

(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 1 月 7 日(07.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/002168 A1

- (51) 国際特許分類:
B05D 1/26 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
B05D 3/00 (2006.01) *H05B 33/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/003193
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 25 日(25.06.2015)
- (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 2014-134850 2014 年 6 月 30 日(30.06.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社 J O L E D (JOLED INC.) [JP/JP];
〒1010054 東京都千代田区神田錦町三丁目 2 3
番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川浪 悠子(KAWANAMI, Yuko).
- (74) 代理人: 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合
事務所(NAKAJIMA & ASSOCIATES IP FIRM); 〒
5310072 大阪府大阪市北区豊崎三丁目 2 番 1 号
淀川 5 番館 6 F 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.

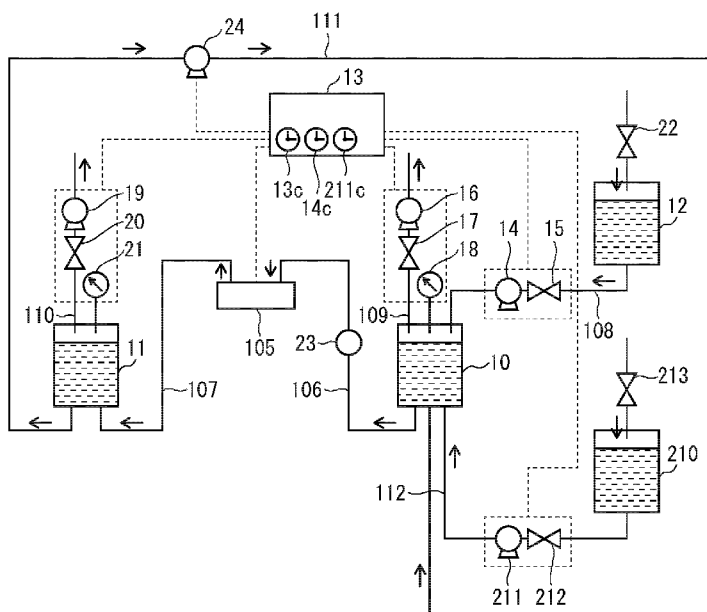
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, 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: INK COMPONENT MANAGEMENT METHOD, INKJET SYSTEM USING SAME, AND MANUFACTURING METHOD FOR MANUFACTURING ORGANIC EL DISPLAY DEVICE USING INKJET SYSTEM

(54) 発明の名称: インクの成分管理方法、これを適用したインクジェットシステム、及び、インクジェットシステムを用いて有機 EL 表示装置を製造する製造方法



(57) Abstract: Provided is an ink component management method capable of controlling changes in the composition ratio of a mixed solvent in ink stored in an inkjet apparatus. The present invention is an ink component management method for managing ink components in an inkjet apparatus (100), which stores ink containing a functional material, a first solvent and a second solvent with both a higher boiling point and viscosity than the first solvent therein in a negative pressure environment and which discharges the stored ink to the outside through nozzles, wherein a mixed solvent in which a solvent of the same kind as the first solvent and a solvent of the same kind as the second solvent are mixed in a mixing ratio that corresponds to the volatilization volume per unit time of the first solvent and the volatilization volume per unit time of the second solvent is prepared and the prepared mixed solvent is added to the ink stored in the inkjet apparatus (100).

(57) 要約:

[続葉有]



インクジェット装置内に貯留されているインク中の混合溶媒の組成比の変化を抑制することができるインクの成分管理方法を提供する。機能性材料と第1溶媒と第1溶媒よりも沸点と粘度がともに高い第2溶媒とを含むインクを負圧環境下で内部に貯留し、貯留されたインクをノズルを通じて外部に吐出するインクジェット装置100において、インクの成分を管理するインクの成分管理方法であって、第1溶媒の単位時間当たりの揮発量と第2溶媒の単位時間当たりの揮発量に応じた混合比率で、第1溶媒と同種の溶媒と、第2溶媒と同種の溶媒とが混合された混合溶媒を準備し、準備された混合溶媒をインクジェット装置100内に貯留されたインクに追加する。

明 細 書

発明の名称：

インクの成分管理方法、これを適用したインクジェットシステム、及び、
インクジェットシステムを用いて有機ＥＬ表示装置を製造する製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、インクジェット装置内に貯留されるインクの成分管理方法、これを適用したインクジェットシステム、及び、インクジェットシステムを用いて有機ＥＬ（Electro-Luminescence）表示装置を製造する製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、研究開発が進んでいる有機ＥＬ素子は、有機材料の電界発光現象を利用した発光素子であって、陽極と陰極との間に発光層が設けられている。一般に、有機ＥＬ素子は、絶縁材料からなるバンクで仕切られていて、このバンク間に陽極、発光層、陰極が形成される。また、陽極と陰極との間には、発光層の他に、必要に応じて、電荷注入層、電荷輸送層等が設けられる。発光層、電荷注入層、電荷輸送層等を総称して機能層と称する。

[0003] そして、有機ＥＬ素子がマトリクス状に配列されて、有機ＥＬ表示装置を構成する。有機ＥＬ表示装置を製造する際には、基板上に機能層を形成する工程がある。近年、基板の大型化に伴い、機能層を形成するためにインクジェット装置を備えるインクジェットシステムが多く用いられている。インクジェット装置は、機能性材料を溶媒に溶解させたインクを、基板上に形成された一対のバンク間に塗布して機能層を形成する。また、有機ＥＬ表示装置において高精細な画像を得るために、各有機ＥＬ素子の一辺の長さを500 μm 以下の微小サイズで形成することが要請されている。このような微小サイズの有機ＥＬ素子においては、各有機ＥＬ素子の機能層の膜厚も数十～数百nmと薄く形成する必要がある。そのため、よりシビアな機能層の膜厚と平坦性の制御が要求される。

[0004] そこで、低粘度且つ低沸点の第1溶媒と、高粘度且つ高沸点の第2溶媒とを適切な比率で混合した溶媒に機能性材料を溶解させたインクを準備する。そして、このインクを基板上に塗布することで膜厚が有機EL表示装置の全面において均一且つ平坦な機能層を形成する方法が提案されている（特許文献1）。第1溶媒と第2溶媒とを混合した溶媒を使用したインクを用いることで、インク吐出時はインクを低粘度に維持する。そして、バンク間に塗布後は速やかに低沸点の第1溶媒を蒸発させることでインクを一気に高粘度化し、インクの流動を抑制する。特許文献1には、第1溶媒と第2溶媒の組成比を適切に調整することで機能層の平坦度を高めることができると記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-214397号公報

特許文献2：特開2007-69140号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] インクジェットシステムでは、インクジェット装置内にインクを貯留しておき、インクジェット装置内のインクジェットヘッドに設けられたノズルからインクを基板上に吐出する。通常、インクジェット装置内のインクは、ノズルから自重で漏れ出すことのないように負圧環境下で貯留されている。しかし、一方で、インクジェット装置内のインクを負圧環境下で貯留するとインクから溶媒が揮発することがある。すると、時間の経過とともに、インクの濃度が高まるので、インクの粘度が増大することがある。インクの粘度が増大すると、ノズルからの吐出量に変化することが起こり得る。そのため、初期のインクを用いて製造された製品と、長時間貯留されたインクを用いて製造された製品とで、機能層の膜厚が異なり、その結果、有機EL表示装置の電気特性及び光学特性を大きく変化させ、発光効率の低下及び色度の悪化

を引き起こすことが懸念される。

[0007] これに対して、第1溶媒と同種の溶媒と第2溶媒と同種の溶媒を混合した混合溶媒を準備し、定期的または不定期にインクジェット装置内のインクに追加することが考えられる。混合溶媒の混合比率は、単純に、初期のインクに含まれる第1溶媒と第2溶媒の混合比率に一致させることが考えられる。

[0008] しかしながら、このような混合溶媒をインクに追加した場合、インクの濃度が低下するのでインクの粘度の増大を抑制することはできるものの、インク内の第1溶媒と第2溶媒の組成比が初期のインクの組成比からずれてしまうことが分かった。

[0009] そこで、本発明は、インクジェット装置内に貯留されているインク中の混合溶媒の組成比の変化を抑制することができるインクの成分管理方法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

[0010] 上記課題を解決するため、本発明の一態様に係るインクの成分管理方法は、機能性材料と第1溶媒と前記第1溶媒よりも沸点と粘度がともに高い第2溶媒とを含むインクを負圧環境下で内部に貯留し、貯留された前記インクをノズルを通じて外部に吐出するインクジェット装置において、前記インクジェット装置内に貯留された前記インクの成分を管理するインクの成分管理方法であって、前記第1溶媒の単位時間当たりの揮発量と前記第2溶媒の単位時間当たりの揮発量に応じた混合比率で、前記第1溶媒と同種の溶媒と、前記第2溶媒と同種の溶媒とが混合された混合溶媒を準備し、準備された前記混合溶媒を前記インクジェット装置内に貯留された前記インクに追加する。

発明の効果

[0011] 第1溶媒と第2溶媒の沸点は異なるので、各溶媒の単位時間当たりの揮発量も異なる。そのため、初期のインクに含まれる各溶媒の組成比に一致させた混合溶媒を追加したのでは、インクジェット装置内に貯留されているインク中の混合溶媒の組成比が、初期のインク中の混合溶媒の組成比から変化してしまう。そこで、本発明の一態様に係るインクの成分管理方法では、各溶

媒の単位時間当たりの揮発量に応じた混合比率で準備された混合溶媒を追加する。

[0012] これにより、インクジェット装置内に貯留されているインク中の混合溶媒の組成比の変化を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施の形態に係るインクジェットシステム 1 を示す模式図である。

[図2]実施の形態に係るインクジェット装置 100 を示す斜視図である。

[図3]温度と蒸気圧及び沸点の関係を説明するための模式図である。

[図4]インク中の第 1 溶媒と第 2 溶媒の組成比の経時変化を説明するための模式図である。

[図5]インクの粘度とインク導入後経過日数との関係を示すグラフである。

[図6]インクに混合溶媒を追加したときのインクの粘度と混合溶媒の追加量との関係を示すグラフである。

[図7]制御ユニット 13 のフローチャートの全体図である。

[図8]図 7 における追加処理のフローチャートである。

[図9]図 7 における補充処理のフローチャートである。

[図10] (a) は、1 メチルナフタレンとヘプチルベンゼンを質量比 2 : 8 で混合した混合溶媒を用いたインクで機能層を形成した時の機能層の表面形状の測定結果である。(b) は、1 メチルナフタレンとヘプチルベンゼンを質量比 3 : 7 で混合した混合溶媒を用いたインクで機能層を形成した時の機能層の表面形状の測定結果である。

[図11]実施の形態に係る有機 EL 表示装置 10000 の概略構成を示す模式図である。

[図12]有機 EL 表示パネル 3000 における有機 EL 素子 1001R、1001G、1001B の配置形態を示す平面図である。

[図13]図 14 の A-A 断面を示す断面図である。

[図14]有機 EL 表示パネル 3000 の製造工程を示す工程図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明を実施するための形態を、図面を参照して詳細に説明する。

<発明の態様>

本発明の一態様に係るインクの成分管理方法では、機能性材料と第1溶媒と前記第1溶媒よりも沸点と粘度がともに高い第2溶媒とを含むインクを負圧環境下で内部に貯留し、貯留された前記インクをノズルを通じて外部に吐出するインクジェット装置において、前記インクジェット装置内に貯留された前記インクの成分を管理するインクの成分管理方法であって、前記第1溶媒の単位時間当たりの揮発量と前記第2溶媒の単位時間当たりの揮発量に応じた混合比率で、前記第1溶媒と同種の溶媒と、前記第2溶媒と同種の溶媒とが混合された混合溶媒を準備し、準備された前記混合溶媒を前記インクジェット装置内に貯留された前記インクに追加する。

[0015] また、本発明の別の態様では、前記第1溶媒と同種の溶媒の単位時間当たりの揮発量と、前記第2溶媒と同種の溶媒の単位時間当たりの揮発量との比率 R は、前記第1溶媒と同種の溶媒の室温における単位体積当たりの質量を a とし、前記第1溶媒と同種の溶媒の分子量を M_a とし、前記第1溶媒と同種の溶媒の室温における蒸気圧を P_a とし、前記第2溶媒と同種の溶媒の室温における単位体積当たりの質量を b とし、前記第2溶媒と同種の溶媒の分子量を M_b とし、前記第2溶媒と同種の溶媒の室温における蒸気圧を P_b とし、前記第1溶媒の体積と前記第2溶媒の体積の混合比を $A : B$ としたとき、以下の関係式で求められる。

$$[0016] \quad R = (A a / B b) \times (M_b / M_a) \times (P_a / P_b)$$

また、本発明の別の態様では、前記混合溶媒は、単位時間当たりの追加量 Q_1 で前記インクに追加され、前記追加量 Q_1 は、前記混合溶媒を追加しない状態で前記インクを前記インクジェット装置内に貯留した場合の前記インクの粘度の平均時間変化率を C_1 とし、前記混合溶媒を前記インクに追加した場合に前記混合溶媒の追加量に対する前記インクの粘度の平均変化率を C_2 としたとき、以下の関係式で求められる。

$$[0017] \quad Q_1 = C_1 / C_2$$

また、本発明の別の態様では、前記インクジェット装置は、前記ノズルを有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドに連結され前記インクジェットヘッドに供給するための前記インクを貯留するＩＮタンクと、を備え、前記ＩＮタンクに前記混合溶媒を追加することにより、前記インクジェット装置内に貯留されている前記インクに前記混合溶媒を追加してもよい。

[0018] また、本発明の別の態様では、前記混合溶媒は、前記インクジェット装置内に貯留されている前記インクよりも高い圧力環境下で保管されていてもよい。

[0019] また、本発明の別の態様では、前記機能性材料は、高分子の有機材料でもよい。

[0020] 本発明の一態様に係るインクジェットシステムでは、機能性材料と第１溶媒と前記第１溶媒よりも沸点と粘度がともに高い第２溶媒とを含むインクを負圧環境下で内部に貯留し、貯留された前記インクをノズルを通じて外部に吐出するインクジェット装置と、前記インクジェット装置に配管を通じて連結され、前記第１溶媒の単位時間当たりの揮発量と前記第２溶媒の単位時間当たりの揮発量に応じた混合比率で、前記第１溶媒と同種の溶媒と、前記第２溶媒と同種の溶媒とが混合された混合溶媒を貯留する混合溶媒タンクと、前記配管に設けられたバルブと、前記バルブを制御することにより、前記混合溶媒タンクに貯留された前記混合溶媒を前記インクジェット装置内に追加させる制御ユニットと、を備える。

[0021] また、本発明の別の態様では、前記第１溶媒と同種の溶媒の単位時間当たりの揮発量と、前記第２溶媒と同種の溶媒の単位時間当たりの揮発量との比率 R は、前記第１溶媒と同種の溶媒の室温における単位体積当たりの質量を a とし、前記第１溶媒と同種の溶媒の分子量を M_a とし、前記第１溶媒と同種の溶媒の室温における蒸気圧を P_a とし、前記第２溶媒と同種の溶媒の室温における単位体積当たりの質量を b とし、前記第２溶媒と同種の溶媒の分子量を M_b とし、前記第２溶媒と同種の溶媒の室温における蒸気圧を P_b とし、前記

第1溶媒の体積と前記第2溶媒の体積の混合比をA : Bとしたとき、以下の関係式で求められる。

$$[0022] \quad R = (A_a / B_b) \times (M_b / M_a) \times (P_a / P_b)$$

また、本発明の別の態様では、前記混合溶媒は、単位時間当たりの追加量Q1で前記インクに追加され、前記追加量Q1は、前記混合溶媒を追加しない状態で前記インクを前記インクジェット装置内に貯留した場合の前記インクの粘度の平均時間変化率をC1とし、前記混合溶媒を前記インクに追加した場合に前記混合溶媒の追加量に対する前記インクの粘度の平均変化率をC2としたとき、以下の関係式で求められる。

$$[0023] \quad Q1 = C1 / C2$$

また、本発明の別の態様では、前記インクジェット装置は、前記ノズルを有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドに連結され前記インクジェットヘッドに供給するための前記インクを貯留するINタンクと、を備え、前記INタンクに前記混合溶媒を追加することにより、前記インクジェット装置内に貯留されている前記インクに前記混合溶媒を追加してもよい。

[0024] また、本発明の別の態様では、前記混合溶媒は、前記インクジェット装置内に貯留されている前記インクよりも高い圧力環境下で保管されていてもよい。

[0025] また、本発明の別の態様では、前記機能性材料は、高分子の有機材料でもよい。

[0026] 本発明の一態様に係る有機EL表示装置の製造方法では、下地基板を準備し、前記下地基板上に第1電極を形成し、前記第1電極の上方に前記機能性材料で構成される機能層を、請求項7から12のいずれかに記載のインクジェットシステムを用いて形成し、前記機能層の上方に第2電極を形成する。

<実施の形態>

(1) インクジェットシステム

図1は、インクジェットシステム1を示す模式図である。インクジェット

システム１は、インクジェットヘッド１０５と、インクジェットヘッド１０５にインクを供給するＩＮチューブ１０６及びＩＮタンク１０と、インクジェットヘッド１０５からインクを回収するＯＵＴチューブ１０７及びＯＵＴタンク１１を備える。ＩＮチューブ１０６には、インクジェットヘッド１０５に供給されるインクの流量を計測する流量計２３が備えられている。インクジェットヘッド１０５には、ＩＮチューブ１０６を通じて、ＩＮタンク１０からインクが供給される。インクジェットヘッド１０５からは、ＯＵＴチューブ１０７を通じて、ＯＵＴタンク１１にインクが回収される。インクジェット装置は、ＩＮタンク１０及びＩＮチューブ１０６と、流量計２３と、ＯＵＴタンク１１及びＯＵＴチューブ１０７と、インクジェットヘッド１０５とを含む（図２参照）。

[0027] 実施の形態では、インクジェットシステム１は、有機ＥＬ表示パネルの機能層を塗布法で形成する際に、機能層を構成する機能性材料を基板上に塗布する工程で使用されるものとして説明する。インクは、溶質として機能性材料を含み、溶媒として第１溶媒と、第１溶媒よりも沸点と粘度がともに高い第２溶媒とを含む。

[0028] インクジェットシステム１は、さらに、混合溶媒タンク１２と補充タンク２１０を備える。混合溶媒タンク１２は、チューブ１０８を介してＩＮタンク１０と連結され、第１溶媒と同種の溶媒と、第２溶媒と同種の溶媒が混合された混合溶媒を貯留している。補充タンク２１０は、チューブ１１２を介してＩＮタンク１０と連結され、機能性材料と同種の材料と、第１溶媒と同種の溶媒と、第２溶媒と同種の溶媒とを含むインクを貯留している。ここで「同種」とは、物質または組成が同じであることを意味する。例えば、第１溶媒が１メチルナフタレンであれば、第１溶媒と同種の溶媒も１メチルナフタレンである。混合溶媒タンク１２内に貯留されている混合溶媒の組成比についての詳細は後で説明する。混合溶媒タンク１２とＩＮタンク１０とを連結するチューブ１０８には、混合溶媒の流量を調整するためのバルブ１５とポンプ１４が設けられている。また、混合溶媒タンク１２には、外部の空気

を流入させるバルブ 2 2 が設けられている。補充タンク 2 1 0 と I N タンク 1 0 とを連結するチューブ 1 1 2 には、補充インクの流量を調整するためのバルブ 2 1 2 とポンプ 2 1 1 が設けられている。また、補充タンク 2 1 0 には、外部の空気を流入させるバルブ 2 1 3 が設けられている。

[0029] インクジェットシステム 1 は、所謂、循環型と称するシステムである。インクジェットシステム 1 は、ポンプ 2 4 とチューブ 1 1 1 を備える。O U T タンク 1 1 に回収されたインクは、ポンプ 2 4 で引かれ、チューブ 1 1 1 を通って I N タンク 1 0 に再度、戻される。循環型のシステムでは、常時、インクジェットヘッド 1 0 5 内をインクが流れているため、インクの詰まりや固化を防止することができる。

[0030] インクジェットシステム 1 は、I N タンク 1 0 にチューブ 1 0 9 を介して繋がれ、I N タンク 1 0 内を負圧にするためのバルブ 1 7 とポンプ 1 6 を有し、I N タンク内の圧力を計測する圧力計 1 8 を有する。同様に、インクジェットシステム 1 は、O U T タンク 1 1 にチューブ 1 1 0 を介して繋がれ、O U T タンク 1 1 内を負圧にするためのバルブ 2 0 とポンプ 1 9 を有し、O U T タンク内の圧力を計測する圧力計 2 1 を有する。

[0031] さらに、インクジェットシステム 1 は、インクジェットヘッド 1 0 5 と、各ポンプ及び各バルブを制御する制御ユニット 1 3 を備える。制御ユニット 1 3 は、I N タンク 1 0 内の圧力を圧力計 1 8 で、O U T タンク 1 1 内の圧力を圧力計 2 1 でモニターしている。そして、制御ユニット 1 3 は、バルブ 1 7 及び 2 0 を開けて、ポンプ 1 6 及び 1 9 を起動する指示を出す。ここで、制御ユニット 1 3 は、I N タンク内の圧力と O U T タンク内の圧力に適切な差が生じるようにポンプ 1 6 及び 1 9 を制御する。この圧力差が、インクジェットヘッド 1 0 5 内のインクの循環の駆動力となる。インクジェットヘッド 1 0 5 内の圧力は、I N タンク 1 0 内の圧力と O U T タンク 1 1 内の圧力との間の値の負圧になっていると考えられる。これにより、インクがインクジェットヘッド 1 0 5 から自重で漏れ出すことを防止している。制御ユニット 1 3 は、ポンプ 2 4 を起動する指示も出し、インクを循環させている。

[0032] また、制御ユニット 13 は、定期的または不定期にバルブ 15 及び 212 を開けて、ポンプ 14 及び 211 を起動する指示を出す。これにより、混合溶媒タンク 12 から I N タンク 10 に混合溶媒が追加され、補充タンク 210 から I N タンク 10 に補充インクが補充される。尚、混合溶媒タンク 12 にはバルブ 22 で調整された流量の空気が流入するようにしておくか、または、ポンプ（不図示）を設け、当該ポンプが混合溶媒タンク 12 からタンク内のガスを若干、引いておいてもよい。混合溶媒タンク 12 内の圧力は、少なくとも、I N タンク 10 内及び O U T タンク 11 内の圧力よりも高くすることが好ましい。これにより、混合溶媒を混合溶媒タンク 12 から、I N タンク 10 内にスムーズに流入させることが可能となる。同様に、補充タンク 210 にはバルブ 213 で調整された流量の空気が流入するようにしておくか、または、ポンプ（不図示）を設け、当該ポンプが補充タンク 210 からタンク内のガスを若干、引いておいてもよい。補充タンク 210 内の圧力は、少なくとも、I N タンク 10 内及び O U T タンク 11 内の圧力よりも高くすることが好ましい。これにより、補充インクを補充タンク 210 から、I N タンク 10 にスムーズに流入させることが可能となる。制御ユニット 13 が、バルブ 22 及びバルブ 213 を制御することとしてもよい。

[0033] さらに、制御ユニット 13 は、時間の経過を測定する計時部 13c、14c、211c を有し、計時部 13c により測定された所定時間に応じた分量の混合溶媒を、混合溶媒タンク 12 から I N タンク 10 に追加する。制御ユニット 13 の動作フローについては後で説明する。計時部 14c、211c の動作についても制御ユニット 13 の動作フローとともに説明する。

（２）インクジェット装置 100 の構造

図 2 は、インクジェット装置 100 を示す斜視図である。インクジェット装置 100 は、インクジェットヘッド 105 と、I N チューブ 106 を介してインクジェットヘッド 105 に連結された I N タンク 10 と、O U T チューブ 107 を介してインクジェットヘッド 105 に連結された O U T タンク 11 とを有する。インクジェット装置 100 は、さらに、ステージ 101 と

、ステージ101上に設けられたスライダ102Aと、スライダ102Aが嵌め込まれたレール102Bを有する。また、インクジェット装置100は、スライダ102Aに突き当てられ、スライダ102Aに固定された基台103を備える。基台103上には基板Sが搭載されている。基板Sは、基台103上に設けられた複数の吸気孔（不図示）で基台103にエア吸着されている。インクジェット装置100は、さらに、インクジェットヘッド105が固定されたガントリー104を有する。INチューブ106とOUTチューブ107は、ガントリー104を介してインクジェットヘッド105と繋がっている。インクジェットヘッド105の基板Sと対向する側には複数のノズル（不図示）を有する。スライダ102Aは、レール102B上をX軸方向にスライド可能である。基板Sが固定された基台103が、スライダ102Aに押されて、レール102B上をX軸方向にスライドする。そして基板Sが固定された基台103が、ガントリー104の下を通過している間に、インクジェットヘッド105のノズルから基板S上にインクが塗布される。基板Sが固定された基台103が、ガントリー104の下を通過し終わった時には、基板Sの全面の所望の箇所にインクが塗布されている。

（3）混合溶媒タンク12内の混合溶媒の組成比と追加量について

実施の形態では、インクは、機能性材料と、第1溶媒と、第1溶媒よりも沸点と粘度がともに高い第2溶媒とを含む。図3は、温度と蒸気圧及び沸点の関係を説明するための模式図である。液体の表面からは、常温でその液体の物質が揮発している。蒸気圧とは、ある温度において、その物質の気体が液体と平衡になる圧力のことである。ある温度における蒸気圧の高い物質は、その温度における蒸気圧の低い物質よりも揮発性が高い。よって、室温（例えば20℃）における第1溶媒の蒸気圧 P_a は、室温における第1溶媒の揮発し易さを指標していると考えられる。同様に、室温における第2溶媒の蒸気圧 P_b は、室温における第2溶媒の揮発し易さを指標していると考えられる。 P_a は P_b より大きいので、第1溶媒は第2溶媒よりも揮発しやすい。

[0034] 図4は、インク中の第1溶媒と第2溶媒の組成比の経時変化を説明するための模式図である。タンク内で、機能性材料Fと第1溶媒と第2溶媒とを混合してインクを作製する。室温におけるインク中の第1溶媒の単位体積当たりの質量を a (g/cm^3)、第2溶媒の単位体積当たりの質量を b (g/cm^3)とし、第1溶媒の分子量を M_a 、第2溶媒の分子量を M_b とする。また、第1溶媒の体積と第2溶媒の体積の混合比を $A:B$ とする。すると、インク作製直後の初期の状態 ($t=0$) での第1溶媒の物質量 n_a (mol) と第2溶媒の物質量 n_b (mol) の比率 R_n は、以下の通りとなる。

$$[0035] \quad R_n = n_a / n_b = (A a / M_a) / (B b / M_b) = (A a / B b) \times (M_b / M_a)$$

インク液面付近においてもこの比率は同じであると仮定する。そして、インクの液面からは第1溶媒と第2溶媒が揮発する。その後、ある時間が経過したとする。既に説明したように、第1溶媒の蒸気圧 P_a は、室温における第1溶媒の揮発し易さを指標する。また、第2溶媒の蒸気圧 P_b は、室温における第2溶媒の揮発し易さを指標する。そうすると、第1溶媒の室温での単位時間当たりの揮発量 E_a 及び第2溶媒の単位時間当たりの揮発量 E_b は、以下の通りとなる。ここで C_{st} は、インクの液面の表面積、タンクの内圧等により定まる比例定数である。

$$[0036] \quad E_a = C_{st} \times (A a / M_a) \times P_a$$

$$E_b = C_{st} \times (B b / M_b) \times P_b$$

従って、第1溶媒の単位時間当たりの揮発量 E_a と第2溶媒の単位時間当たりの揮発量 E_b との比率 R は、以下の通りとなる。

$$[0037] \quad R = E_a / E_b = (A a / B b) \times (M_b / M_a) \times (P_a / P_b)$$

上記の揮発量の比率 R で第1溶媒と第2溶媒とが揮発していく。よって、初期の状態での第1溶媒の物質量と第2溶媒の物質量の比率 R_n を維持するためには、インクから揮発した揮発量の比率 R で第1溶媒と第2溶媒とを混合した混合溶媒を追加すればよい。

[0038] 上記で追加する混合溶媒の混合比率は決定したが、混合溶媒の追加量であ

る体積 V (cm^3) をどのように決めればよいかが次に問題となる。I N タンク 10 内で溶媒が揮発すると、溶質である機能性材料の濃度が高くなるので、インクの粘度が増大することがある。機能性材料としては、例えば、平均分子量が 10000 以上の高分子材料が用いられる。インクジェット装置では、インクの粘度が上昇すると、インクジェットのインクの液滴の体積が変動して、機能層の膜厚が設計値からずれてしまう。そのため、インクの粘度変化は、できるだけ抑制することが好ましい。インクの粘度は、粘度測定の間ばらつき等の関係から、1 時間や 1 日のスケールでは、正しい粘度変化が得ることが難しい。実際の生産中に粘度測定をしながら粘度を一定値に近づけるように混合溶媒を追加してもよいが、生産前に、事前に、単位時間当たりの混合溶媒の追加量を決定しておくのがより現実的な手法である。そこで、実施の形態では、実際の生産前の準備段階として、まず、インクジェット装置内に貯留しているインクに追加する混合溶媒の単位時間当たりの体積 Q_1 (cm^3) を事前に求めておく。そして、予め求められた単位時間当たりの追加量 Q_1 だけ生産段階で追加するという手法を取る。以下でその手法を説明する。

[0039] まず、インクの粘度の平均時間変化率 C_1 を求める。バルブ 15 を閉じて、インクを吐出させずにインクジェットシステム 1 を稼働させ続ける（図 1 参照）。この場合、インクを吐出しないので、I N タンク内のインクの総量は一定となる。実際の生産段階ではインクを吐出してインクを消費していくが、生産によるインクの消費量に対してインクジェットシステム 1 内のインクの総量の方がはるかに多いので、インクの消費量の影響は無視できる場合がある。インクを無駄にしてもいいので、正確を期したい場合は、生産段階と同様に基板を流して、その基板にインクを吐出させ続けてもよい。また、実際のインクジェットシステム 1 を稼働させずに、実験室レベルのビーカーワークで求めてもよい。

[0040] ここで、インクジェットシステム 1 の稼働初期 ($t = 0$) の I N タンク 10 内のインクと、稼働初期から数十日経過した時点での I N タンク 10 内の

インクを採取する。そして、これらのインクの粘度を測定する。粘度の測定は、応力制御型の粘度計AR-G2 (TA Instruments)で行い、温度は、室温 (20℃)で行った。そして、インクジェットシステム1の稼働初期からの経過日数 (インク導入後経過日数) と粘度との関係を求める。結果を図5に示す。この結果から、実施の形態では、約40日で粘度が約1 mPa・secだけ上昇していることが分かる。一般式で表すべく、時間xが経過した時に粘度がyだけ上昇しているとすると、インクの粘度の平均時間変化率C1は、以下の通りとなる。

$$[0041] \quad C1 = y / x \cdots (i)$$

次に、混合溶媒の体積に対するインクの粘度の平均変化率C2を求める。ここでは、インクジェットシステム1を使用せず、簡単のため、実験室レベルのビーカーワークで求める。ビーカー内に初期のインクを入れて蓋をする。そして、先に求めた比率の混合溶媒を追加していく。追加する混合溶媒の体積V (cm³) を計量し、その体積の混合溶媒を追加した時のビーカー内のインクを採取し、インクの粘度を測定する。結果を図6に示す。この結果から、粘度変化を抑えるために約1 mPa・secだけ粘度を下げるには、V1 (cm³) だけ混合溶媒を追加すればよいことが分かる。一般式で表すべく、追加する混合溶媒の体積がV1のとき、粘度がyだけ減少するとすれば、混合溶媒の体積に対するインクの粘度の平均変化率C2は、以下の通りとなる。

$$[0042] \quad C2 = y / V1 \cdots (ii)$$

上記(i)及び(ii)の関係から、インクの粘度変化を抑制するためにインクに追加する混合溶媒の単位時間当たりの体積Q1は、以下の通りとなる。

$$[0043] \quad Q1 = V1 / x = C1 / C2$$

(4) 制御ユニット13の動作フローについて

(4-1) 制御ユニット13の動作フローの全体

製品の生産段階における制御ユニット13の動作フローの全体を図7を用

いて説明する。

[0044] 制御ユニット13がスタートすると、制御ユニット13の計時部13cがスタートする($t_1 = 0$ 、ステップS1)。制御ユニット13は、生産指示があれば(ステップS2: Yes)、生産処理(ステップS9)に入り、生産指示がなければ(ステップS2: No)、待機状態となる(ステップS3)。生産指示は、工場のオペレーターから受け付けるものである。インクジェットシステム1を有機EL表示パネルの生産に適用する場合、生産指示は、例えば、生産しようとするパネルの機種や、生産しようとする基板のトータル枚数N等の情報を含む。

[0045] 生産指示があれば(ステップS2: Yes)、まず、制御ユニット13が、変数nを1に設定する(ステップS9)。nは自然数であり、何枚目の基板を処理しているかを表す変数である。次に、制御ユニット13が、インクジェットヘッド105に塗布スタートの指示を出す(ステップS10)。インクジェットヘッド105は、制御ユニット13からインクの塗布の通知を受け付けると、予め定められたシーケンスで基板にインクを塗布する。その後、制御ユニット13が、計時部13cの時間 t_1 が所定時間Tに達しているかどうかを判断する(ステップS11)。所定時間Tは、INタンク10に混合溶媒を追加及び補充インクを補充する時間間隔であり、例えば、1時間、2時間、3時間のような時間単位、或いは、1日、2日、3日のような日単位で任意に設定される。計時部13cの時間 t_1 が所定時間Tに達していなければ(ステップS11: No)、インクジェットヘッド105から制御ユニット13に、1枚目の基板の塗布が完了した旨の通知があるかどうかを判断する(ステップS17)。完了通知がない場合は(ステップS17: No)、まだ1枚目の基板がインクを塗布されている最中であるため、ステップS11に戻る。完了通知がある場合は(ステップS17: Yes)、nが生産しようとする基板のトータル枚数Nに達しているかどうかを判断する(ステップS18)。nがNに達していれば(ステップS18: Yes)、生産しようとしていたN枚の基板の塗布が完了したので、ステップS2に戻

り、次の生産指示を待つことになる。nがNに達していなければ（ステップS18：No）、変数nをインクリメントして（ステップS19）、ステップS10に戻る。

[0046] さて、上記の生産の最中に計時部13cの時間t1が所定時間Tに達した場合は（ステップS11：Yes）、INタンク10に混合溶媒が追加される追加処理（ステップS12）が行われる。追加処理の詳細については、（4-2）で説明する。追加処理が完了すると、制御ユニット13が、時間t1が所定時間Tに達するまでに消費したインクの消費量V2を算出する（ステップS13）。インクの消費量V2の算出は、インクジェットヘッド105のノズル1個当たりの吐出量に、1基板当たりに使用したノズルの個数と吐出回数を乗算し、さらに時間t1が所定時間Tに達するまでに生産した基板の枚数を乗算することで行われる。そして、V2が0でなければ（ステップS14：No）、生産によりV2分のインクが消費されているので、INタンク10にインクの消費分を補充する補充処理が行われる（ステップS15）。補充処理の詳細については、（4-3）で説明する。V2が0であれば（ステップS14：Yes）、時間t1が所定時間Tに達するまでに生産した基板の枚数が0であったことになるので、インクは消費されていないため、補充処理はスキップされる。その後、計時部13cがリセットされ、再びスタートされる（t1=0、ステップS16）。そして、ステップ11に戻る。

[0047] ところで、ステップS2で生産指示がなければ（ステップS2：No）、まず、制御ユニット13が、計時部13cの時間t1が所定時間Tに達しているかどうかを判断する（ステップS3）。達していなければ（ステップS3：No）、ステップS2に戻る。達していれば（ステップS3：Yes）、ステップS4からステップS7の処理が行われる。ステップS4からステップS7の処理は、ステップS12からステップS15の処理と同じであるため、説明を省略する。但し、ステップS8においては、計時部13cがリセットされるのみであり、再スタートはされない（t1=0、ステップS8

）。その後、制御ユニット13は一旦、エンド状態となった後、再び、スタートし、ステップS1以降が繰り返される。

[0048] 続いて、図7における追加処理（ステップS4、ステップS12）、補充処理（ステップS7、ステップS15）について説明する。

[0049] （4-2）追加処理

図8は、追加処理の動作フローである。

[0050] まず、制御ユニット13の計時部14cがスタートする（ $t_2 = 0$ 、ステップS21）。次に、制御ユニット13がバルブ15を開ける（ステップS22）。バルブ15は、例えば、開閉のみが制御可能なバルブである。そして、制御ユニット13が、ポンプ14を用いて流量 Q_2 で混合溶媒をINタンク10内に流す（ステップS23）。続いて、制御ユニット13が、計時部14cの時間 t_2 が $(Q_1 / Q_2) T$ に達したかどうかを判断する（ステップS24）。混合溶媒タンク12内の混合溶媒は、計時部14cの時間 t_2 が $(Q_1 / Q_2) T$ に達するまでINタンク10に流れ続ける。計時部14cの時間 t_2 が $(Q_1 / Q_2) T$ に達した場合（ステップS24：Yes）を説明する。既述の通り、INタンク10内のインクの粘度変化を抑制するためにインクに追加する混合溶媒の単位時間当たりの体積が Q_1 である。そして、図7のフローに示すように、所定時間 T 毎に混合溶媒が追加される。1回の追加で必要な体積は Q_1 と T との積で定まる体積である。時間 t_2 が $(Q_1 / Q_2) T$ に達すれば、流量 Q_2 で混合溶媒を流したときに、1回に必要な体積（ $Q_1 \times T$ ）が追加されることになる。次に、制御ユニット13がポンプ14を停止し（ステップS25）、制御ユニット13がバルブ15を閉じる（ステップS26）。最後に、計時部14cがリセットされる（ $t_2 = 0$ 、ステップS27）。

[0051] （4-3）補充処理

図9は、補充処理の動作フローである。

[0052] まず、制御ユニット13の計時部211cがスタートする（ $t_3 = 0$ 、ステップS31）。次に、制御ユニット13がバルブ212を開ける（ステッ

プS 3 2)。バルブ2 1 2は、例えば、開閉のみが制御可能なバルブである。そして、制御ユニット1 3が、ポンプ2 1 1を用いて流量 Q_3 で補充インクをI Nタンク1 0内に流す(ステップS 3 3)。続いて、制御ユニット1 3が、計時部2 1 1 cの時間 t_3 が V_2 / Q_3 に達したかどうかを判断する(ステップS 3 4)。補充タンク2 1 0内の補充インクは、計時部2 1 1 cの時間 t_3 が V_2 / Q_3 に達するまでI Nタンク1 0に流れ続ける。計時部2 1 1 cの時間 t_3 が V_2 / Q_3 に達した場合(ステップS 3 4 : Y e s)を説明する。既述の通り、体積 V_2 は、制御ユニット1 3の計時部1 3 cが所定時間Tに達するまでに消費されたインクの消費量である。よって、流量 Q_3 の場合に、時間 t_3 が V_2 / Q_3 に達すれば、消費された体積に等しい V_2 の体積の補充インクがI Nタンク1 0に補充されたことになる。次に、制御ユニット1 3がポンプ2 1 1を停止し(ステップS 3 5)、制御ユニット1 3がバルブ2 1 2を閉じる(ステップS 3 6)。最後に、計時部2 1 1 cがリセットされる($t_3 = 0$ 、ステップS 3 7)。

(5) 考察

ここで、混合溶媒タンク1 2からI Nタンク1 0に追加する混合溶媒の組成比について考察してみる。単純に考えれば、溶媒の物質量や単位時間当たりの揮発量を考慮せずに、粘度だけをインクジェットシステム1の稼働初期と同じになるように、混合溶媒(第1溶媒と第2溶媒の質量比が $a : b$)を追加すればよいのではないかとも思われる。しかしながら、粘度も重要であるが、I Nタンク1 0内に貯留している各溶媒の組成比の経時変化も抑制することが好ましい。図1 0にそのことが分かるグラフを示す。ここでは、第1溶媒として、ヘプチルベンゼン、第2溶媒として、1メチルナフタレンを用いた。機能層を構成する機能性材料としては、有機性の発光材料を用いた。有機性の発光材料の好ましい例としては、F 8 - F 6 (F 8 (ポリジオクチルフルオレン)とF 6 (ポリジヘキシルフルオレン)との共重合体)が挙げられる。第1溶媒と第2溶媒の沸点は、それぞれ、 235°C 、 244°C である。第1溶媒と第2溶媒の粘度は、それぞれ、 $13.2\text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、 $22.$

1 mPa・secである。第2溶媒は、第1溶媒よりも沸点と粘度がともに高い。図10(a)は、第2溶媒と第1溶媒とを2:8の比率で混合した混合溶媒を用いたインクで機能層を形成した時の機能層の表面形状の測定結果である。図10(b)は、第2溶媒と第1溶媒とを3:7の比率で混合した混合溶媒を用いたインクで機能層を形成した時の機能層の表面形状の測定結果である。溶媒の混合比率が2:8では、膜厚が70nm付近でほぼ一定である。一方、混合比率が3:7では、膜厚が70nmよりも厚くなり、表面形状も凹状となる。このように、インク中の各溶媒の混合比率は、機能層の表面形状を決定する重要なファクターである。従って、実施の形態のように、各溶媒の単位時間当たりの揮発量に応じた混合比率まで考慮して混合溶媒を準備する。その上で、その混合溶媒をインクジェット装置100に貯留しているインクに追加することとする。これにより、インク中の混合溶媒の組成比の変化を抑制することができる。

(6) 有機EL表示装置の製造方法

実施の形態のインクの成分管理方法を適用した一例として、有機EL表示装置10000の製造方法を説明する。

[0053] (6-1) 有機EL表示装置10000の概略構成

図11及び図12を参照しながら、有機EL表示装置10000の概略構成を説明する。図11に示すように、有機EL表示装置10000は有機EL表示パネル3000と、これに接続された駆動・制御回路部2000とを備えている。図12は、有機EL表示パネル3000の平面図である。図12に示すように、有機EL表示パネル3000においては、複数の有機EL素子1001R、1001G、1001BがX方向及びY方向に二次元配置されている。有機EL表示パネル3000では、有機EL素子1001Rは赤色光(R)を出射し、有機EL素子1001Gは緑色光(G)を出射し、有機EL素子1001Bは青色光(B)を出射する。図11に示すように、有機EL表示装置10000における駆動・制御回路部2000は、4つの駆動回路2100~2400と1つの制御回路2500とから構成されてい

る。

[0054] (6-2) 有機EL表示パネル3000の構成

図12に示すように有機EL表示パネル3000において、Y方向に延伸する複数のバンク1120によって区画された溝領域1250R、1250G、1250Bが形成されている。溝領域1250R、1250G、1250Bは、赤色用、緑色用、青色用の溝領域であって、対応する発光色の有機EL素子1001R、1001G、1001BがY方向に列設されている。

[0055] 図13は、図12のA-A断面を示す断面図である。有機EL表示パネル3000は、基板1000上にTFT層1010が形成されてなるTFT基板をベースとしている。TFT層1010は、詳細な図示は省略しているが、ゲート、ソース、ドレインの3電極と、半導体層、パッシベーション膜等で構成されている。TFT基板の上に層間絶縁層1020が積層されて下地基板1100が形成されている。層間絶縁層1020の上面が略平坦に形成され、その上に有機EL素子1001R~1001Bが形成されている。

[0056] 各有機EL素子1001R~1001Bは、基本構成は同じであって、層間絶縁層1020の上に順に積層形成された画素電極（アノード）1030及びホール注入層1040、ホール輸送層1160、発光層1170、電子輸送層1180、カソード1190によって構成されている。

[0057] バンク1120は、層間絶縁層1020の上において、ホール注入層1040のX方向両縁を覆うように形成されている。そして、ホール輸送層1160、発光層1170は、バンク1120同士の間で積層形成されている。尚、これらホール輸送層1160、発光層1170は、Y方向に連続して形成されている。

[0058] そして、発光層1170の上及びバンク1120の側面及び頂面の上を全体的に覆うように、電子輸送層1180、カソード1190及び封止層1200が順に形成されている。封止層1200の上には、樹脂層1210を介して、カラーフィルタ層1220及びブラックマトリクス層1230を有する基板1240が貼り合わされている。

[0059] (6-3) 有機EL表示パネル3000の製造方法

有機EL表示パネル3000の製造方法について、図14の工程図に基づいて説明する。有機EL表示パネル3000の製造においては、まず、TFT基板を準備する(ステップS100)。このTFT基板は、基板1000の上面にTFT層1010を形成したものであり、公知の技術で作製される。次に、TFT基板上に有機材料を塗布して層間絶縁層1020を形成する(ステップS101)。

[0060] このように作製した下地基板1100の層間絶縁層1020上に、画素電極(アノード)1030及びホール注入層(HIL)1040を順に積層形成する(ステップS102、S103)。画素電極1030の形成は、例えば、スパッタリング法若しくは真空蒸着法を用いて金属膜を形成した後、フォトリソグラフィ法及びエッチング法でパターニングすることによってなされる。

[0061] ホール注入層1040の形成は、例えば、スパッタリング法を用いて酸化金属(例えば、酸化タングステン)からなる膜を形成した後、フォトリソグラフィ法およびエッチング法を用いてパターニングすることによってなされる。

[0062] 次に、バンク1120を形成することによってバンク付基板を作製する(ステップS104)。このバンク1120は、バンク材料(ネガ型感光性樹脂組成物を)を基板上に一様に塗布する。塗布したバンク材料層上に、バンク1120のパターンに合わせた開口を有するフォトマスクを重ねて、フォトマスクの上から露光する。その後、余分なバンク材料をアルカリ現像液で洗い出すことによって、バンク材料をパターニングして、バンク1120を形成する。

[0063] 次に、複数のバンク1120で区画された各溝領域1250に、ホール輸送層(HTL)1160を形成する(ステップS105)。このホール輸送層1160の形成については、ウェット法を用い、ホール輸送層1160の構成用材料を含むインクを隣り合うバンク1120間の溝領域に塗布した後、乾燥することによってなされる。このホール輸送層1160は、これまで

で説明した実施の形態のインクジェットシステム 1 を用いて形成される。

[0064] 同様に、複数のバンク 1120 で区画された溝領域 1250 に、発光層 (EML) 1170 を積層形成する (ステップ S106)。発光層 1170 の形成についても、各構成材料を含むインクを塗布した後、乾燥することによってなされる。この発光層 1170 も、これまでに説明した実施の形態のインクジェットシステム 1 を用いて形成される。

[0065] 次に、発光層 1170 及びバンク 1120 の側面及び頂面の上を覆うように、電子輸送層 1180 (ETL)、カソード 1190 及び封止層 1200 を順に積層し形成する (ステップ S107、S108、S109)。電子輸送層 1180、カソード 1190 及び封止層 1200 は、例えば、スパッタリング法を用いて形成することができる。

[0066] その後、基板 1240 にカラーフィルタ層 1220 及びブラックマトリクス層 1230 が形成されたカラーフィルタ (CF) 基板を貼り合わせることで、有機 EL 表示パネル 3000 が完成する (ステップ S110)。

[0067] 尚、上記では、画素電極 (アノード) 1030 上にホール注入層 (HIL) 1040 を形成したが、必ずしもホール注入層 (HIL) 1040 を形成しなくともよい。画素電極 (アノード) 1030 上に直接、ホール輸送層 (HTL) 1160、発光層 (EML) 1170 をこれまでに説明した実施の形態のインクジェットシステム 1 を用いて形成してもよい。

[0068] また、上記では、発光層 1170 上に電子輸送層 1180 (ETL)、カソード 1190 を順に形成したが、必ずしも電子輸送層 1180 (ETL) は形成しなくともよい。発光層 1170 上に直接、カソード 1190 を形成してもよい。

[0069] つまり、実施の形態のインクジェットシステム 1 で形成する機能層は、画素電極 (アノード) 1030 上方に形成され、当該機能層の上方にカソード 1190 が形成されていればよい。ある電極やある層の上方という意味は、ある電極上やある層上 (ある電極やある層と接している) という意味と、ある電極やある層の上の方 (ある電極やある層とは接していない) という意味

のいずれかに解釈されるものとする。

[0070] (6-4) 有機EL表示装置10000の製造方法

上記で完成した有機EL表示パネル3000に、駆動回路2100~2400を実装する。そして、駆動回路2100~2400に制御回路2500を接続して、有機EL表示装置10000が完成する(図11参照)。

[0071] 上記で作製された有機EL表示装置10000は、機能層(実施の形態では、ホール輸送層と発光層)の膜厚が所望の値で、機能層の平坦性が高く形成されている。よって、各表示パネル間や1つの表示パネル内での発光特性の変動が小さく抑えられている。そのため、実施の形態の製造方法によれば、生産ばらつきが抑制された品質の高い有機EL表示パネル及び有機EL表示装置を製造することができる。

<その他の事項>

(1) 実施の形態では、所定時間T毎に混合溶媒や補充インクを追加、補充したがこれに限られるものではない。所定時間T毎ではなく、常時、連続的に混合溶媒や補充インクを追加してもよい。

(2) 実施の形態では、混合溶媒の追加と、補充インクの補充を同じ所定時間T毎に行ったが、これに限られるものではない。混合溶媒の追加と、補充インクの補充とは独立のフローとして、異なる所定時間毎に行っても構わない。

(3) 実施の形態では、インクジェットシステム1に粘度計を装着していないが、システム内に簡易粘度系を設け、正確に粘度変化をモニタリングして混合溶媒の追加量を決定してもよい。

(4) 実施の形態では、機能性材料として、例えば、高分子を用いたが、低分子材料(平均分子量10000未満)を用いてもよい。

(5) 実施の形態では、バルブは開閉のみを行い、ポンプが予め設定された流量で溶媒やインクを流す構成としたが、これに限られるものではない。バルブが開閉を行うとともに、流量の調節をする構成としてもよい。

(6) 実施の形態では、主に、インクジェットシステム1として、制御シス

テム 13 を用いた自動的な制御を前提として説明したが、これに限定されるものではない。インクの成分管理方法として、人が手動で混合溶媒を追加してもよい。

(7) 実施の形態では、2種類の溶媒を混合した混合溶媒を用いたが、これに限定されるものではない。3種類以上の溶媒を混合してもよい。例えば、3種類の第1溶媒、第2溶媒、第3溶媒を用いる場合には、混合溶媒の混合比率は次のようにすればよい。ここで、第1溶媒、第2溶媒、第3溶媒の順に、沸点及び粘度がともに高くなっているとする。第1溶媒、第2溶媒、第3溶媒の室温での単位体積当たりの質量をそれぞれ a (g/cm^3)、 b (g/cm^3)、 c (g/cm^3) とする。第1溶媒、第2溶媒、第3溶媒の分子量をそれぞれ M_a 、 M_b 、 M_c とする。第1溶媒、第2溶媒、第3溶媒の室温での蒸気圧をそれぞれ P_a 、 P_b 、 P_c とする。また、第1溶媒の体積と第2溶媒の体積と第3溶媒の体積の混合比を $A : B : C$ とする。混合溶媒タンク 12 から I N タンク 10 に追加する混合溶媒は、以下の体積の比率で追加すればよい。4種類以上でも同様である。

[0072] $(A a / M_a) \times P_a : (B b / M_b) \times P_b : (C c / M_c) \times P_c$ 。

(8) 実施の形態では、単位時間当たりの揮発量の比率で混合した混合溶媒を追加するという簡便な手法を取ったが、より正確に見積もる手法を用いて混合溶媒を準備してもよい。例えば、I N タンク 10 内の混合溶媒のガスクロマトグラフィ質量分析 (GC/MS) を行って、実際にどの溶媒がどれだけ減少したかを測定して、それにより混合溶媒の混合比率を決めてもよい。

(9) 実施の形態では、室温とは、15℃以上、40℃以下のことを言う。

(10) 実施の形態では、混合溶媒を I N タンク 10 に追加するシステムとしたが、これに限定されるものではない。O U T タンク 11 に追加してもよいし、インクが循環している各チューブ内に追加してもよい。チューブに追加するのであれば、インクジェットヘッド 105 にインクを供給する I N チューブ 106 が好ましい。

(11) 混合溶媒を I N タンク 10 に追加する所定時間 T は、機能層の特性

がスペック内に収まる程度の所定時間Tであればよい。機能層の特性がスペック内に収まるのであれば、例えば、1週間に1回、1ヶ月に1回といった比較的長い所定時間T毎に追加しても構わない。

(12) 実施の形態のようなインク循環型のシステムを用いずに、ある程度の時間が経てば、インクを捨てて適切な粘度と組成比のインクに入れ替えることも考えられる。しかし、機能性材料は非常に高価なため、インクを頻繁に捨てるということはあまり現実的ではない。

(13) 本発明に係るインクの成分管理方法、これを適用したインクジェットシステム、及び、インクジェットシステムを用いて有機EL表示装置を製造する製造方法は、実施の形態の部分的な構成を、適宜組み合わせてなる構成であってもよい。また、実施の形態に記載した材料、数値等は好ましいものを例示しているだけであり、それに限定されることはない。さらに、本発明の技術的思想の範囲を逸脱しない範囲で、構成に適宜変更を加えることは可能である。本発明は、インクの成分管理方法、これを適用したインクジェットシステム、及び、インクジェットシステムを用いて有機EL表示装置を製造する製造方法全般に広く利用可能である。

産業上の利用可能性

[0073] 本発明の一態様に係るインクの成分管理方法、これを適用したインクジェットシステム、及び、インクジェットシステムを用いて有機EL表示装置を製造する製造方法は、主に有機表示装置、有機発光装置の製造プロセスに広く利用できる。

符号の説明

- [0074] 1. インクジェットシステム
- 10. INタンク
 - 11. OUTタンク
 - 12. 混合溶媒タンク
 - 13. 制御ユニット
 - 13c、14c、211c. 計時部

- 1 5、2 1 2. バルブ
- 1 0 0. インクジェット装置
- 1 0 5. インクジェットヘッド
- 1 0 8. 配管（チューブ）
- 1 0 3 0. 第1 電極（アノード）
- 1 1 0 0. 下地基板
- 1 1 6 0. 機能層（ホール輸送層）
- 1 1 7 0. 機能層（発光層）
- 1 1 9 0. 第2 電極（カソード）
- 3 0 0 0. 有機E L 表示パネル
- 1 0 0 0 0. 有機E L 表示装置

請求の範囲

[請求項1] 機能性材料と第1溶媒と前記第1溶媒よりも沸点と粘度がともに高い第2溶媒とを含むインクを負圧環境下で内部に貯留し、貯留された前記インクをノズルを通じて外部に吐出するインクジェット装置において、前記インクジェット装置内に貯留された前記インクの成分を管理するインクの成分管理方法であって、

前記第1溶媒の単位時間当たりの揮発量と前記第2溶媒の単位時間当たりの揮発量に応じた混合比率で、前記第1溶媒と同種の溶媒と、前記第2溶媒と同種の溶媒とが混合された混合溶媒を準備し、準備された前記混合溶媒を前記インクジェット装置内に貯留された前記インクに追加する、

インクの成分管理方法。

[請求項2] 前記第1溶媒と同種の溶媒の単位時間当たりの揮発量と、前記第2溶媒と同種の溶媒の単位時間当たりの揮発量との比率Rは、前記第1溶媒と同種の溶媒の室温における単位体積当たりの質量をaとし、前記第1溶媒と同種の溶媒の分子量を M_a とし、前記第1溶媒と同種の溶媒の室温における蒸気圧を P_a とし、前記第2溶媒と同種の溶媒の室温における単位体積当たりの質量をbとし、前記第2溶媒と同種の溶媒の分子量を M_b とし、前記第2溶媒と同種の溶媒の室温における蒸気圧を P_b とし、前記第1溶媒の体積と前記第2溶媒の体積の混合比をA : Bとしたとき、以下の関係式で求められる、

$$R = (A a / B b) \times (M_b / M_a) \times (P_a / P_b)$$

請求項1に記載のインクの成分管理方法。

[請求項3] 前記混合溶媒は、単位時間当たりの追加量Q1で前記インクに追加され、

前記追加量Q1は、前記混合溶媒を追加しない状態で前記インクを前記インクジェット装置内に貯留した場合の前記インクの粘度の平均時間変化率をC1とし、前記混合溶媒を前記インクに追加した場合に

前記混合溶媒の追加量に対する前記インクの粘度の平均変化率を C_2 としたとき、以下の関係式で求められる、

$$Q_1 = C_1 / C_2$$

請求項 1 に記載のインクの成分管理方法。

[請求項4]

前記インクジェット装置は、前記ノズルを有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドに連結され前記インクジェットヘッドに供給するための前記インクを貯留する I N タンクと、を備え、
前記 I N タンクに前記混合溶媒を追加することにより、前記インクジェット装置内に貯留されている前記インクに前記混合溶媒を追加する、

請求項 1 に記載のインクの成分管理方法。

[請求項5]

前記混合溶媒は、前記インクジェット装置内に貯留されている前記インクよりも高い圧力環境下で保管されている、
請求項 1 に記載のインクの成分管理方法。

[請求項6]

前記機能性材料は、高分子の有機材料である、
請求項 1 に記載のインクの成分管理方法。

[請求項7]

機能性材料と第 1 溶媒と前記第 1 溶媒よりも沸点と粘度がともに高い第 2 溶媒とを含むインクを負圧環境下で内部に貯留し、貯留された前記インクをノズルを通じて外部に吐出するインクジェット装置と、
前記インクジェット装置に配管を通じて連結され、前記第 1 溶媒の単位時間当たりの揮発量と前記第 2 溶媒の単位時間当たりの揮発量に応じた混合比率で、前記第 1 溶媒と同種の溶媒と、前記第 2 溶媒と同種の溶媒とが混合された混合溶媒を貯留する混合溶媒タンクと、
前記配管に設けられたバルブと、
前記バルブを制御することにより、前記混合溶媒タンクに貯留された前記混合溶媒を前記インクジェット装置内に追加させる制御ユニットと、
を備えるインクジェットシステム。

[請求項8] 前記第1溶媒と同種の溶媒の単位時間当たりの揮発量と、前記第2溶媒と同種の溶媒の単位時間当たりの揮発量との比率Rは、前記第1溶媒と同種の溶媒の室温における単位体積当たりの質量をaとし、前記第1溶媒と同種の溶媒の分子量を M_a とし、前記第1溶媒と同種の溶媒の室温における蒸気圧を P_a とし、前記第2溶媒と同種の溶媒の室温における単位体積当たりの質量をbとし、前記第2溶媒と同種の溶媒の分子量を M_b とし、前記第2溶媒と同種の溶媒の室温における蒸気圧を P_b とし、前記第1溶媒の体積と前記第2溶媒の体積の混合比をA:Bとしたとき、以下の関係式で求められる、

$$R = (A a / B b) \times (M_b / M_a) \times (P_a / P_b)$$

請求項7に記載のインクジェットシステム。

[請求項9] 前記混合溶媒は、単位時間当たりの追加量Q1で前記インクに追加され、

前記追加量Q1は、前記混合溶媒を追加しない状態で前記インクを前記インクジェット装置内に貯留した場合の前記インクの粘度の平均時間変化率をC1とし、前記混合溶媒を前記インクに追加した場合に前記混合溶媒の追加量に対する前記インクの粘度の平均変化率をC2としたとき、以下の関係式で求められる、

$$Q1 = C1 / C2$$

請求項7に記載のインクジェットシステム。

[請求項10] 前記インクジェット装置は、前記ノズルを有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドに連結され前記インクジェットヘッドに供給するための前記インクを貯留するINタンクと、を備え、

前記INタンクに前記混合溶媒を追加することにより、前記インクジェット装置内に貯留されている前記インクに前記混合溶媒を追加する、

請求項7に記載のインクジェットシステム。

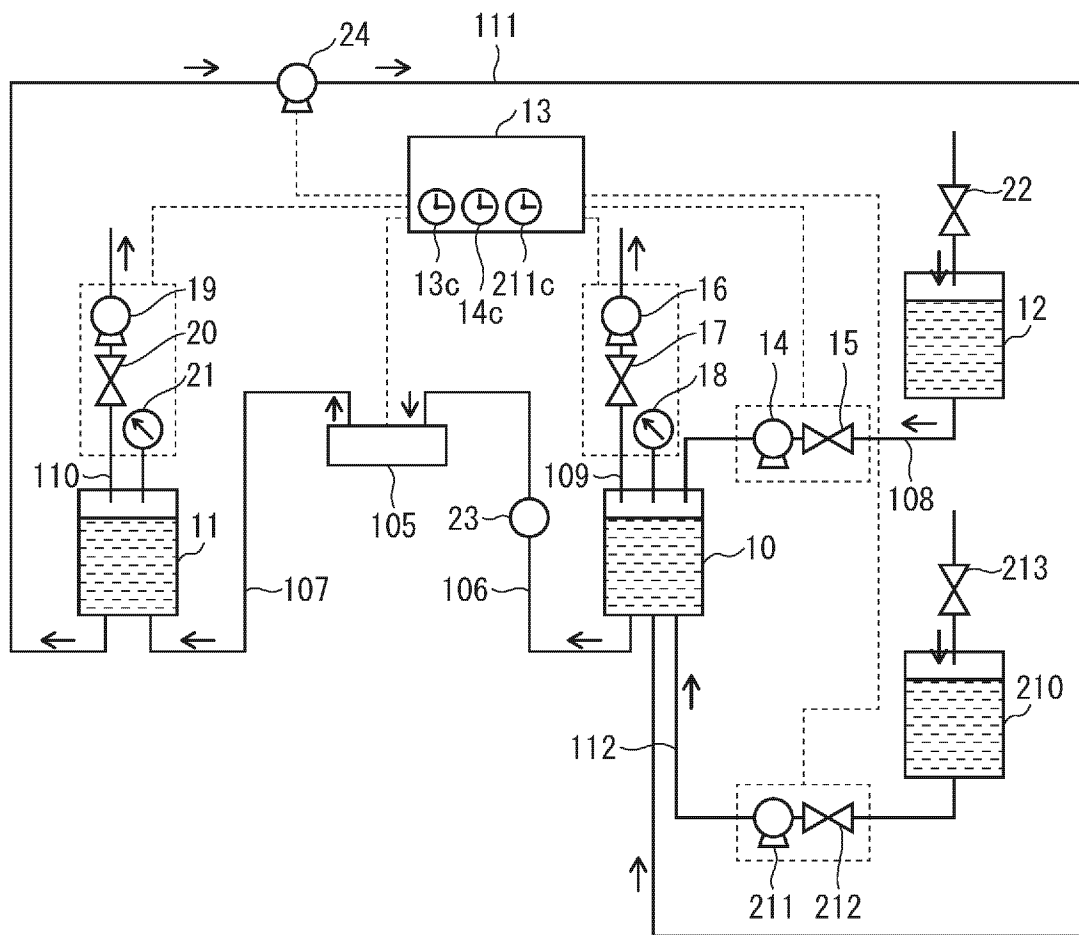
[請求項11] 前記混合溶媒は、前記インクジェット装置内に貯留されている前記

インクよりも高い圧力環境下で保管されている、請求項 7 に記載のインクジェットシステム。

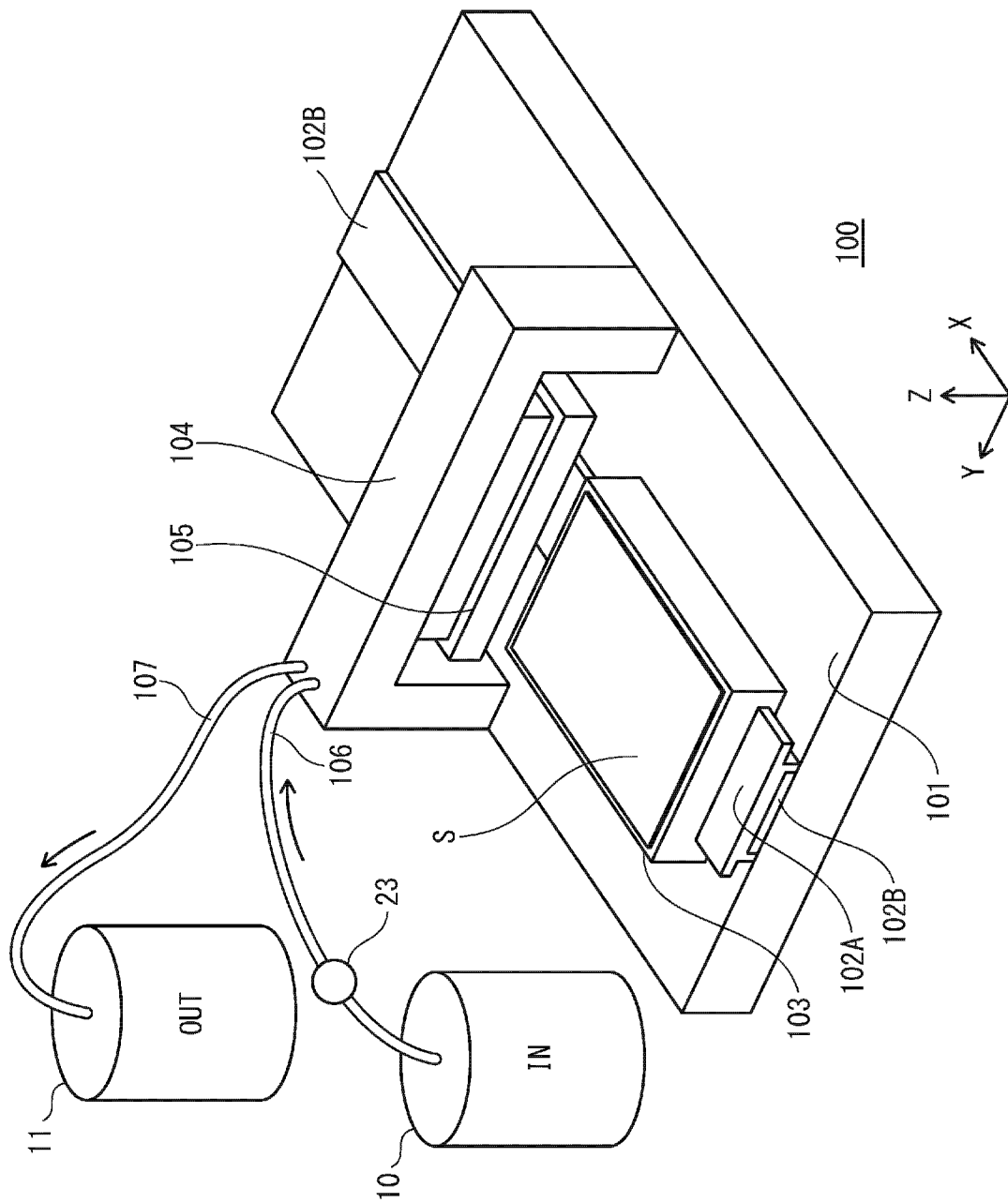
[請求項12] 前記機能性材料は、高分子の有機材料である、
請求項 7 に記載のインクジェットシステム。

[請求項13] 下地基板を準備し、
前記下地基板上に第 1 電極を形成し、
前記第 1 電極の上方に前記機能性材料で構成される機能層を、請求
項 7 に記載のインクジェットシステムを用いて形成し、
前記機能層の上方に第 2 電極を形成する、
有機 E L 表示装置の製造方法。

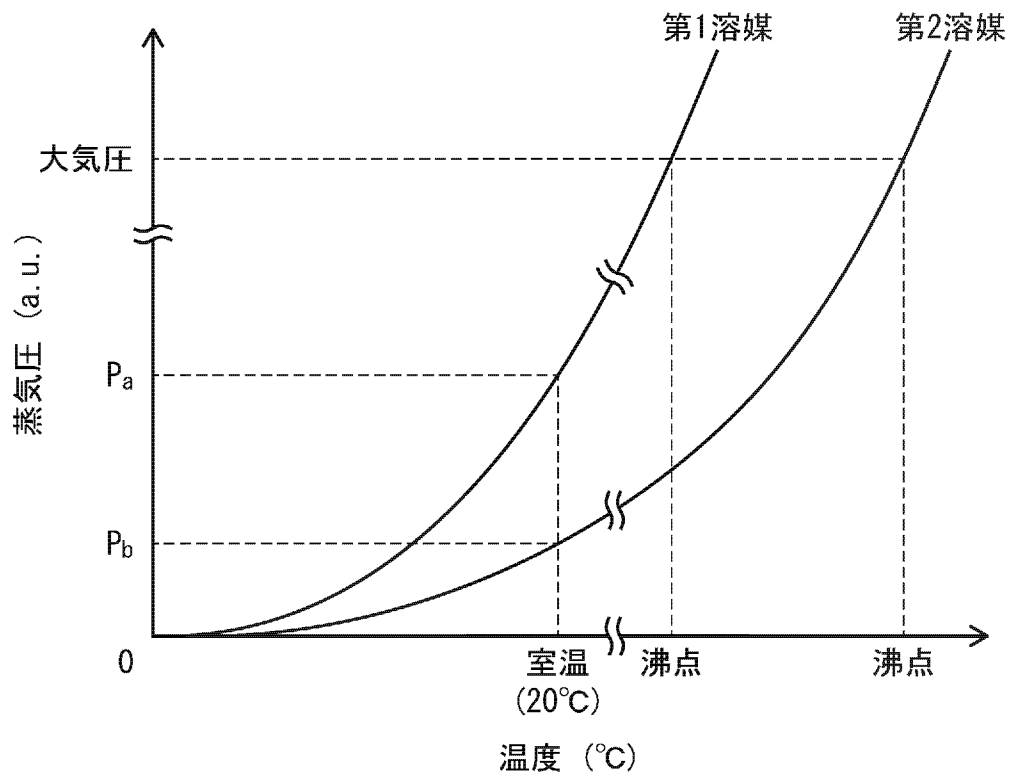
[図1]



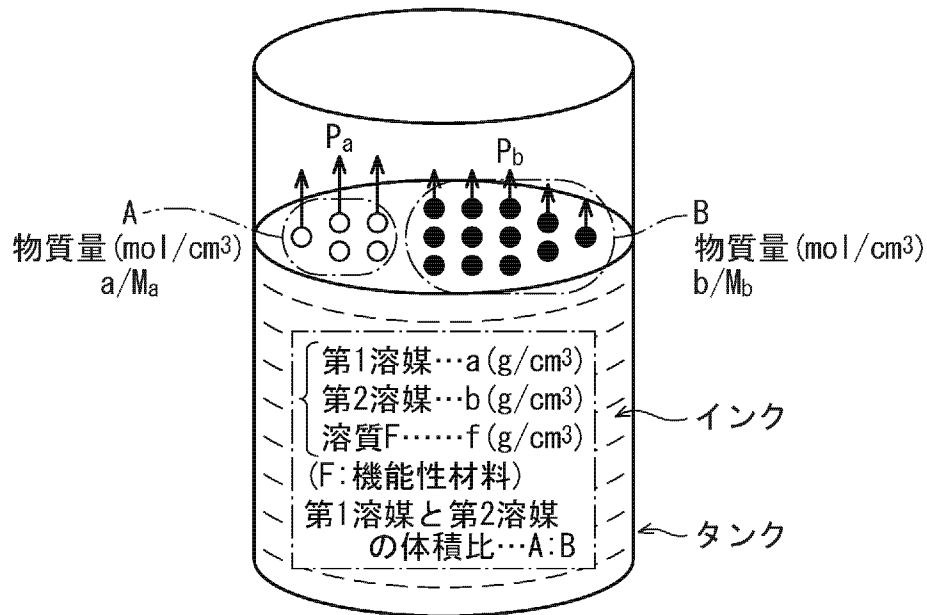
[図2]



[図3]



[図4]



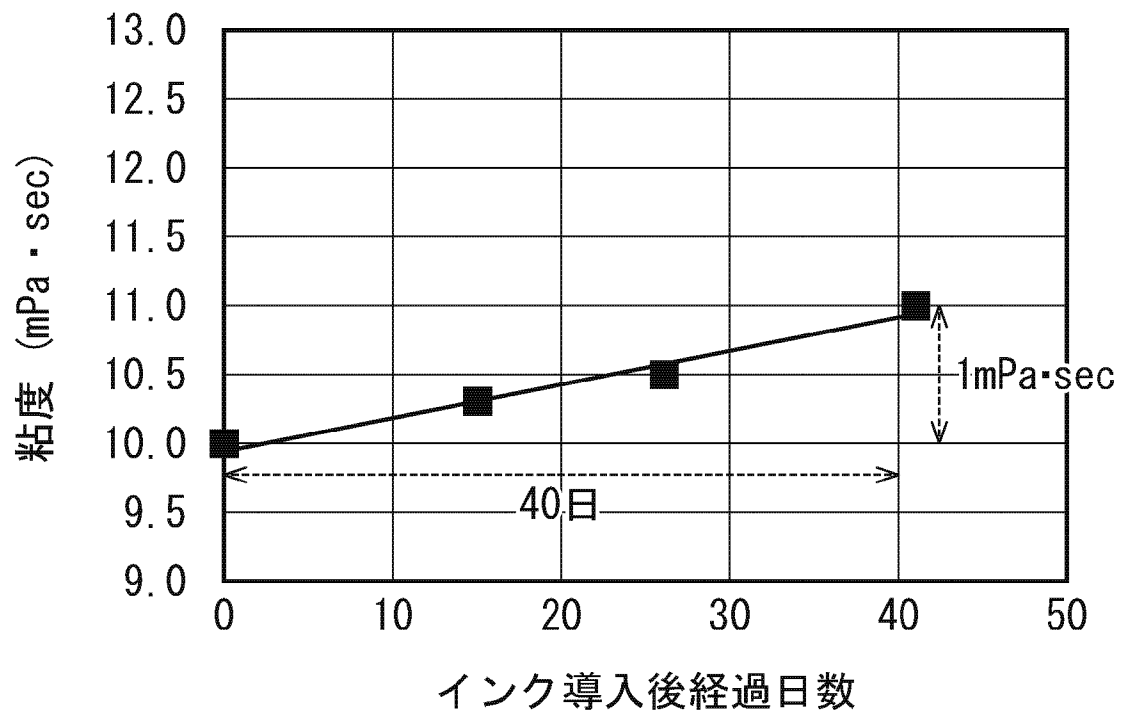
- (1) 初期状態 ($t=0$) での第1溶媒の物質質量と第2溶媒の物質質量の比率 R_n

$$R_n = (A_a/B_b) \times (M_b/M_a)$$

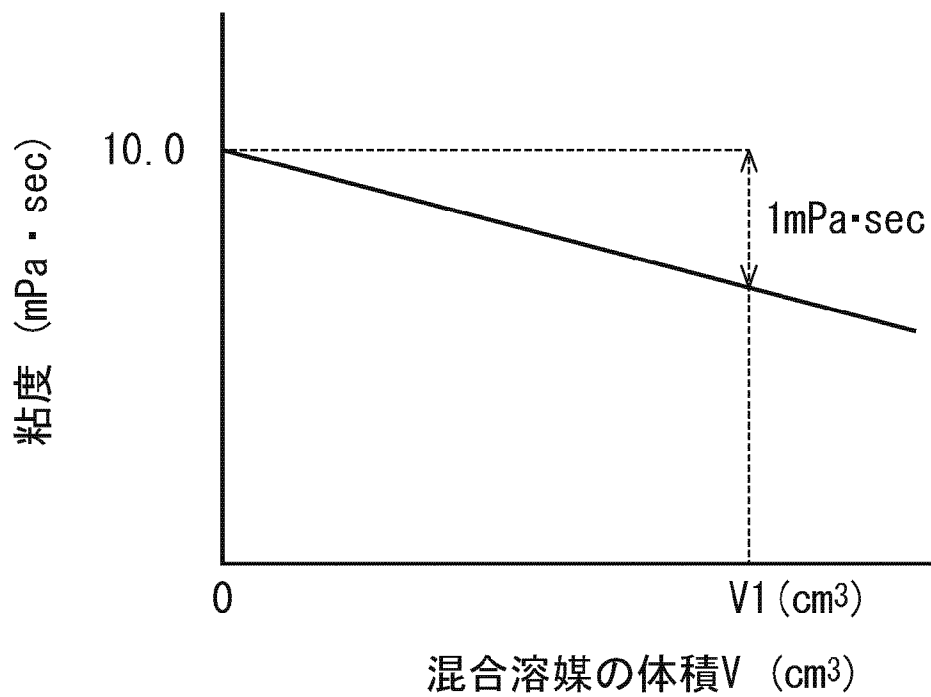
- (2) 第1溶媒の単位時間当たりの揮発量と第2溶媒の単位時間当たりの揮発量の比率 R

$$R = (A_a/B_b) \times (M_b/M_a) \times (P_a/P_b)$$

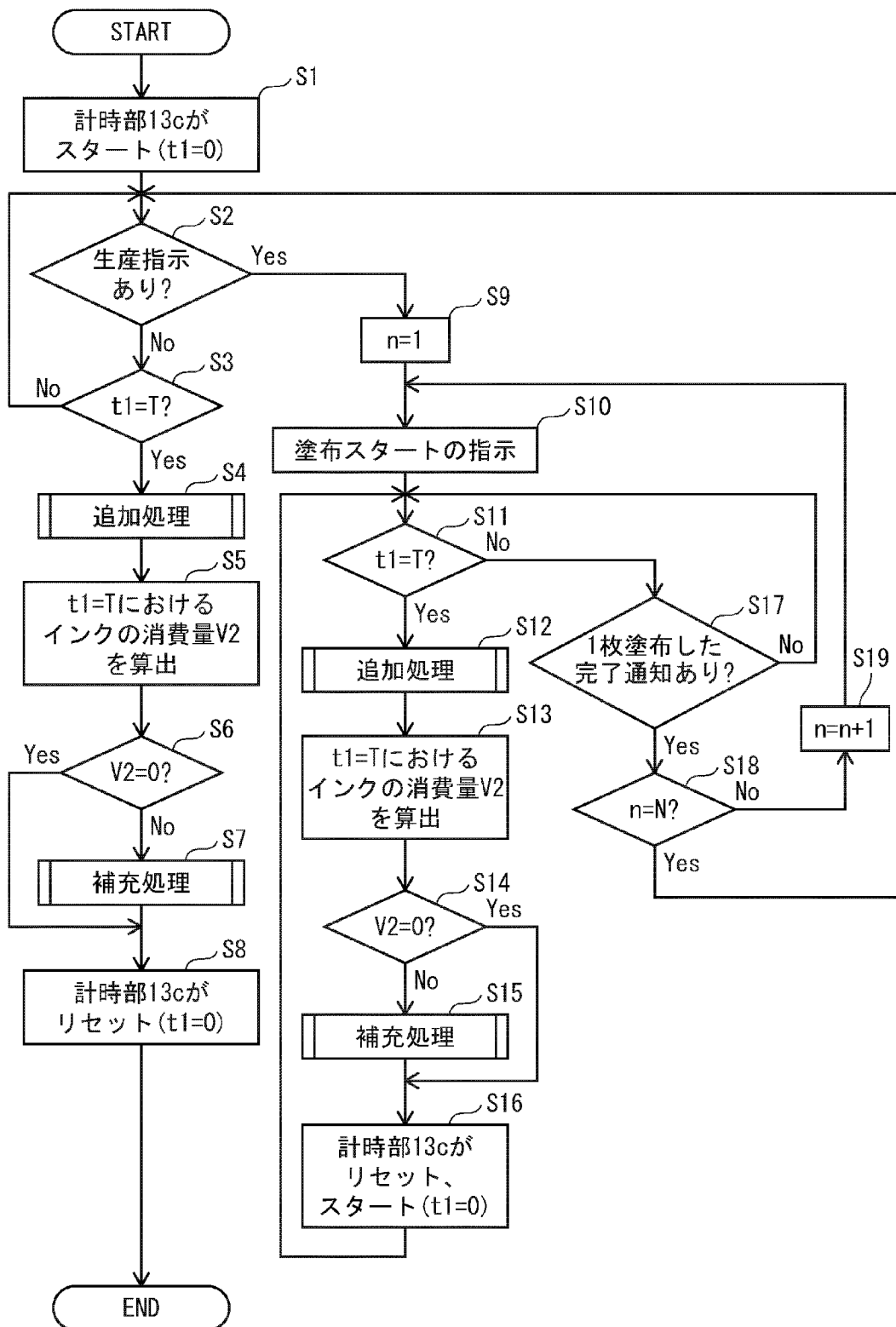
[図5]



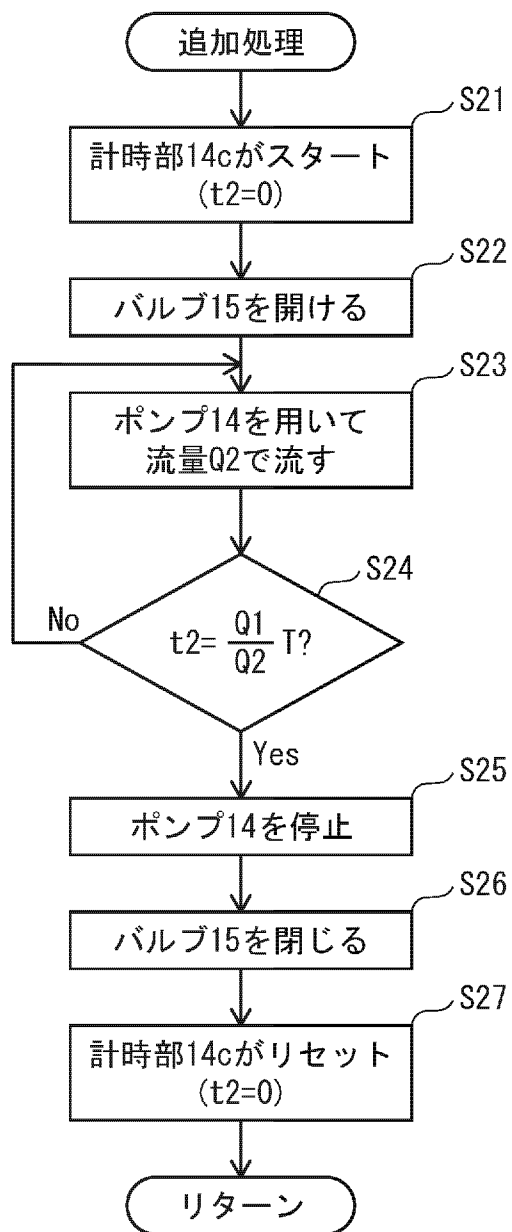
[図6]



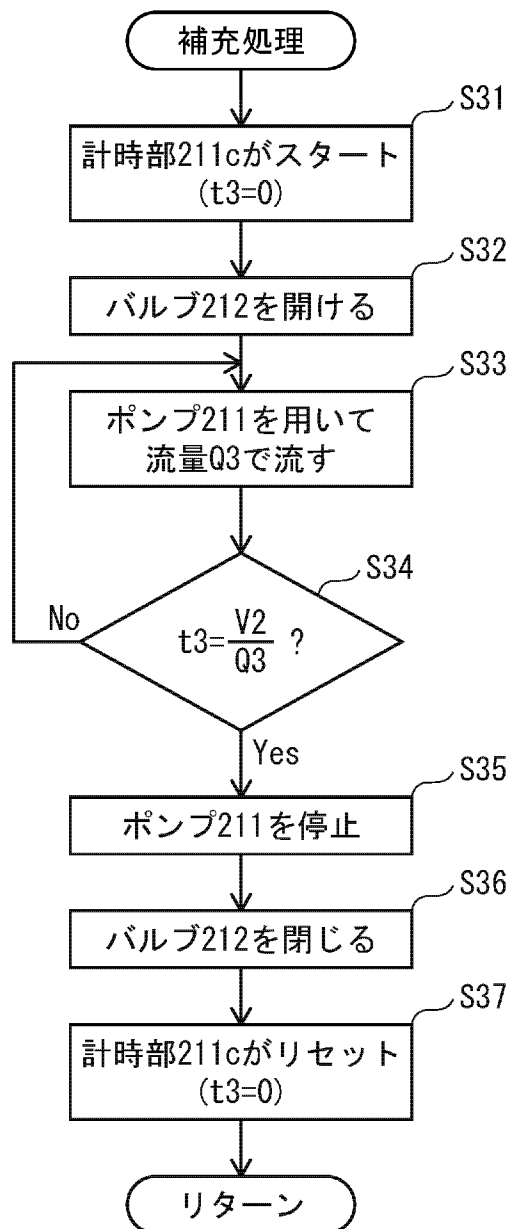
[図7]



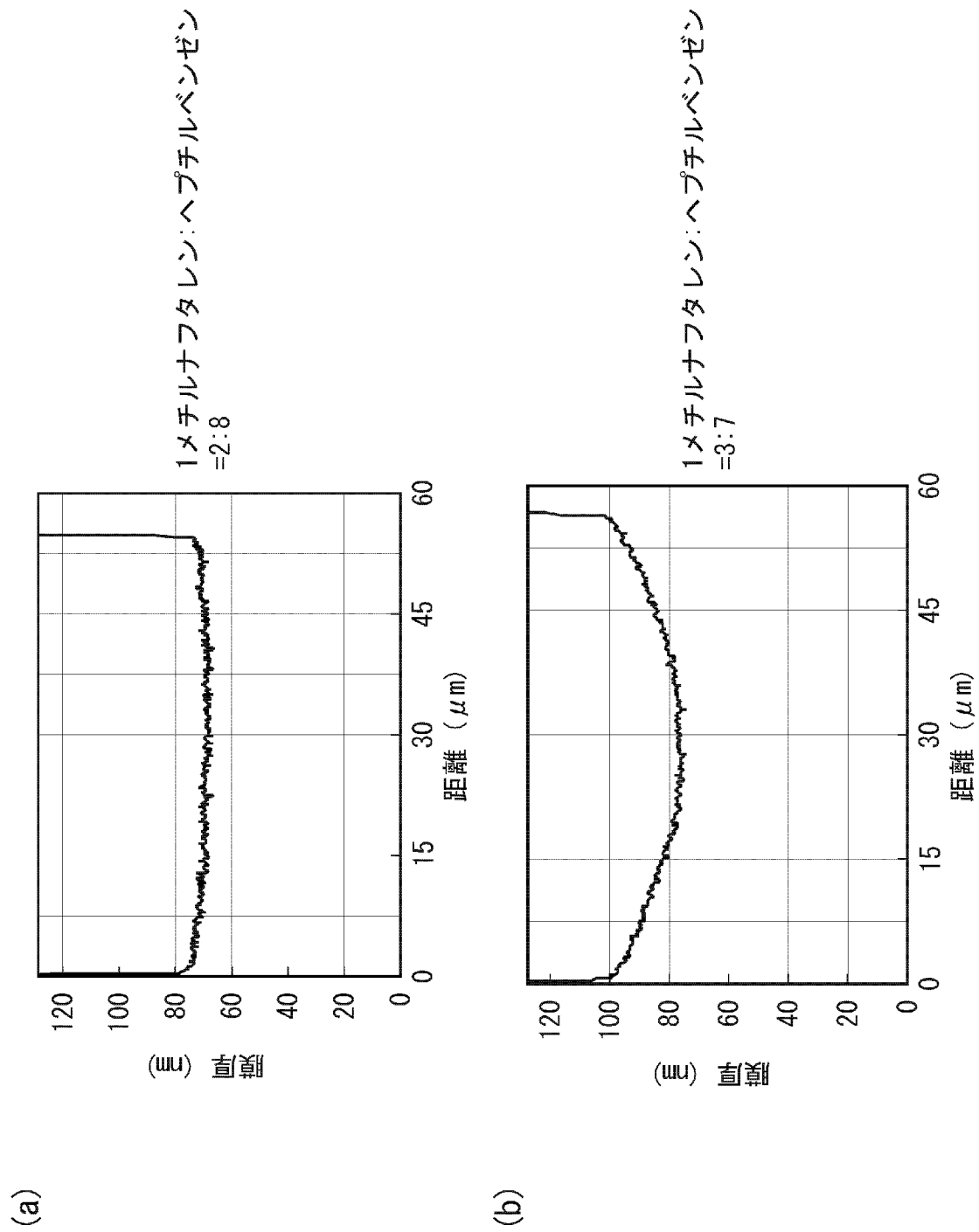
[図8]



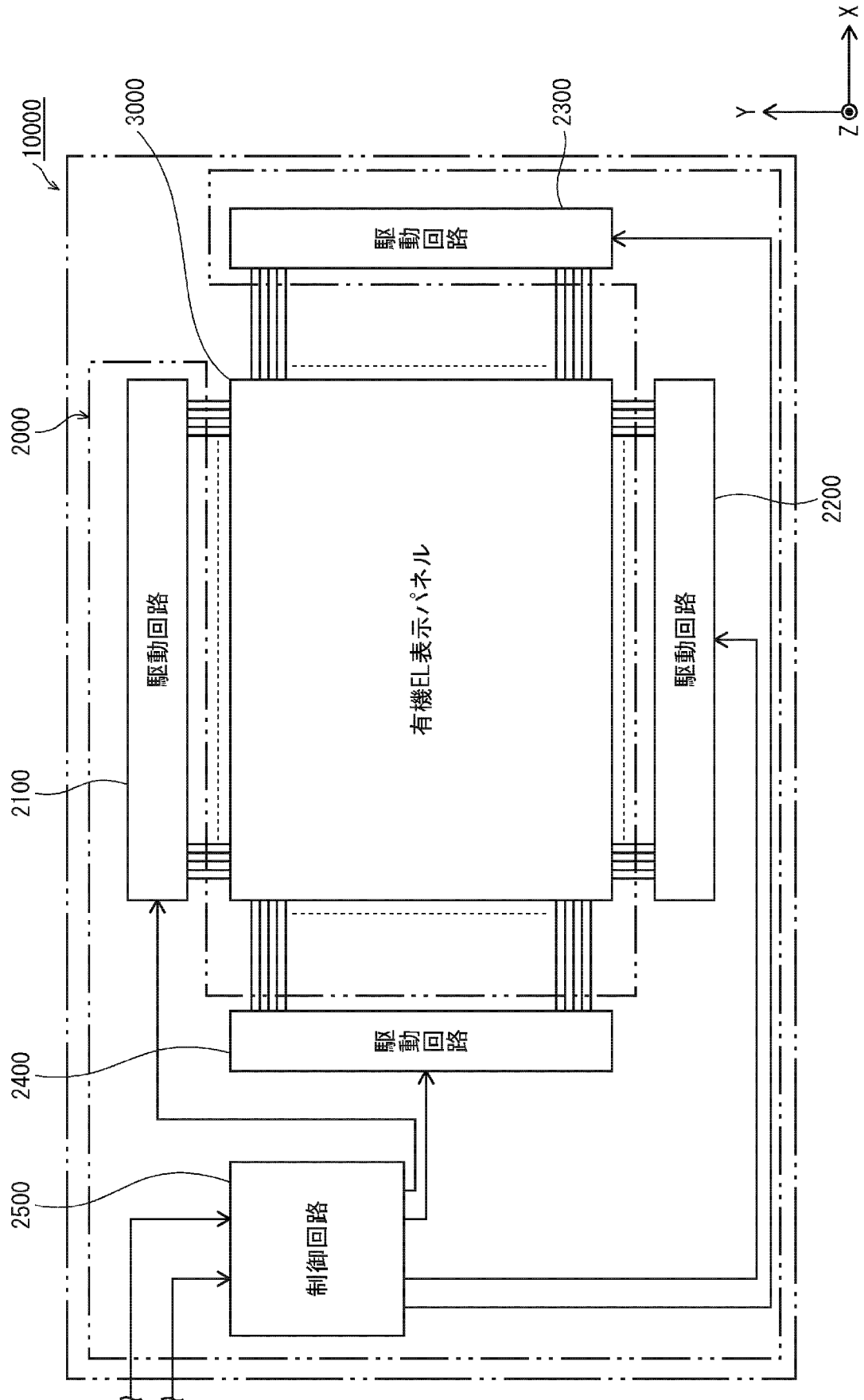
[図9]



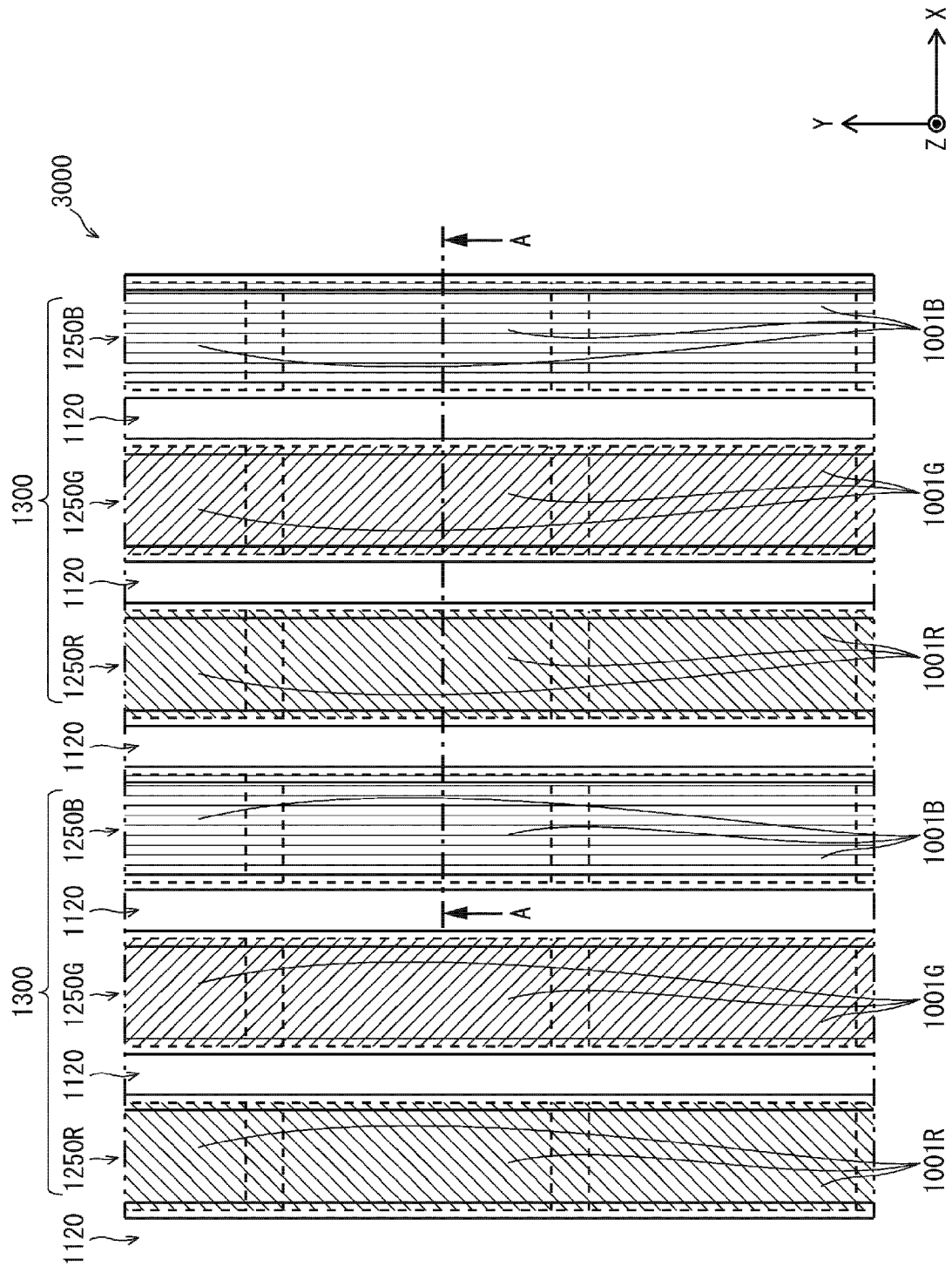
[図10]



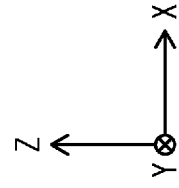
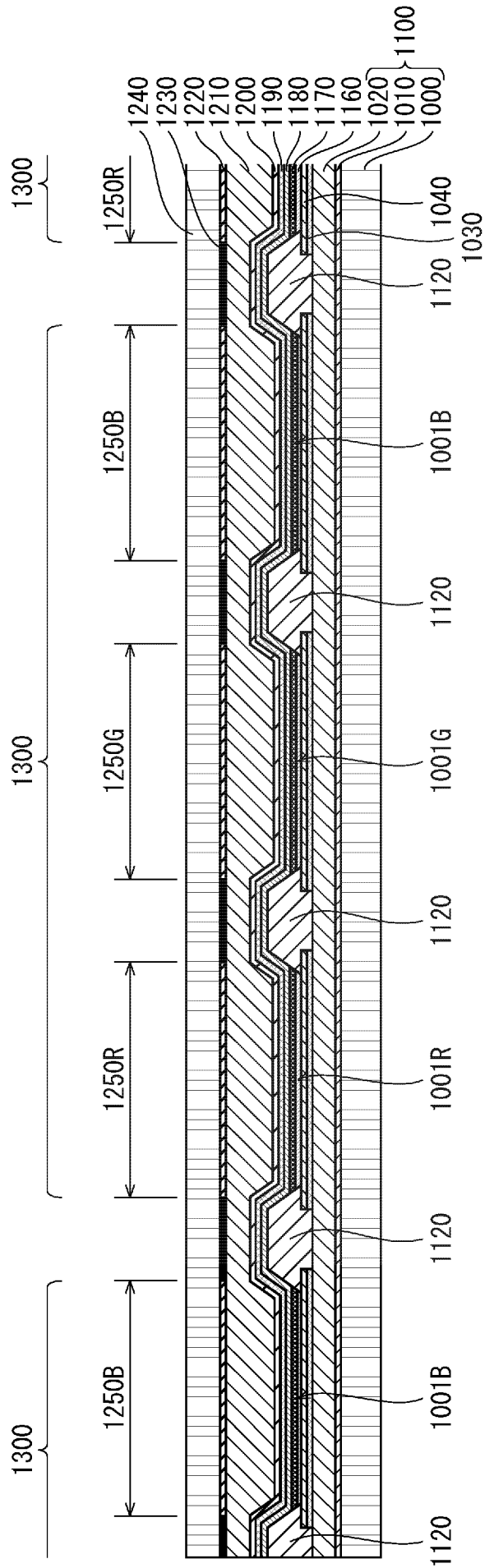
[図11]



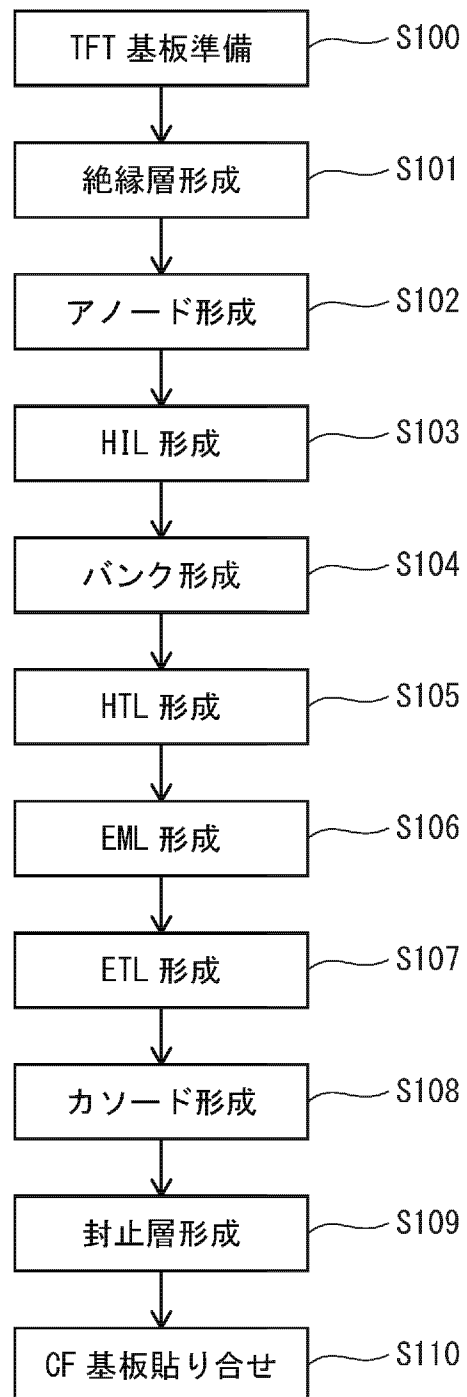
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003193

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B05D1/26(2006.01)i, B05D3/00(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(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)

B05D1/26, B05D3/00, H01L51/50, H05B33/10

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y A	JP 2003-282246 A (Seiko Epson Corp.), 03 October 2003 (03.10.2003), claims 1 to 14; paragraphs [0039] to [0076]; fig. 1, 4 (Family: none)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 11
Y A	JP 2004-119351 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 15 April 2004 (15.04.2004), claim 1; paragraphs [0027] to [0028] (Family: none)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 11
Y A	JP 2010-188316 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 02 September 2010 (02.09.2010), paragraphs [0034] to [0050]; fig. 1 (Family: none)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 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
03 September 2015 (03.09.15)

Date of mailing of the international search report
15 September 2015 (15.09.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003193

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-16911 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 26 January 2012 (26.01.2012), paragraphs [0016] to [0019] (Family: none)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 11
Y A	JP 3121757 U (Riso Kagaku Corp.), 25 May 2006 (25.05.2006), paragraphs [0001] to [0011] (Family: none)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B05D1/26(2006.01)i, B05D3/00(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B05D1/26, B05D3/00, H01L51/50, H05B33/10

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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
Y A	JP 2003-282246 A（セイコーエプソン株式会社）2003. 10. 03, [請求項 1] - [請求項 14], 段落 [0039] - [0076], [図 1], [図 4] (ファミリーなし)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 11
Y A	JP 2004-119351 A（大日本スクリーン製造株式会社）2004. 04. 15, [請求項 1], 段落 [0027] - [0028] (ファミリーなし)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 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

03.09.2015

国際調査報告の発送日

15.09.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号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）

素川 慎司

20

4844

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2010-188316 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2010.09.02, 段落 [0034] - [0050] , [図 1] (ファミリーなし)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 11
Y A	JP 2012-16911 A (株式会社日立産機システム) 2012.01.26, 段落 [0016] - [0019] (ファミリーなし)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 11
Y A	JP 3121757 U (理想科学工業株式会社) 2006.05.25, 段落 [0001] - [0011] (ファミリーなし)	1, 4, 6-7, 10, 12-13 2-3, 5, 8-9, 11