表４－表６	1,6-9,12-14
Y	請求の範囲，[0055]-[0061]，実施例，表４－表６	1-10,12-22
A	請求の範囲，[0055]-[0061]，実施例，表４－表６	11
X	CN 111377954 A (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO., LTD.) 07.07.2020 (2020-07-07) 請求の範囲，[0055]-[0060]，実施例，表２－表５	1,6-7,9,12-15
Y	請求の範囲，[0055]-[0060]，実施例，表２－表５	1-10,12-22
A	請求の範囲，[0055]-[0060]，実施例，表２－表５	11

☑ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
16.06.2022	28.06.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
阿久津　江梨子 4H 5808
電話番号 03-3581-1101 内線 3443

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 2020-147563 A (学校法人関西学院) 17.09.2020 (2020-09-17) 特許請求の範囲, [0046], [0078], [0104]-[0176], [0503]	1-15
Y	特許請求の範囲, [0046], [0078], [0104]-[0176], [0503]	1-22
Y	WO 2019/198699 A1 (学校法人関西学院) 17.10.2019 (2019-10-17) (請求の 範囲, [0046], [0075], [0104]-[0127], 実施例	1-22
Y	WO 2018/047639 A1 (学校法人関西学院) 15.03.2018 (2018-03-15) 請求の範囲, [0033], [0078]-[0143], 実施例, 図３－図６	1-22
Y	JP 2020-161834 A (日亜化学工業株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01) [0025]-[0026], [0028], [0033], [0109]	16-22

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/017461

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2020/135687 A1	02.07.2020	CN 111377955 A	
CN 111377953 A	07.07.2020	（ファミリーなし）	
CN 111377954 A	07.07.2020	（ファミリーなし）	
JP 2020-147563 A	17.09.2020	KR 10-2020-0107848 A	
WO 2019/198699 A1	17.10.2019	JP 2020-97561 A	
		JP 2020-196715 A	
		CN 111936504 A	
		KR 10-2020-0143438 A	
		TW 201945374 A	
WO 2018/047639 A1	15.03.2018	US 2019/0256538 A1 請求の範囲，[0086]，[0135]，実施例，図３－図６	
		KR 10-2019-0051003 A	
		CN 109863155 A	
JP 2020-161834 A	01.10.2020	（ファミリーなし）	