

(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
2012 年 8 月 30 日(30.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/114567 A1

- (51) 国際特許分類:
F26B 13/10 (2006.01) *H01M 4/04* (2006.01)
B05C 9/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/069629
- (22) 国際出願日: 2011 年 8 月 30 日(30.08.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-038875 2011 年 2 月 24 日(24.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 大日本スクリーン製造株式会社 ((5/5)DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の 1 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 山越 潤一 (YAMAGOSHI Junichi) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内 Kyoto (JP). 田中 巖 (TANAKA Iwao) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る

4 丁目天神北町 1 番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内 Kyoto (JP). 市邊 伸夫 (ICHINOBE Nobuo) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内 Kyoto (JP). 神田 寛行(KANDA Hiroyuki) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内 Kyoto (JP).

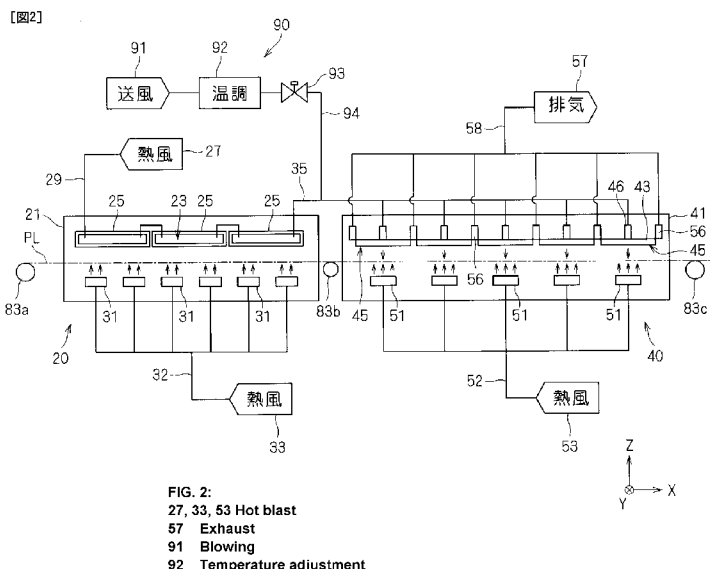
(74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見 1 丁目 4 番 7 0 号住友生命 O B P プラザビル 1 0 階 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, 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.

[続葉有]

(54) Title: DRYING MACHINE AND THERMAL PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 乾燥装置および熱処理システム



(57) Abstract: A substrate (5) on which a coated film is formed by means of a coating process is transported from a preheating unit (20) to a drying unit (40), and is dried. The preheating unit (20) does not blow hot air directly from above the substrate (5) immediately after the coated film has been formed thereon; instead, the coated film is preheated by infrared radiation and the intermittent blowing of hot air from below. The drying unit (40) promotes the evaporation of a solvent by blowing hot air directly from above and below the preheated substrate (5). Furthermore, the hot air that has sequentially passed through three ventilation boxes (25) in the preheating unit (20) is guided by a ventilation duct (35) to upper hot air emission units (45) of the drying unit (40), and the hot air that was used to heat the ceramic plates in the preheating unit (20) is reused in the drying unit (40).

(57) 要約: 塗布処理によって塗布膜が形成された基材 5 が予熱部 20 から乾燥部 40 へと搬送されて乾燥される。予熱部 20 は、塗布直後の塗布膜が形成されている基材 5 の上方から直接熱風を吹き付けるのではなく、赤外線放射および下方からの間接的な熱風吹き付けによって塗布膜を予熱している。乾燥部 40 は、予熱後の基材 5 に対して上下の双方から直接熱風を吹き付けることによって溶剤の蒸発を促進している。また、予熱部 20 にて 3 つの通気ボックス 25 を順次通過した熱風を導風管 35 によって乾燥部 40 の上側熱風噴出部 45 に導き、予熱部 20 にてセラミックプレートを加熱するのに使用された熱風を乾燥部 40 にて再利用している。



(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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：乾燥装置および熱処理システム

技術分野

[0001] 本発明は、基材の上に形成された化学電池材料などの塗布膜の乾燥装置、および、該乾燥装置を組み込んだ熱処理システムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、リチウムイオン電池などの化学電池の製造においては、基材としての金属箔の上に比較的高粘度の電極材料の塗布膜を形成し、その塗布膜の乾燥処理が行われている。このような化学電池の製造において基材の上に形成する塗布膜の膜厚は、半導体デバイスなどの製造において基板上に形成するレジスト膜と比較して顕著に厚い。これ以外にも、電子材料の絶縁膜や保護膜などの塗布膜の膜厚も比較的に厚いものである。

[0003] かかる厚い塗布膜を高温に加熱して急速に乾燥させると、塗布膜の表層のみが乾燥して内部は十分に乾燥していないという問題が生じる。また、急速に乾燥させた結果として最悪の場合、塗布膜に亀裂が発生することもある。このため、特許文献1には、乾燥処理の初期の段階では3 m/秒以下の弱風を吹き付けて塗布膜を乾燥させることにより亀裂の発生を防止する技術が開示されている。また、特許文献2には、塗布膜を形成した基板の下方から熱風を吹き付けて加熱しつつ、上方から冷風を吹き付けることによって均一な乾燥処理を行う技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平8－111222号公報

特許文献2：特開2009－81182号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に開示される技術では塗布膜に吹き付ける風速

を抑制しているために加熱効率が低い。また、特許文献2に開示される技術でも上方から冷風を吹き付けているために加熱効率が低い。このため、塗布膜を完全に乾燥させるのに要する時間が長くなるとともに、熱風の消費量も増大するという問題があった。

[0006] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、熱風消費量の増大を抑制しつつ、塗布膜を効率良く乾燥させることができる乾燥装置および該乾燥装置を組み込んだ熱処理システム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

[0007] 上記課題を解決するため、この発明の第1の態様に係る乾燥装置は、基材の上に形成された塗布膜の乾燥処理を行う乾燥装置において、前記塗布膜の予熱を行う予熱部と、前記塗布膜を加熱して溶剤を蒸発させる乾燥部と、前記予熱部から前記乾燥部に向けて基材を搬送する搬送手段と、を備え、前記予熱部は、前記搬送手段によって基材が搬送される搬送経路の下側に設けられ、基材の下方より熱風を吹き付ける第1熱風噴出部と、前記搬送経路の上側に設けられ、気体が通過可能な通気部を備えた通気ボックスと、前記通気部に熱風を送給して前記通気ボックスを加熱する熱風送給手段と、を備え、前記乾燥部は、前記搬送経路の下側に設けられ、基材の下方より熱風を吹き付ける第2熱風噴出部と、前記搬送経路の上側に設けられ、基材の上方より熱風を吹き付ける第3熱風噴出部と、を備え、前記熱風送給手段から送給されて前記通気部を通過した熱風を前記第3熱風噴出部に導く導風部を備えるとともに、前記第3熱風噴出部は前記通気部から排出された熱風を基材に吹き付けることを特徴とする。

[0008] また、第2の態様に係る乾燥装置は、第1の態様に係る乾燥装置において、前記通気ボックスの下面に、加熱されることによって赤外線を放射するセラミックプレートを備えることを特徴とする。

[0009] また、第3の態様に係る乾燥装置は、第1または第2の態様に係る乾燥装置において、前記熱風送給手段が前記通気部に送給する熱風の温度は前記第1熱風噴出部が基材に吹き付ける熱風の温度よりも高温であることを特徴と

する。

[0010] また、第４の態様に係る乾燥装置は、第１から第３のいずれかの態様に係る乾燥装置において、前記第３熱風噴出部は、前記搬送経路と平行に設けられた整流板と、前記導出部から導かれた熱風を前記整流板の一部から基材に向けて噴出する噴出ヘッドと、を備えることを特徴とする。

[0011] また、第５の態様に係る乾燥装置は、第４の態様に係る乾燥装置において、前記整流板の下面に、加熱されることによって赤外線を放射するセラミックプレートを備えることを特徴とする。

[0012] また、第６の態様に係る乾燥装置は、第４または第５の態様に係る乾燥装置において、前記噴出ヘッドと前記第２熱風噴出部とが相対向して配置されることを特徴とする。

[0013] また、第７の態様に係る乾燥装置は、第１から第６のいずれかの態様に係る乾燥装置において、前記通気部から前記導風部を経て前記第３熱風噴出部に導かれる熱風を温調する温調手段をさらに備えることを特徴とする。

[0014] また、第８の態様に係る乾燥装置は、第１から第７のいずれかの態様に係る乾燥装置において、前記搬送手段は、加熱されたローラを含むことを特徴とする。

[0015] また、第９の態様に係る乾燥装置は、第１から第８のいずれかの態様に係る乾燥装置において、前記第２熱風噴出部および前記第３熱風噴出部が吹き付ける熱風の温度よりも高温の熱風を基材に吹き付けるアニール部をさらに備えることを特徴とする。

[0016] また、第１０の態様に係る熱処理システムは、基材の上に塗布液を塗布して塗布膜を形成する塗布処理部と、第１から第９のいずれかの態様に係る乾燥装置と、乾燥処理後の基材を冷却する冷却部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0017] 第１から第９の態様に係る乾燥装置および第１０の態様に係る熱処理システムによれば、予熱部にて塗布膜に直接熱風を吹き付けることなく予熱を行

った後、乾燥部にて塗布膜に上下双方から熱風を吹き付けるため、塗布膜の急速な乾燥に起因した不具合を抑制しつつも、塗布膜を効率良く乾燥させることができる。また、熱風送給手段から送給されて通気部を通過した熱風を第3熱風噴出部に導く導風部を備えるとともに、第3熱風噴出部は通気部から排出された熱風を基材に吹き付けるため、通気部を通過した熱風を乾燥部で再利用することとなり、熱風消費量の増大を抑制することができる。

[0018] 特に、第2の態様に係る乾燥装置によれば、通気ボックスの下面に、加熱されることによって赤外線を放射するセラミックプレートを用意するため、予熱部にて塗布膜の内部から均一に加熱することができる。

[0019] 特に、第4の態様に係る乾燥装置によれば、第3熱風噴出部が、搬送経路と平行に設けられた整流板と、導出部から導かれた熱風を整流板の一部から基材に向けて噴出する噴出ヘッドと、を用意するため、整流板と基材との間を熱風が流れることとなり、基材の上に形成された塗布膜を効率良く乾燥させることができる。

[0020] 特に、第5の態様に係る乾燥装置によれば、整流板の下面に、加熱されることによって赤外線を放射するセラミックプレートを用意するため、乾燥部にて塗布膜の内部から均一に加熱することができる。

[0021] 特に、第6の態様に係る乾燥装置によれば、噴出ヘッドと第2熱風噴出部とが相対向して配置されるため、基材の上下面の同じ位置に上下から風圧が作用することとなり、基材の搬送を安定させることができる。

[0022] 特に、第7の態様に係る乾燥装置によれば、通気部から導風部を経て第3熱風噴出部に導かれる熱風を温調する温調手段を用意するため、第3熱風噴出部から基材に吹き付ける熱風の温度を調節することができる。

[0023] 特に、第8の態様に係る乾燥装置によれば、搬送手段が加熱されたローラを含むため、予熱部および乾燥部における塗布膜の加熱を補助することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]図1は、本発明に係る乾燥装置を組み込んだ熱処理システムの全体構成

を示す図である。

[図2]図2は、予熱部および乾燥部の構成を示す図である。

[図3]図3は、予熱部の構成を示す図である。

[図4]図4は、予熱部の構成を示す図である。

[図5]図5は、乾燥部の構成を示す図である。

[図6]図6は、乾燥部の構成を示す図である。

[図7]図7は、上側熱風噴出部の斜視図である。

[図8]図8は、上側熱風噴出部の縦断面図である。

[図9]図9は、アニール部の構成を示す図である。

[図10]図10は、冷却部の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

[0026] 図1は、本発明に係る乾燥装置を組み込んだ熱処理システム1の全体構成を示す図である。なお、図1および以降の各図にはそれらの方向関係を明確にするためZ軸方向を鉛直方向とし、XY平面を水平面とするXYZ直交座標系を適宜付している。また、図1および以降の各図においては、理解容易のため、必要に応じて各部の寸法や数を誇張または簡略化して描いている。

[0027] この熱処理システム1は、基材としての金属箔の上に電極材料である活物質の塗布膜を形成し、その塗布膜の乾燥処理を行ってリチウムイオン二次電池の電極製造を行う装置である。熱処理システム1は、塗布処理部10、予熱部20、乾燥部40、アニール部60、冷却部70および搬送機構80を備える。また、熱処理システム1は、塗布処理部10に電極材料の塗布液を送給するポンプユニット15および電源等を収納する電装ボックス9を備える。

[0028] 基材5は、リチウムイオン二次電池の集電体として機能する金属箔である。熱処理システム1にてリチウムイオン二次電池の正極を製造する場合には、基材5として例えばアルミニウム箔(Al)を用いることができる。また、熱処理システム1にて負極を製造する場合には、基材5として例えば銅箔

(Cu)を用いることができる。基材5は長尺のシート状の金属箔であり、その幅および厚さについては特に限定されるものではないが、例えば幅600mm～700mm、厚さ10 μ m～20 μ mとすることができる。

[0029] 長尺の基材5は、巻き出しローラ81から送り出されて巻き取りローラ82によって巻き取られることにより、塗布処理部10、予熱部20、乾燥部40、アニール部60、冷却部70の順に搬送される。搬送機構80は、これら巻き出しローラ81および巻き取りローラ82と複数の補助ローラ83a～83eとを備えて構成される。なお、補助ローラ83a～83eの個数および配置については、図1の例に限定されるものではなく、必要に応じて適宜に増減することができる。

[0030] 塗布処理部10は、塗布ノズル11およびバックアップローラ12を備える。バックアップローラ12に押圧支持された状態で走行する基材5の表面に塗布ノズル11から電極材料である活物質の溶液を塗布する。熱処理システム1にて正極を製造する場合には、塗布ノズル11から正極材料として、例えば正極活物質であるコバルト酸リチウム(LiCoO₂)、導電助剤であるカーボン(C)、結着剤であるポリフッ化ビニリデン(PVDF)、溶剤であるN-メチル-2-ピロリドン(NMP)の混合液を基材5に塗布する。コバルト酸リチウムに代えて、正極活物質としてニッケル酸リチウム(LiNiO₂)、マンガン酸リチウム(LiMn₂O₄)、磷酸鉄リチウム(LiFePO₄)などを用いることもできる。

[0031] 一方、熱処理システム1にて負極を製造する場合には、塗布ノズル11から負極材料として、例えば負極活物質である黒鉛(グラファイト)、結着剤であるPVDF、溶剤であるNMPの混合液を基材5に塗布する。黒鉛に代えて、負極活物質としてハードカーボン、チタン酸リチウム(Li₄Ti₅O₁₂)、シリコン合金、スズ合金などを用いることもできる。また、正極材料および負極材料の双方において、結着剤としてPVDFに代えてスチレンーブタジエンゴム(SBR)などを使用することができ、溶剤としてNMPに代えて水(H₂O)などを使用することができる。さらに、結着剤としてSBR

、溶剤として水を用いる場合には、増粘剤としてカルボキシメチルセルロース（CMC）を併用することもできる。

[0032] 塗布ノズル11としては、基材5の幅方向に沿ってスリット状の吐出口を設けたスリットノズルを用いることができる。塗布ノズル11は、ポンプユニット15から送給された電極材料の塗布液を吐出口から吐出して走行する基材5に塗布し、基材5の表面に電極材料の塗布膜を形成する。塗布処理部10において基材5の表面に形成される電極材料の塗布膜の厚さは数百ミクロンであり、基材5の厚さの10倍以上である。このような比較的厚い塗布膜を形成したとしても、電極材料は1Pa・s（パスカル秒）以上の粘度を有する高粘度のスラリーであるため、直ちに液ダレ等が生じることは無い。塗布処理部10にて電極材料の塗布膜が形成された基材5は搬送機構80によって予熱部20、乾燥部40、アニール部60、冷却部70に順に搬送されて塗布膜の乾燥処理が行われる。

[0033] 本実施形態の熱処理システム1には、基材5の上に形成された電極材料の塗布膜を加熱する3つのゾーンが設けられている。上流から順に第1の加熱ゾーンである予熱部20は、基材5の上に形成された塗布膜を緩やかに昇温させる予熱を行う。また、第2の加熱ゾーンである乾燥部40は、主たる乾燥処理を行う処理部であり、予熱部20にて予熱された塗布膜を加熱して溶剤を蒸発させる。さらに、アニール部60は、塗布膜をより高温に加熱し、塗布膜に残留している溶剤を除去するとともに、乾燥部40での乾燥処理で塗布膜中に発生した歪みおよび残留応力を除去する。

[0034] 図2は予熱部20および乾燥部40の構成を示す図である。また、図3および図4は予熱部20の構成を示す図である。図4は、図3のA-A断面から見た図である。予熱部20は、両端に開口が形成された筐体21の内側に通気ボックス25および熱風噴出部31（第1熱風噴出部）を備える。また、予熱部20は、通気ボックス25に熱風を送給する熱風送風部27および熱風噴出部31に熱風を送給する熱風送風部33を備える。

[0035] 筐体21は、搬送機構80によって基材5が搬送される搬送経路PLを囲

むように設けられている。筐体 21 の両端には、基材 5 が通過するための開口が形成されている。筐体 21 の内側において、搬送経路 PL の下側には、複数の熱風噴出部 31（本実施形態では 6 個）が基材 5 の搬送方向（X 方向）に沿って設けられる。また、筐体 21 の内側において、搬送経路 PL の上側には、複数の通気ボックス 25（本実施形態では 3 個）が基材 5 の搬送方向に沿って設けられる。予熱部 20 の筐体 21 の長さ（炉長）は特に限定されるものではないが、本実施形態では約 1000 mm としている。

[0036] 各熱風噴出部 31 は、図示を省略する複数の噴出孔を上側に向けて備えている。熱風噴出部 31 は、配管 32 を介して熱風送風部 33 と連通接続されている。熱風送風部 33 は、ヒータおよび送風機を備えており、加熱した空気を熱風として熱風噴出部 31 に送給する。複数の熱風噴出部 31 は、熱風送風部 33 から送給された熱風を噴出孔から上側の搬送経路 PL に向けて噴出する。

[0037] 各通気ボックス 25 は中空の箱であり、その中空部分が気体が通過可能な通気部 23 とされている。通気ボックス 25 は耐熱性に優れた金属材料（例えば、ステンレススチール）にて形成されている。本実施形態では、3 個の通気ボックス 25 が基材 5 の搬送方向に沿って直列に接続されている。すなわち、基材 5 の搬送方向に沿って最も上流側（図 2，3 で最も左側）の通気ボックス 25 と中央の通気ボックス 25 とが連結管 28 で接続され、同様に中央の通気ボックス 25 と最も下流側の通気ボックス 25 とが連結管 28 で接続されている。このため、3 つの通気ボックス 25 の通気部 23 は連結管 28 を介して互いに連通接続されている。

[0038] また、最も上流側の通気ボックス 25 は、送風配管 29 を介して熱風送風部 27 と連通接続されている。熱風送風部 27 は、ヒータおよび送風機を備えており、ヒータにて加熱した空気を送風機によって熱風として送風配管 29 に送り出す。送風配管 29 に送り出された熱風は最も上流側の通気ボックス 25 の通気部 23 に流入し、次いで 1 番目の連結管 28 を通過して中央の通気ボックス 25 の通気部 23 に流入し、さらに 2 番目の連結管 28 を通過

して最も下流側の通気ボックス２５の通気部２３に流入する（図３）。熱風送風部２７が各通気ボックス２５の通気部２３に熱風を流すことによって、その通気ボックス２５が加熱される。最も下流側の通気ボックス２５の通気部２３に流入した熱風は、導風管３５に送り出されて乾燥部４０の上側熱風噴出部４５に供給されることとなるが、これについてはさらに後述する。

[0039] ３個の通気ボックス２５のそれぞれの下面には、加熱されることによって赤外線を放射するセラミックプレート２４が設けられている。セラミックプレート２４は、通気ボックス２５の下面の全面にセラミック溶射を行うことによって形成すれば良い。セラミックプレート２４を構成するセラミック材料としては、アルミナ系、チタニア系、ジルコニア系等の加熱されることによって赤外線を放射するもの、または、これらの混合物を用いることができる。このようなセラミック材料にて構成されたセラミックプレート２４は、加熱されて昇温することによって遠赤外線を放射する。なお、通気ボックス２５の下面およびセラミックプレート２４には気体の噴出孔等は設けられていないため、通気部２３に流入した熱風が通気ボックス２５の下面から噴出されることはない。

[0040] 塗布処理部１０にて電極材料の塗布膜が形成された基材５は、搬送機構８０によって搬送経路ＰＬに沿って予熱部２０に搬送される。図２および図３の（－Ｘ）側から（＋Ｘ）側に向けて基材５が予熱部２０を通過する際に、基材５の上に形成された塗布膜は熱風噴出部３１からの熱風噴出およびセラミックプレート２４からの赤外線放射によって加熱される。すなわち、熱風送風部３３から熱風が送給された熱風噴出部３１が基材５の下方より熱風を吹き付けることによって、直接的には基材５が加熱され、その基材５からの熱伝導によって電極材料の塗布膜が加熱される。また、熱風送風部２７から送給された熱風が３個の通気ボックス２５の通気部２３に流れることによって、各通気ボックス２５の下面に設けられたセラミックプレート２４が加熱され、そのセラミックプレート２４から基材５の上に形成された塗布膜に向けて赤外線が放射される。そして、電極材料の塗布膜は、セラミックプレー

ト 24 からの赤外線放射を受けることによって（つまり、熱放射によって）も加熱される。

[0041] このような熱風噴出部 31 からの熱風噴出およびセラミックプレート 24 からの赤外線放射によって上下から加熱されることにより、基材 5 の上に形成された電極材料の塗布膜が予熱される。本実施形態においては、塗布直後のスラリー状の塗布膜が形成されている基材 5 の上方からは直接熱風を吹き付けるのではなく、赤外線放射によって加熱している。このため、塗布膜が急速に乾燥されることはなく、塗布膜の表層のみが乾燥して内部は十分に乾燥していないという不具合を防止することができる。また、急速な乾燥に起因した塗布膜の亀裂も防止することができる。さらに、加熱されたセラミックプレート 24 から放射される赤外線は比較的波長の長い遠赤外線であるため、膜厚の厚い塗布膜であっても表層だけでなく内部から均一に加熱することができる。その結果、塗布膜の表層のみが乾燥されるのをより確実に防止することができる。

[0042] 熱風噴出部 31 が基材 5 の下方より吹き付ける熱風の温度は塗布膜の材料に依存するものの 50℃～300℃程度である。一方、熱風送風部 27 が最も上流側の通気ボックス 25 の通気部 23 に送給する熱風の温度は少なくとも熱風噴出部 31 が基材 5 に吹き付ける熱風の温度よりも高温である。このようにしているのは、通気ボックス 25 から排出された熱風を乾燥部 40 にて再利用するためである。また、通気ボックス 25 に、より高温の熱風を供給した方が赤外線放射による塗布膜の加熱効率も高まる。

[0043] また、熱風噴出部 31 が基材 5 の下方より上方に向けて熱風を吹き付けることにより、塗布膜を間接加熱するとともに、熱風の風圧によって基材 5 に上向きに浮上する力が作用する。これにより、予熱部 20 に固有のローラを設けなくとも、補助ローラ 83a と補助ローラ 83b との間で基材 5 が撓むことなく、搬送系路 PL に沿って（-X）側から（+X）側に向けて搬送される。すなわち、熱風噴出部 31 は、熱風を吹き付けることによって基材 5 の上に形成された塗布膜を加熱することを主たる役割とするものであるが、

基材 5 を浮上搬送させるという搬送機構 80 の補助的役割も果たすこととなる。

[0044] 次に、図 5 および図 6 は乾燥部 40 の構成を示す図である。図 6 は、図 5 の B-B 断面から見た図である。乾燥部 40 は、両端に開口が形成された筐体 41 の内側に下側熱風噴出部 51（第 2 熱風噴出部）、上側熱風噴出部 45（第 3 熱風噴出部）および排気ボックス 56 を備える。また、図 2 に示すように、乾燥部 40 は、下側熱風噴出部 51 に熱風を送給する熱風送風部 53 および排気ボックス 56 に負圧を与える排気部 57 を備える。

[0045] 筐体 41 は、搬送機構 80 によって基材 5 が搬送される搬送経路 PL を囲むように設けられている。筐体 41 の両端には、基材 5 が通過するための開口が形成されている。筐体 41 の内側において、搬送経路 PL の下側には、複数の下側熱風噴出部 51（本実施形態では 5 個）が基材 5 の搬送方向（X 方向）に沿って設けられる。また、筐体 41 の内側において、搬送経路 PL の上側には、複数の上側熱風噴出部 45（本実施形態では 5 個）と複数の排気ボックス 56（本実施形態では 6 個）とが基材 5 の搬送方向に沿って交互に設けられる。乾燥部 40 の筐体 41 の長さは特に限定されるものではないが、本実施形態では約 3000 mm としている。

[0046] 搬送経路 PL の下側に設けられた 5 個の下側熱風噴出部 51 のそれぞれは、予熱部 20 の熱風噴出部 31 と同様に、図示を省略する複数の噴出孔を上側に向けて備えている。下側熱風噴出部 51 は、配管 52 を介して熱風送風部 53 と連通接続されている。熱風送風部 53 は、ヒータおよび送風機を備えており、加熱した空気を熱風として下側熱風噴出部 51 に送給する。複数の下側熱風噴出部 51 は、熱風送風部 53 から送給された熱風を噴出孔から上側の搬送経路 PL に向けて噴出する。

[0047] 乾燥部 40 では、搬送経路 PL の上側に、基材 5 上の塗布膜に直接熱風を吹き付ける上側熱風噴出部 45 を設けている。図 7 は、上側熱風噴出部 45 の斜視図である。また、図 8 は、上側熱風噴出部 45 の縦断面図である。各上側熱風噴出部 45 は、整流板 43 および噴出ヘッド 46 を備えて構成され

ている。整流板 4 3 は、搬送経路 P L と平行になるように設けられた板状部材である。整流板 4 3 は、搬送経路 P L と実質的に平行であれば良い。また、図 8 に示すように、整流板 4 3 には噴出孔 4 4 が穿設されている。噴出孔 4 4 は、基材 5 の幅方向に沿って延びる 1 本のスリット孔であっても良いし、当該幅方向に沿って複数に分割された孔であっても良い。噴出孔 4 4 は、基材 5 の搬送方向における整流板 4 3 の中央に設けられる。

[0048] 噴出ヘッド 4 6 は、その内部の空間が噴出孔 4 4 と連通するように整流板 4 3 に連結されている。噴出ヘッド 4 6 は、熱風供給ポート 4 7 から供給された熱風を整流板 4 3 の噴出孔 4 4 から搬送経路 P L の基材 5 に向けて噴出する。すなわち、噴出ヘッド 4 6 は整流板 4 3 の一部から基材 5 に向けて熱風を噴出する。噴出ヘッド 4 6 の内部空間には、2 枚の仕切り板 4 8 a, 4 8 b およびパンチングプレート 4 9 が設けられている。これら 2 枚の仕切り板 4 8 a, 4 8 b の間が熱風の流路となる。このような 2 枚の仕切り板 4 8 a, 4 8 b およびパンチングプレート 4 9 を設けることによって、熱風供給ポート 4 7 から供給された熱風が噴出ヘッド 4 6 の内部空間で均一に拡がり、基材 5 の幅方向の全体にわたって噴出孔 4 4 から均一に熱風が噴出される。

[0049] 上側の仕切り板 4 8 a よりもさらに上側にて噴出ヘッド 4 6 に接続された熱風供給ポート 4 7 は導風管 3 5 に連結されている。すなわち、図 2 に示すように、導風管 3 5 の基端側は基材 5 の搬送方向に沿って最も下流側の通気ボックス 2 5 に連通接続されるとともに、先端側は 5 つに分岐されてそれぞれが上側熱風噴出部 4 5 の噴出ヘッド 4 6 に連通接続されている。これにより、熱風送風部 2 7 から送風配管 2 9 に送り出された熱風は 3 つの通気ボックス 2 5 の通気部 2 3 を通過した後、導風管 3 5 によって 5 個の上側熱風噴出部 4 5 に導かれることとなる。そして、導風管 3 5 によって上側熱風噴出部 4 5 に導かれた熱風は、噴出ヘッド 4 6 の内部空間を通過して整流板 4 3 の噴出孔 4 4 から基材 5 上の塗布膜に向けて噴出される。

[0050] また、図 5 に示すように、上側熱風噴出部 4 5 の噴出ヘッド 4 6 と下側熱

風噴出部 5 1 とは搬送経路 P L を挟んで相対向して配置されている。すなわち、5 個の上側熱風噴出部 4 5 に 1 対 1 で対応して下側熱風噴出部 5 1 が設けられており、各上側熱風噴出部 4 5 の噴出ヘッド 4 6 の直下に下側熱風噴出部 5 1 が配置される。これにより、基材 5 の上下面の同じ位置に下側熱風噴出部 5 1 および上側熱風噴出部 4 5 から熱風が吹き付けられることとなる。

[0051] 各上側熱風噴出部 4 5 の整流板 4 3 の下面には、加熱されることによって赤外線を放射するセラミックプレート 5 4 が設けられている。このセラミックプレート 5 4 は、通気ボックス 2 5 の下面に設けられたセラミックプレート 2 4 と同様のものである。すなわち、セラミックプレート 5 4 を構成するセラミック材料としては、アルミナ系、チタニア系、ジルコニア系等の加熱されることによって赤外線を放射するもの、または、これらの混合物を用いることができる。そして、これらの材料を用いて整流板 4 3 の下面にセラミック溶射を行うことによりセラミックプレート 5 4 が形成される。なお、整流板 4 3 の下面のうち、噴出孔 4 4 にはセラミック溶射を行わずに開放しておくことは勿論である。

[0052] また、図 6 および図 7 に示すように、基材 5 の幅方向（Y 方向）における整流板 4 3 の両端には拡散防止板 5 0 が設けられている。拡散防止板 5 0 は、断面 L 字形状の長尺部材であり、その L 字の先端はセラミックプレート 5 4 よりも下方にまで延びている。整流板 4 3 の両横に拡散防止板 5 0 を設けることにより、噴出孔 4 4 から噴出された熱風が基材 5 の幅方向から漏れ出るのを阻害して搬送方向に沿って流れるように導くことができる。なお、図 5 および図 8 では、図示の便宜上、拡散防止板 5 0 の記載を省略している。

[0053] 基材 5 の搬送方向（X 方向）に沿って隣り合って配置された上側熱風噴出部 4 5 の間には排気ボックス 5 6 が設けられている。また、排気ボックス 5 6 は、上側熱風噴出部 4 5 の配列の両端にも設けられている。すなわち、5 個の上側熱風噴出部 4 5 に対して 6 個の排気ボックス 5 6 が設けられている。各排気ボックス 5 6 は、基材 5 の幅方向に沿って延びる吸引口（図示省略

）を下端に備えている。また、排気ボックス５６の上部に接続された排気ポート５９（図６）は排気管５８を介して排気部５７と連通接続されている（図２）。排気部５７は、吸引用のブロワーを備えており、排気管５８を介して排気ボックス５６に負圧を付与する。これにより、排気ボックス５６は、下端の吸引口周辺の雰囲気吸引して排気管５８へと排出する。

[0054] また、図２に示すように、基材５の搬送方向に沿って最も下流側の通気ボックス２５の通気部２３から導風管３５を経て上側熱風噴出部４５に導かれる熱風を温調する温調部９０を設けている。本実施形態の温調部９０は、導風管３５から分岐された配管９４に送風部９１、温調ユニット９２およびバルブ９３を備えて構成される。送風部９１から配管９４に送り出された常温の空気は温調ユニット９２によって所定温度に温調（加熱または冷却）される。そして、バルブ９３が開放されていると、温調済みの空気が配管９４から導風管３５に流れ込む。その結果、通気ボックス２５の通気部２３から上側熱風噴出部４５に導かれる熱風が温調される。バルブ９３が閉止されることによって、熱風の温調は停止される。

[0055] 予熱部２０にて電極材料の塗布膜が予熱された基材５は、搬送機構８０によって搬送経路ＰＬに沿って予熱部２０から乾燥部４０に向けて搬送される。図２および図３の（－Ｘ）側から（＋Ｘ）側に向けて基材５が乾燥部４０を通過する際に、予熱部２０で暖められた塗布膜は上側熱風噴出部４５および下側熱風噴出部５１からの熱風噴出によって加熱される。すなわち、熱風送風部５３から熱風が送給された下側熱風噴出部５１が基材５の下方より熱風を吹き付けることによって、直接的には基材５が加熱され、その基材５からの熱伝導によって電極材料の塗布膜が加熱される。また、予熱部２０の通気ボックス２５から導風管３５を経て導かれた熱風が上側熱風噴出部４５から基材５の上方より吹き付けられることによって、塗布膜が熱風により直接加熱される。

[0056] 図５および図８に示すように、上側熱風噴出部４５の噴出ヘッド４６から基材５の上面に吹き付けられた熱風は、搬送経路ＰＬと平行に設けられた整

流板 4 3 と基材 5 との間を基材 5 の搬送方向（X 方向）に沿って流れ、上側熱風噴出部 4 5 の両隣に設けられた排気ボックス 5 6 に回収される。整流板 4 3 と基材 5 との間を熱風が流れるため、基材 5 の上に形成された塗布膜は湿度の少ない熱風と接触し続けることとなり、効率良く塗布膜を加熱乾燥することができる。また、熱風の温度低下を最小限に抑制することができる。さらに、整流板 4 3 の両端に設けられた拡散防止板 5 0 によって噴出ヘッド 4 6 から噴出された熱風が基材 5 の幅方向から漏れ出るのを防止しているため、熱風の利用効率を向上させることができる。

[0057] また、整流板 4 3 と基材 5 との間を熱風が流れる際に、整流板 4 3 の下面に設けられたセラミックプレート 5 4 も加熱されることとなる。その結果、加熱されたセラミックプレート 5 4 から基材 5 の上に形成された塗布膜に向けて赤外線が放射され、それによっても塗布膜が加熱される。

[0058] このような上側熱風噴出部 4 5 および下側熱風噴出部 5 1 からの熱風噴出、さらにはセラミックプレート 5 4 からの赤外線放射によって基材 5 の上に形成された電極材料の塗布膜が上下から加熱されることにより、塗布膜から溶剤が蒸発して乾燥処理が進行する。乾燥部 4 0 においては、塗布膜に直接熱風を吹き付けることとなるが、既に予熱部 2 0 にて予熱された後の塗布膜に熱風を吹き付けているため、塗布膜の急速な乾燥に起因した亀裂等の不具合が生じるおそれはない。むしろ、予熱部 2 0 にて予熱された塗布膜に乾燥部 4 0 で直接熱風を吹き付けることにより、溶剤の蒸発を促進して塗布膜を効率良く乾燥させることができる。

[0059] また、下側熱風噴出部 5 1 が基材 5 の下方より上方に向けて熱風を吹き付けることにより、塗布膜を間接加熱するとともに、熱風の風圧によって基材 5 に上向きに浮上する力が作用する。これにより、予熱部 2 0 におけるのと同様に、乾燥部 4 0 に固有のローラを設けなくとも、補助ローラ 8 3 b と補助ローラ 8 3 c との間で基材 5 が撓むことなく、搬送系路 P L に沿って（－X）側から（＋X）側に向けて搬送される。すなわち、下側熱風噴出部 5 1 は、基材 5 を浮上搬送させるという搬送機構 8 0 の補助的役割も果たすこと

となる。

[0060] また、上側熱風噴出部45の噴出ヘッド46と下側熱風噴出部51とが搬送経路PLを挟んで相対向して配置されているため、下側熱風噴出部51から基材5の下面に熱風が吹き付けられる位置の反対面側（上面側）に上側熱風噴出部45から熱風が吹き付けられる。このため、基材5の上下面の同じ位置に上下から風圧が作用することとなり、基材5の搬送を安定させることができる。

[0061] ところで、本実施形態においては、予熱部20にて3つの通気ボックス25を通過した熱風を導風管35によって乾燥部40の上側熱風噴出部45に導いている。そして、上側熱風噴出部45は通気ボックス25の通気部23から排出された熱風を基材5に吹き付けている。すなわち、予熱部20にてセラミックプレート24を加熱して赤外線を放射させるのに使用された熱風を乾燥部40にて基材5の塗布膜に直接吹き付けることによって、熱風を再利用しているのである。このため、予熱部20および乾燥部40におけるトータルとしての熱風消費量の増大を抑制することができる。

[0062] 3つの通気ボックス25を通過してから導風管35を流れる過程で熱風の温度低下は避けられない。このため、熱風送風部27が最も上流側の通気ボックス25の通気部23に送給する熱風の温度を熱風噴出部31が基材5に吹き付ける熱風の温度よりも高温としているのである。具体的には、導風管35に導かれて上側熱風噴出部45から基材5に吹き付けられる熱風の温度が下側熱風噴出部51から基材5に吹き付けられる熱風の温度と同程度となるような温度の熱風を熱風送風部27が送給すれば良い。なお、下側熱風噴出部51が基材5に吹き付ける熱風の温度は、熱風噴出部31が基材5に吹き付ける熱風の温度と同じ50℃～300℃程度である（塗布膜の材料に依存する）。

[0063] 上側熱風噴出部45から基材5に吹き付けられる熱風の温度を昇温または降温させる場合には、温調部90によって通気ボックス25の通気部23から上側熱風噴出部45に導かれる熱風を温調すれば良い。上側熱風噴出部4

5から吹き付けられる熱風の温度を昇温させる場合には、バルブ93を開放するとともに、送風部91から配管94に送り出す空気を温調ユニット92によって加熱する。逆に、上側熱風噴出部45から吹き付けられる熱風の温度を降温させる場合には、送風部91から配管94に送り出す空気を温調ユニット92によって冷却する。熱風送風部27から送給する熱風の温度調整のみでは上側熱風噴出部45から吹き付けられる熱風の温度を十分に制御できないときに、温調部90による熱風温調を行うようにすれば良い。

[0064] 次に、図9はアニール部60の構成を示す図である。アニール部60は、両端に開口が形成された筐体64の内側に下側熱風噴出部61、上側熱風噴出部65および排気ボックス66を備える。また、アニール部60は、下側熱風噴出部61に熱風を送給する熱風送風部63および上側熱風噴出部65に熱風を送給する熱風送風部68を備える。

[0065] 筐体64は、搬送機構80によって基材5が搬送される搬送経路PLを囲むように設けられている。筐体64の両端には、基材5が通過するための開口が形成されている。筐体64の内側において、搬送経路PLの下側には、複数の下側熱風噴出部61（本実施形態では3個）が基材5の搬送方向（X方向）に沿って設けられる。また、筐体64の内側において、搬送経路PLの上側には、複数の上側熱風噴出部65（本実施形態では3個）と複数の排気ボックス66（本実施形態では4個）とが基材5の搬送方向に沿って交互に設けられる。アニール部60の筐体64の長さは特に限定されるものではないが、本実施形態では約2000mmとしている。

[0066] 搬送経路PLの下側に設けられた3個の下側熱風噴出部61のそれぞれは、乾燥部400の下側熱風噴出部51と同様に、図示を省略する複数の噴出孔を上側に向けて備えている。下側熱風噴出部61は、配管62を介して熱風送風部63と連通接続されている。熱風送風部63は、ヒータおよび送風機を備えており、加熱した空気を熱風として下側熱風噴出部61に送給する。複数の下側熱風噴出部61は、熱風送風部63から送給された熱風を噴出孔から上側の搬送経路PLに向けて噴出する。

- [0067] 搬送経路 P L の上側に設けられた 3 個の上側熱風噴出部 6 5 のそれぞれは、乾燥部 4 0 の上側熱風噴出部 4 5 と同様のものである。すなわち、各上側熱風噴出部 6 5 は、搬送経路 P L と平行な整流板に噴出ヘッドを連結して構成されている。また、各上側熱風噴出部 6 5 の整流板の下面には、加熱されることによって赤外線を放射するセラミックプレートが設けられている。但し、アニール部 6 0 においては、上側熱風噴出部 6 5 が配管 6 7 を介して熱風送風部 6 8 と連通接続されている。熱風送風部 6 8 は、ヒータおよび送風機を備えており、加熱した空気を熱風として上側熱風噴出部 6 5 に送給する。複数の上側熱風噴出部 6 5 は、熱風送風部 6 8 から送給された熱風を下側の搬送経路 P L に向けて噴出する。
- [0068] また、乾燥部 4 0 と同様に、上側熱風噴出部 6 5 と下側熱風噴出部 6 1 とが搬送経路 P L を挟んで相対向して配置されている。これにより、基材 5 の上下面の同じ位置に上下から風圧が作用することとなり、アニール部 6 0 における基材 5 の搬送を安定させることができる。
- [0069] 基材 5 の搬送方向（X 方向）に沿って隣り合って配置された上側熱風噴出部 6 5 の間に排気ボックス 6 6 が設けられている。また、排気ボックス 6 6 は、上側熱風噴出部 6 5 の配列の両端にも設けられている。すなわち、3 個の上側熱風噴出部 6 5 に対して 4 個の排気ボックス 6 6 が設けられている。各排気ボックス 6 6 は、乾燥部 4 0 の排気ボックス 5 6 と同様のものである。
- [0070] 乾燥部 4 0 にて電極材料の塗布膜の乾燥処理が行われた基材 5 は、搬送機構 8 0 によって搬送経路 P L に沿って乾燥部 4 0 からアニール部 6 0 に向けて搬送される。基材 5 がアニール部 6 0 を通過する際に、塗布膜は上側熱風噴出部 6 5 および下側熱風噴出部 6 1 からの熱風噴出によってさらに加熱される。すなわち、熱風送風部 6 3 から熱風が送給された下側熱風噴出部 6 1 が基材 5 の下方より熱風を吹き付けることによって、直接的には基材 5 が加熱され、その基材 5 からの熱伝導によって電極材料の塗布膜が加熱される。また、熱風送風部 6 8 から熱風が送給された上側熱風噴出部 6 5 が基材 5 の

上方より熱風を吹き付けることによって、塗布膜が熱風により直接加熱される。上側熱風噴出部 6 5 および下側熱風噴出部 6 1 が基材 5 に吹き付ける熱風の温度は、乾燥部 4 0 の上側熱風噴出部 4 5 および下側熱風噴出部 5 1 が吹き付ける熱風の温度よりも高温である。

[0071] 上側熱風噴出部 6 5 から基材 5 の上面に吹き付けられた熱風は、整流板と基材 5 との間を X 方向に沿って流れ、上側熱風噴出部 6 5 の両隣に設けられた排気ボックス 6 6 に回収される。整流板と基材 5 との間を熱風が流れるため、基材 5 の上に形成された塗布膜は湿度の少ない熱風と接触し続けることとなり、効率良く塗布膜を加熱乾燥することができる。また、整流板と基材 5 との間を熱風が流れることによって、整流板の下面に設けられたセラミックプレートも加熱されることとなり、その結果、加熱されたセラミックプレートから赤外線が放射されて塗布膜が加熱される。

[0072] このような上側熱風噴出部 6 5 および下側熱風噴出部 6 1 からの熱風噴出、さらにはセラミックプレートからの赤外線放射によって基材 5 の上に形成された電極材料の塗布膜が上下から加熱されることにより、塗布膜は乾燥処理時よりもさらに高温に加熱され、乾燥処理後になおも塗布膜中に残留している溶剤が除去されるとともに、乾燥部 4 0 での乾燥処理で塗布膜中に発生した歪みおよび残留応力が除去される。また、塗布膜中に若干残留していた溶剤も完全に蒸発する。アニール部 6 0 でも塗布膜に直接熱風を吹き付けることとなるが、既に乾燥された塗布膜に熱風を吹き付けているため、急速な乾燥に起因した亀裂等の不具合が生じるおそれはない。

[0073] また、下側熱風噴出部 6 1 が基材 5 の下方より上方に向けて熱風を吹き付けることにより、熱風の風圧によって基材 5 に上向きに浮上する力が作用する。これにより、予熱部 2 0 および乾燥部 4 0 におけるのと同様に、下側熱風噴出部 6 1 は、基材 5 を浮上搬送させるという搬送機構 8 0 の補助的役割も果たすこととなる。

[0074] 次に、図 1 0 は冷却部 7 0 の構成を示す図である。冷却部 7 0 は、乾燥処理後の基材 5 を冷却する。冷却部 7 0 は、両端に開口が形成された筐体 7 4

の内側に下側冷風噴出部 7 1、上側冷風噴出部 7 5 および排気ボックス 7 6 を備える。また、冷却部 7 0 は、下側冷風噴出部 7 1 に常温のドライエアを送給する冷風送風部 7 3 および上側冷風噴出部 7 5 にドライエアを送給する冷風送風部 7 8 を備える。

[0075] 筐体 7 4 は、搬送機構 8 0 によって基材 5 が搬送される搬送経路 P L を囲むように設けられている。筐体 7 4 の両端には、基材 5 が通過するための開口が形成されている。筐体 7 4 の内側において、搬送経路 P L の下側には、複数の下側冷風噴出部 7 1（本実施形態では 3 個）が基材 5 の搬送方向（X 方向）に沿って設けられる。また、筐体 7 4 の内側において、搬送経路 P L の上側には、複数の上側冷風噴出部 7 5（本実施形態では 3 個）と複数の排気ボックス 7 6（本実施形態では 4 個）とが基材 5 の搬送方向に沿って交互に設けられる。冷却部 7 0 の筐体 7 4 の長さは特に限定されるものではないが、本実施形態では約 1 0 0 0 m m としている。

[0076] 搬送経路 P L の下側に設けられた 3 個の下側冷風噴出部 7 1 のそれぞれは、図示を省略する複数の噴出孔を上側に向けて備えている。下側冷風噴出部 7 1 は、配管 7 2 を介して冷風送風部 7 3 と連通接続されている。冷風送風部 7 3 は、送風機および除湿器を備えており、常温のドライエアを下側冷風噴出部 7 1 に送給する。複数の下側冷風噴出部 7 1 は、冷風送風部 7 3 から送給されたドライエアを噴出孔から上側の搬送経路 P L に向けて噴出する。

[0077] 一方、搬送経路 P L の上側に設けられた 3 個の上側冷風噴出部 7 5 のそれぞれの構成は、乾燥部 4 0 の上側熱風噴出部 4 5 の構成と概ね同様である。すなわち、各上側冷風噴出部 7 5 は、搬送経路 P L と平行な整流板に噴出ヘッドを連結して構成されている。但し、冷却部 7 0 の上側冷風噴出部 7 5 にはセラミックプレートは設けられていない。また、冷却部 7 0 においては、上側冷風噴出部 7 5 が配管 7 7 を介して冷風送風部 7 8 と連通接続されている。冷風送風部 7 8 は、送風機および除湿器を備えており、常温のドライエアを上側冷風噴出部 7 5 に送給する。複数の上側冷風噴出部 7 5 は、冷風送風部 7 8 から送給されたドライエアを下側の搬送経路 P L に向けて噴出する。

- 。
- [0078] また、乾燥部４０およびアニール部６０と同様に、上側冷風噴出部７５と下側冷風噴出部７１とが搬送経路ＰＬを挟んで相対向して配置されている。これにより、基材５の上下面の同じ位置に上下から風圧が作用することとなり、冷却部７０における基材５の搬送を安定させることができる。
- [0079] 基材５の搬送方向（Ｘ方向）に沿って隣り合って配置された上側冷風噴出部７５の間に排気ボックス７６が設けられている。また、排気ボックス７６は、上側冷風噴出部７５の配列の両端にも設けられている。すなわち、３個の上側冷風噴出部７５に対して４個の排気ボックス７６が設けられている。各排気ボックス７６は、乾燥部４０の排気ボックス５６と同様のものである。
- 。
- [0080] 予熱部２０からアニール部６０にかけて電極材料の塗布膜の加熱処理が行われた基材５は、搬送機構８０によって搬送経路ＰＬに沿ってアニール部６０から冷却部７０に向けて搬送される。基材５が冷却部７０を通過する際に、高温の塗布膜は上側冷風噴出部７５および下側冷風噴出部７１からのドライエア噴出によって冷却される。すなわち、冷風送風部７３から常温のドライエアが送給された下側冷風噴出部７１が基材５の下方よりドライエアを吹き付けることによって、直接的には基材５が冷却され、塗布膜から基材５に熱伝導が生じることによって塗布膜が冷却される。また、冷風送風部７８から常温のドライエアが送給された上側冷風噴出部７５が基材５の上方よりドライエアを吹き付けることによって、塗布膜が直接冷却される。
- [0081] 上側冷風噴出部７５から基材５の上面に吹き付けられたドライエアは、整流板と基材５との間をＸ方向に沿って流れ、上側冷風噴出部７５の両隣に設けられた排気ボックス７６に回収される。整流板と基材５との間をドライエアが流れるため、基材５の上に形成された塗布膜は常温のドライエアと接触し続けることとなり、効率良く塗布膜を冷却することができる。
- [0082] このような上側冷風噴出部７５および下側冷風噴出部７１からのドライエア噴出によって基材５の上に形成された電極材料の塗布膜が上下から冷却さ

れることにより、乾燥処理後の塗布膜の温度が急速に低下する。上側冷風噴出部 7 5 および下側冷風噴出部 7 1 から噴出するドライエアの流量は、塗布膜に歪みが生じない程度の冷却速度とすれば良い。また、冷却部 7 0 では、必ずしも基材 5 を常温まで冷却する必要はなく、巻き取りローラ 8 2 が巻き取り可能な程度にまで冷却すれば足りる。

[0083] また、下側冷風噴出部 7 1 が基材 5 の下方より上方に向けてドライエアを吹き付けることにより、ドライエアの風圧によって基材 5 に上向きに浮上する力が作用する。これにより、予熱部 2 0 からアニール部 6 0 におけるのと同様に、下側冷風噴出部 7 1 は、基材 5 を浮上搬送させるという搬送機構 8 0 の補助的役割をも果たすこととなる。

[0084] 本実施形態の熱処理システム 1 においては、予熱部 2 0 を設け、塗布直後のスラリー状の塗布膜が形成されている基材 5 の上方から直接熱風を吹き付けるのではなく、赤外線放射および下方からの間接的な熱風吹き付けによって塗布膜を予熱している。このため、塗布直後の塗布膜が急速に乾燥されることはなく、塗布膜の表層のみが乾燥される不具合や亀裂等の発生を防止することができる。

[0085] また、熱処理システム 1 は、予熱部 2 0 の後段に乾燥部 4 0 を設け、予熱後の塗布膜に対しては、基材 5 の下方からのみならず、上方からも直接熱風を吹き付けることによって溶剤の蒸発を促進している。これにより、塗布膜を効率良く乾燥させることができる。すなわち、熱処理システム 1 は、予熱部 2 0 および乾燥部 4 0 の双方を設けることにより、塗布膜の急速な乾燥に起因した不具合を抑制しつつも、塗布膜を効率良く乾燥させることができるのである。塗布膜の乾燥効率が向上すれば、熱処理システム 1 の装置長さを短くすることができるとともに、乾燥処理に要する時間も短縮することができる。

[0086] また、本実施形態の熱処理システム 1 は、熱風送風部 2 7 から送給されて通気ボックス 2 5 の通気部 2 3 を通過した熱風を乾燥部 4 0 の上側熱風噴出部 4 5 に導く導風管 3 5 を備えている。そして、上側熱風噴出部 4 5 は通気

ボックス 25 の通気部 23 から排出された熱風を基材 5 に吹き付けている。熱処理システム 1 においては、予熱部 20 にてセラミックプレート 24 を加熱するのに使用された熱風を乾燥部 40 にて再利用している。従って、熱処理システム 1 は、熱風消費量の増大を抑制しつつ、塗布膜を効率良く乾燥させることができる。

[0087] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、この発明はその趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態の熱処理システム 1 においては、基材 5 の上に形成された電極材料の塗布膜を加熱する 3 つのゾーン（予熱部 20、乾燥部 40、アニール部 60）を設けていたが、塗布膜の乾燥処理という観点からは、アニール部 60 は必ずしも必須の要素ではない。例えば、塗布膜の材料が乾燥処理時にほとんど歪み等が生じないものであれば、塗布膜の乾燥処理を行う乾燥装置としては予熱部 20 および乾燥部 40 を備えていれば足りる。

[0088] また、搬送機構 80 が備える補助ローラ 83 a ~ 83 e に温調機構を付設するようにしても良い。例えば、塗布膜を加熱する予熱部 20、乾燥部 40 およびアニール部 60 の直前にそれぞれ配置された補助ローラ 83 a, 83 b, 83 c に加熱機構を付設し、加熱されたローラ（ヒートローラ）によって基材 5 を搬送するようにしても良い。補助ローラ 83 a, 83 b, 83 c と接触した基材 5 が加熱され、基材 5 からの熱伝導によって塗布膜が加熱されることとなり、予熱部 20、乾燥部 40 およびアニール部 60 での塗布膜の加熱をアシストすることができる。このような補助ローラ 83 a, 83 b, 83 c の加熱機構としては、例えば、ローラに内蔵するヒータやローラの外部から光照射を行うハロゲンランプなどを用いることができる。

[0089] 一方、塗布膜を冷却する冷却部 70 の直前および直後に配置された補助ローラ 83 d, 83 e に冷却機構を付設し、冷却されたローラによって基材 5 を搬送するようにしても良い。補助ローラ 83 d, 83 e と接触した基材 5 が冷却され、基材 5 への熱伝導が生じることによって塗布膜が冷却されることとなり、冷却部 70 での塗布膜の冷却処理をアシストすることができる。

このような補助ローラ 83 d, 83 e の冷却機構としては、例えばローラの内部に冷却水を供給する冷却水循環機構などを用いることができる。

[0090] また、上記実施形態の温調部 90 は、導風管 35 に温調済みの空気を合流させていたために、導風管 35 を流れる空気の流量が増加することとなっていた。導風管 35 を流れる空気の流量が変動しないようにするのであれば、温調部 90 として熱交換器を導風管 35 に介挿し、その熱交換器によって導風管 35 を流れる熱風の温度を調整するようにしても良い。

[0091] また、予熱部 20 に設けられる通気ボックス 25 および熱風噴出部 31 の個数は上記実施形態の例に限定されるものではなく、予熱部 20 の長さ等に応じて適宜のものとすることができる。例えば、予熱部 20 に設ける通気ボックス 25 の個数を 1 個とし、その通気ボックス 25 の通気部 23 を通過した熱風を導風管 35 によって乾燥部 40 の上側熱風噴出部 45 に導くようにしても良い。同様に、乾燥部 40、アニール部 60 および冷却部 70 に設けられる風噴出部の個数も上記実施形態の例に限定されるものではなく、適宜のものとすることができる。

[0092] また、予熱部 20 の 3 個の通気ボックス 25 における通気順序も上記実施形態の例（基材 5 の搬送方向の上流側から下流側に向けて）に限定されるものではなく、適宜に変更可能である。例えば、上記実施形態の例とは逆に、基材 5 の搬送方向の下流側の通気ボックス 25 から上流側の通気ボックス 25（図 2, 3 の右側から左側）に向けて順に熱風を通気するようにしても良い。上記実施形態の例では熱風の温度が徐々に低下するため、最初に強く加熱することが可能であるのに対して、通気順序を逆にすれば緩やかな加熱が可能となる。

[0093] さらに、3 個の通気ボックス 25 に直列に順次熱風を通気するのに代えて、並列に個別に熱風を供給するようにしても良い。3 個の通気ボックス 25 のそれぞれに三叉に分岐された導風管 35 が接続され、3 個の通気ボックス 25 に個別に供給された熱風は導風管 35 を経て乾燥部 40 の上側熱風噴出部 45 に供給される。このようにすれば、3 個の通気ボックス 25 を同じ温

度にて加熱することが可能となる。

[0094] また、通気ボックス 25 の下面にセラミックプレート 24 を設けることなく、通気部 23 に熱風を通過させて通気ボックス 25 を加熱し、昇温した通気ボックス 25 の下面から直接放射される赤外線によって基材 5 上の塗布膜を加熱するようにしても良い。もっとも、上記実施形態のように通気ボックス 25 の下面にセラミックプレート 24 を設けた方が、遠赤外線を効率良く放射することができる。

[0095] また、本発明に係る技術を用いて乾燥処理を行う対象となる塗布膜はリチウムイオン二次電池の電極材料膜に限定されるものではなく、例えば太陽電池材料（電極材、封止材）の塗布膜または電子材料の絶縁膜や保護膜であっても良い。比較的粘度の高い材料を厚く塗布した塗布膜を乾燥させるのに本発明に係る技術を好適に適用することができる。よって、顔料や接着剤の塗布膜を乾燥させるのに、本発明に係る技術を用いるようにしても良い。

符号の説明

- [0096] 1 熱処理システム
 5 基材
 10 塗布処理部
 11 塗布ノズル
 20 予熱部
 23 通気部
 24, 54 セラミックプレート
 25 通気ボックス
 27, 33, 53, 63, 68 熱風送風部
 31 熱風噴出部
 35 導風管
 40 乾燥部
 43 整流板
 45, 65 上側熱風噴出部

4 6 噴出ヘッド
5 0 拡散防止板
5 1, 6 1 下側熱風噴出部
5 6, 6 6, 7 6 排気ボックス
5 7 排気部
6 0 アニール部
7 0 冷却部
7 1 下側冷風噴出部
7 5 上側冷風噴出部
7 3, 7 8 冷風送風部
8 0 搬送機構
8 3 a ~ 8 3 e 補助ローラ
9 0 温調部
P L 搬送経路

請求の範囲

[請求項1]

基材の上に形成された塗布膜の乾燥処理を行う乾燥装置であって、
前記塗布膜の予熱を行う予熱部と、
前記塗布膜を加熱して溶剤を蒸発させる乾燥部と、
前記予熱部から前記乾燥部に向けて基材を搬送する搬送手段と、
を備え、
前記予熱部は、
前記搬送手段によって基材が搬送される搬送経路の下側に設けられ、
基材の下方より熱風を吹き付ける第1熱風噴出部と、
前記搬送経路の上側に設けられ、気体が通過可能な通気部を備えた
通気ボックスと、
前記通気部に熱風を送給して前記通気ボックスを加熱する熱風送給
手段と、
を備え、
前記乾燥部は、
前記搬送経路の下側に設けられ、基材の下方より熱風を吹き付ける
第2熱風噴出部と、
前記搬送経路の上側に設けられ、基材の上方より熱風を吹き付ける
第3熱風噴出部と、
を備え、
前記熱風送給手段から送給されて前記通気部を通過した熱風を前記
第3熱風噴出部に導く導風部を備えるとともに、前記第3熱風噴出部
は前記通気部から排出された熱風を基材に吹き付けることを特徴とす
る乾燥装置。

[請求項2]

請求項1記載の乾燥装置において、
前記通気ボックスの下面に、加熱されることによって赤外線を放射
するセラミックプレートを備えることを特徴とする乾燥装置。

[請求項3]

請求項1または請求項2に記載の乾燥装置において、

前記熱風送給手段が前記通気部に送給する熱風の温度は前記第 1 熱風噴出部が基材に吹き付ける熱風の温度よりも高温であることを特徴とする乾燥装置。

[請求項4] 請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の乾燥装置において、
前記第 3 熱風噴出部は、
前記搬送経路と平行に設けられた整流板と、
前記導出部から導かれた熱風を前記整流板の一部から基材に向けて噴出する噴出ヘッドと、
を備えることを特徴とする乾燥装置。

[請求項5] 請求項 4 記載の乾燥装置において、
前記整流板の下面に、加熱されることによって赤外線を放射するセラミックプレートを備えることを特徴とする乾燥装置。

[請求項6] 請求項 4 または請求項 5 に記載の乾燥装置において、
前記噴出ヘッドと前記第 2 熱風噴出部とが相対向して配置されることを特徴とする乾燥装置。

[請求項7] 請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の乾燥装置において、
前記通気部から前記導風部を経て前記第 3 熱風噴出部に導かれる熱風を温調する温調手段をさらに備えることを特徴とする乾燥装置。

[請求項8] 請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の乾燥装置において、
前記搬送手段は、加熱されたローラを含むことを特徴とする乾燥装置。

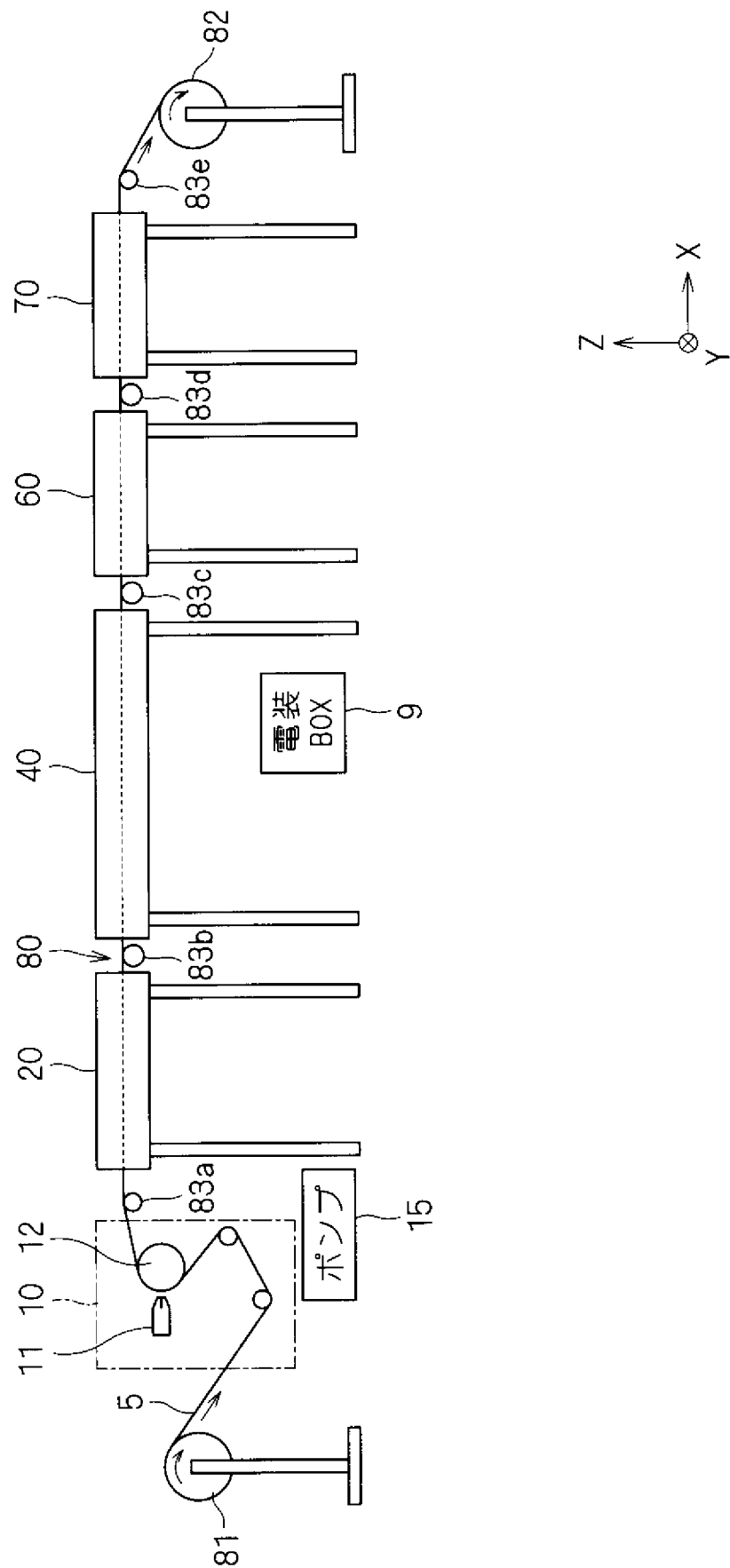
[請求項9] 請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の乾燥装置において、
前記第 2 熱風噴出部および前記第 3 熱風噴出部が吹き付ける熱風の温度よりも高温の熱風を基材に吹き付けるアニール部をさらに備えることを特徴とする乾燥装置。

[請求項10] 基材の上に塗布液を塗布して塗布膜を形成する塗布処理部と、
請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の乾燥装置と、
乾燥処理後の基材を冷却する冷却部と、

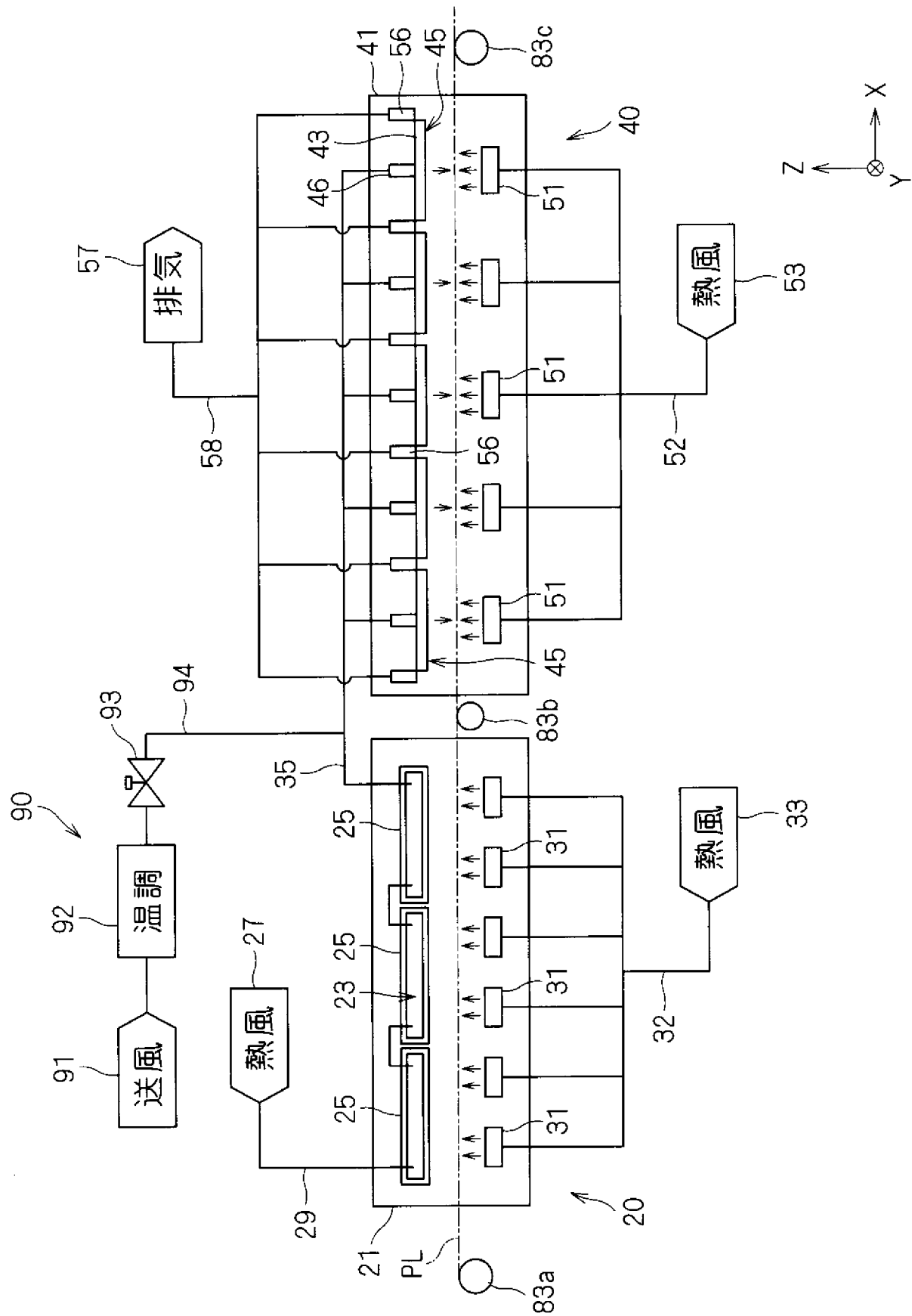
を備えることを特徴とする熱処理システム。

[図1]

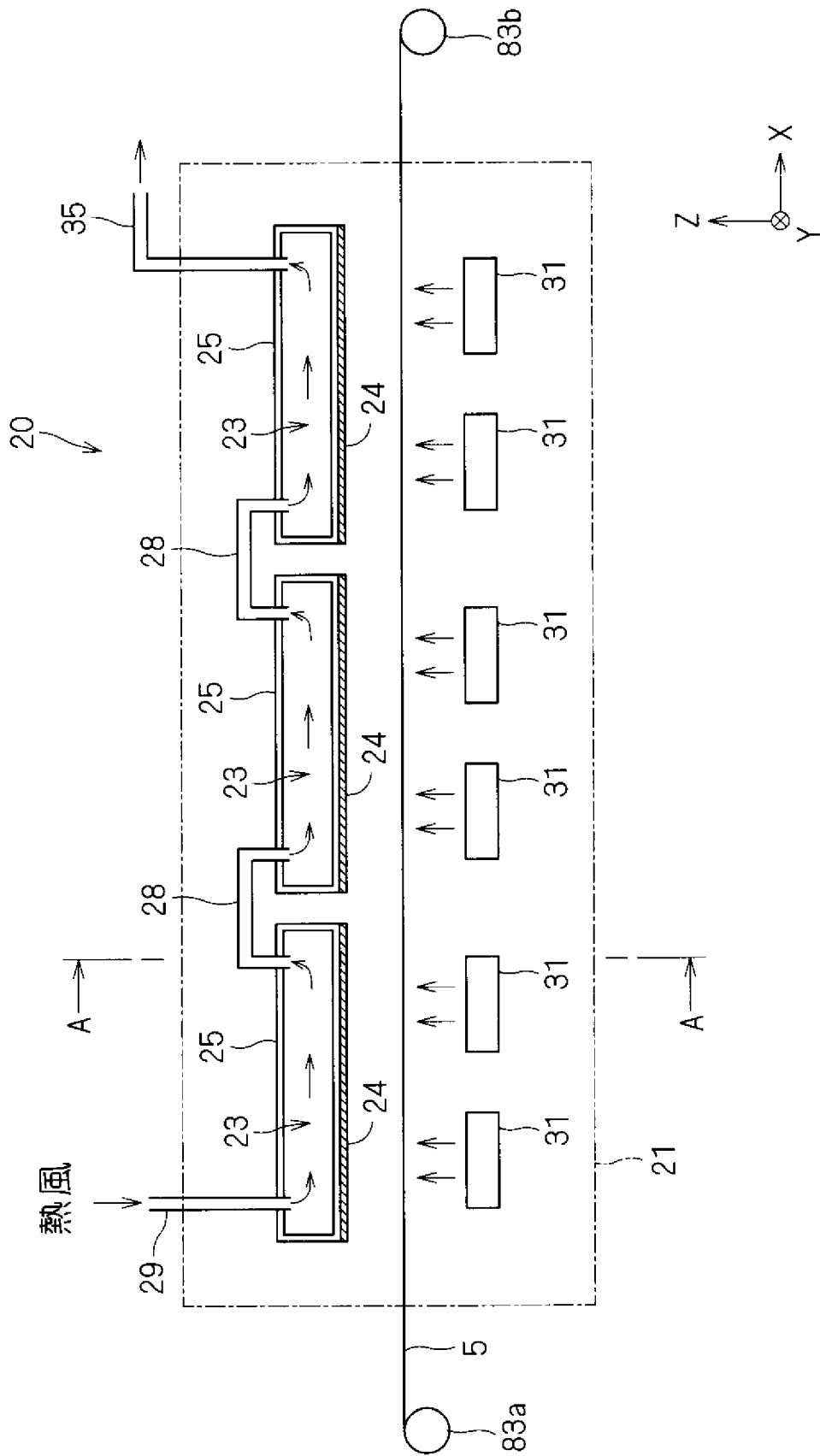
1



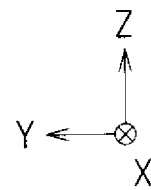
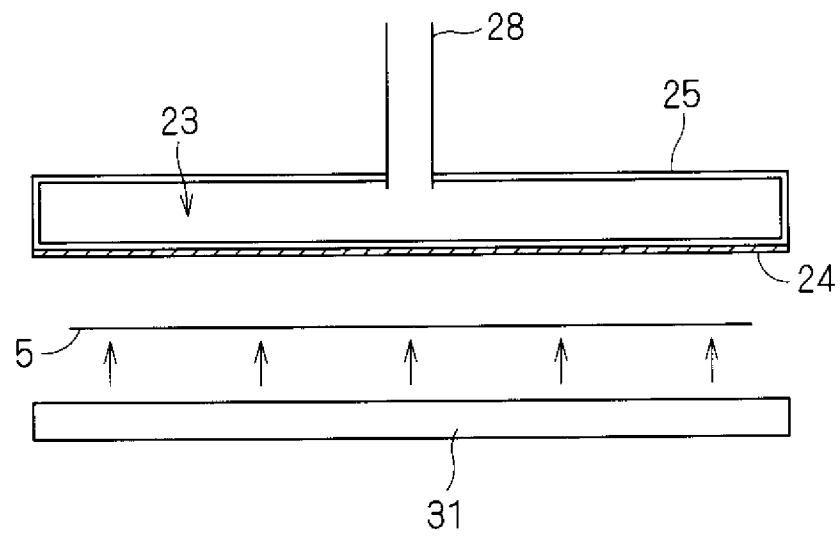
[図2]



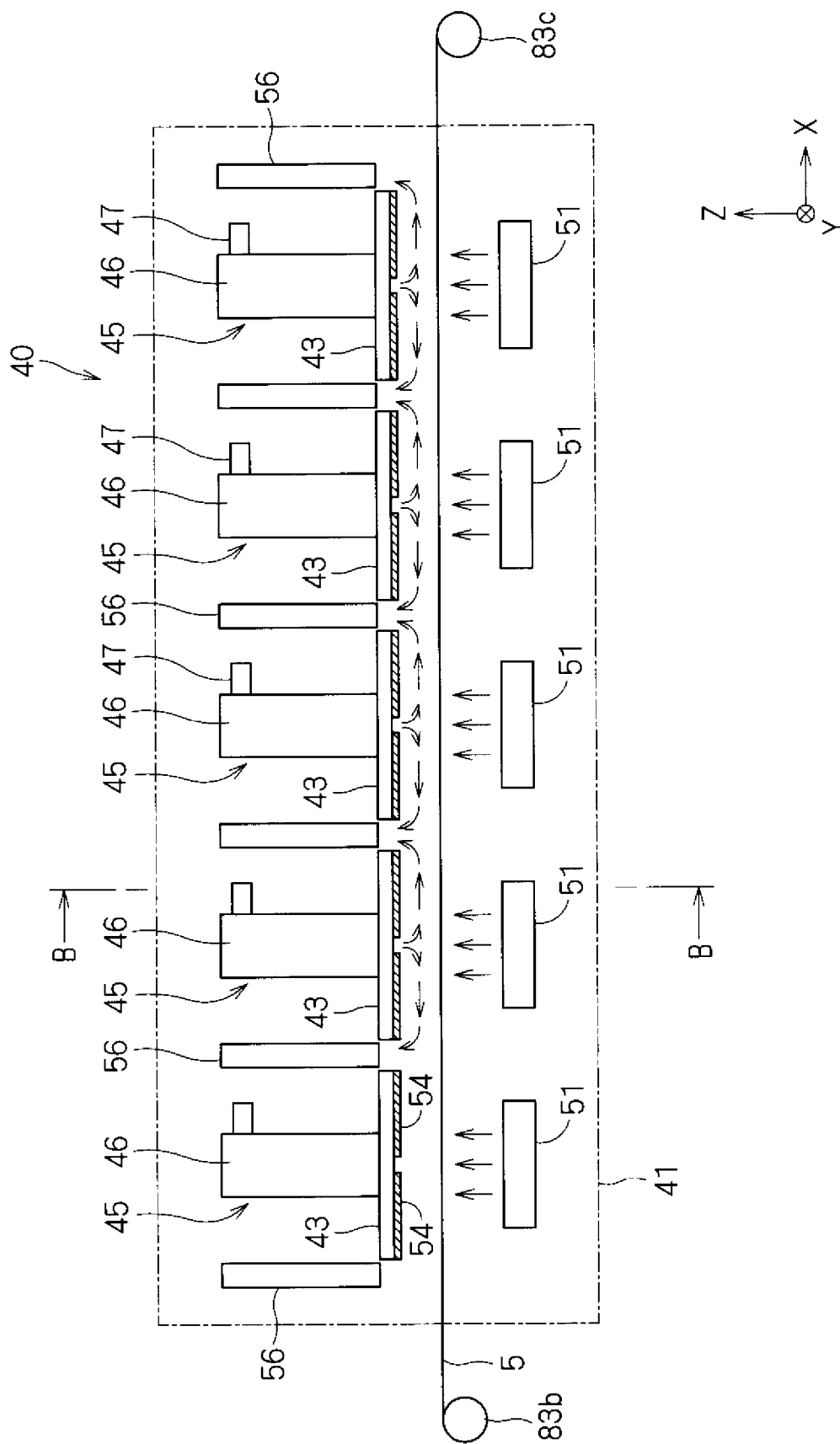
[図3]



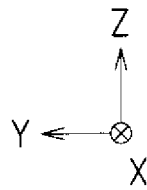
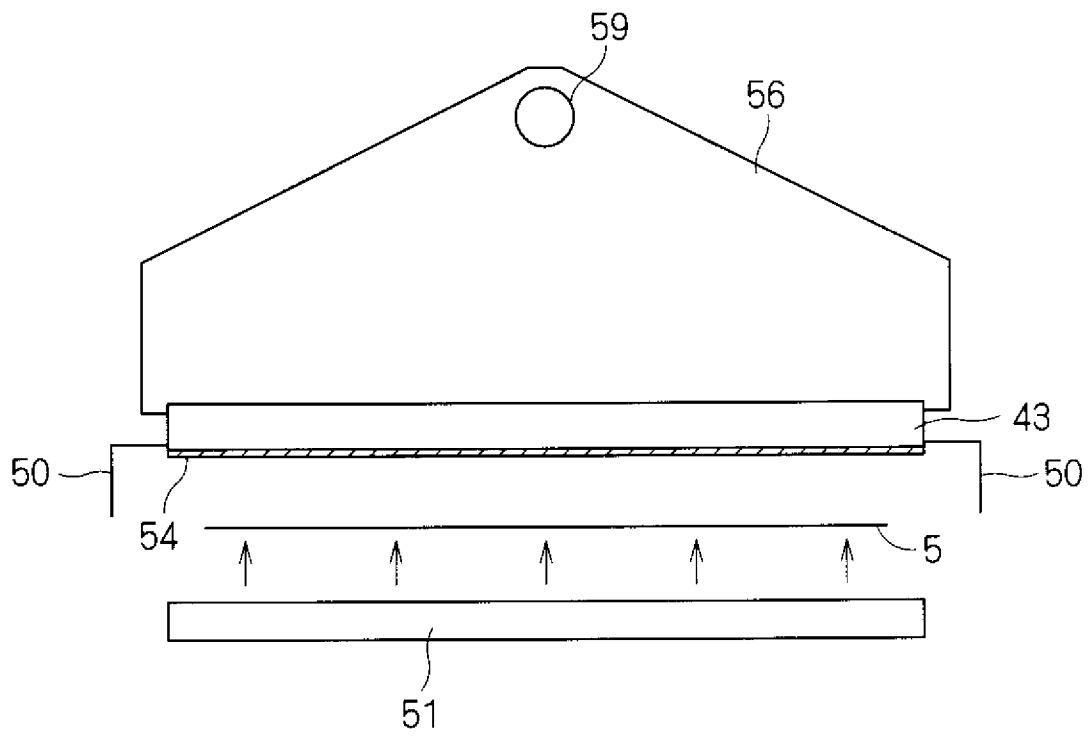
[図4]



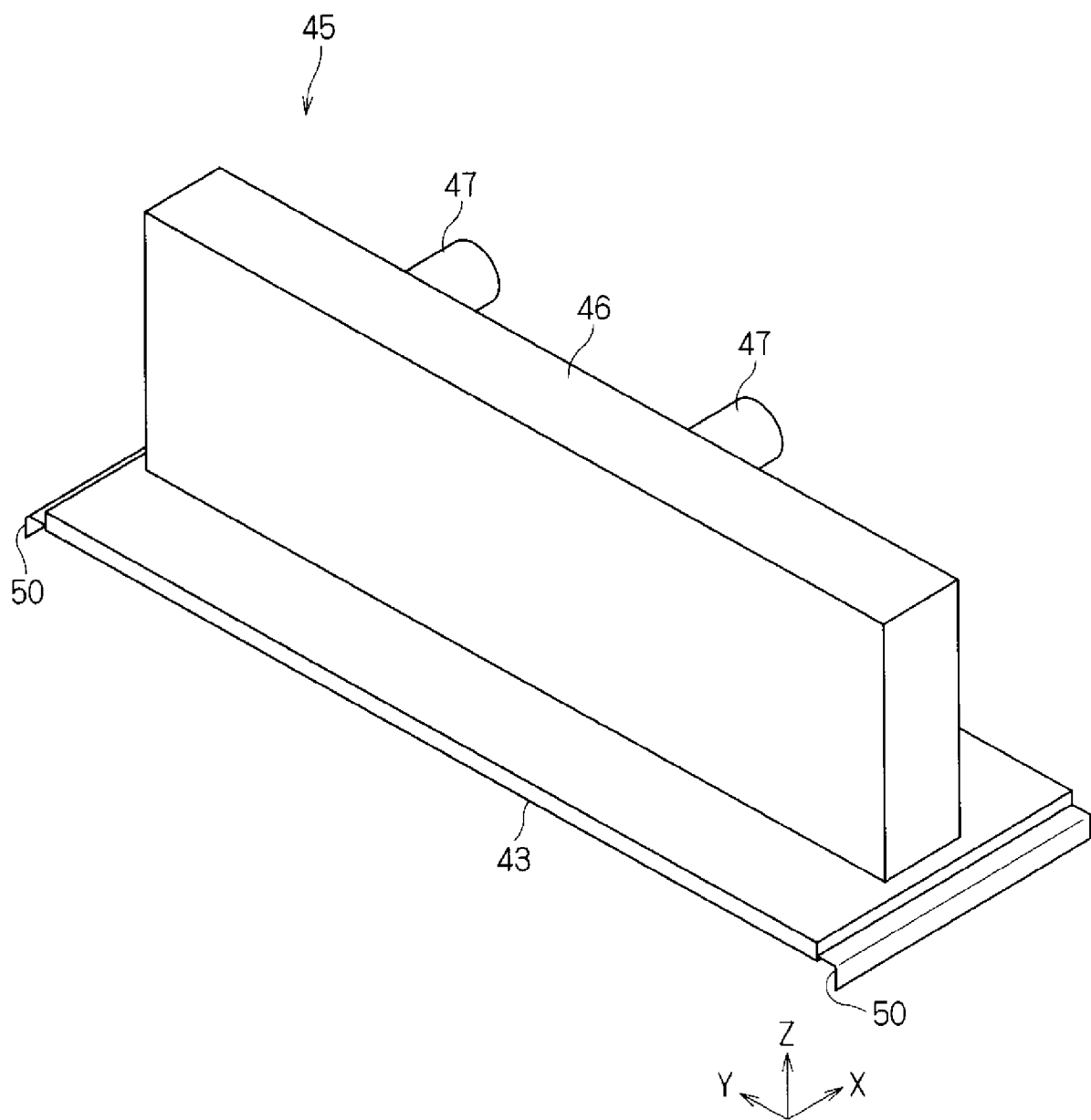
[図5]



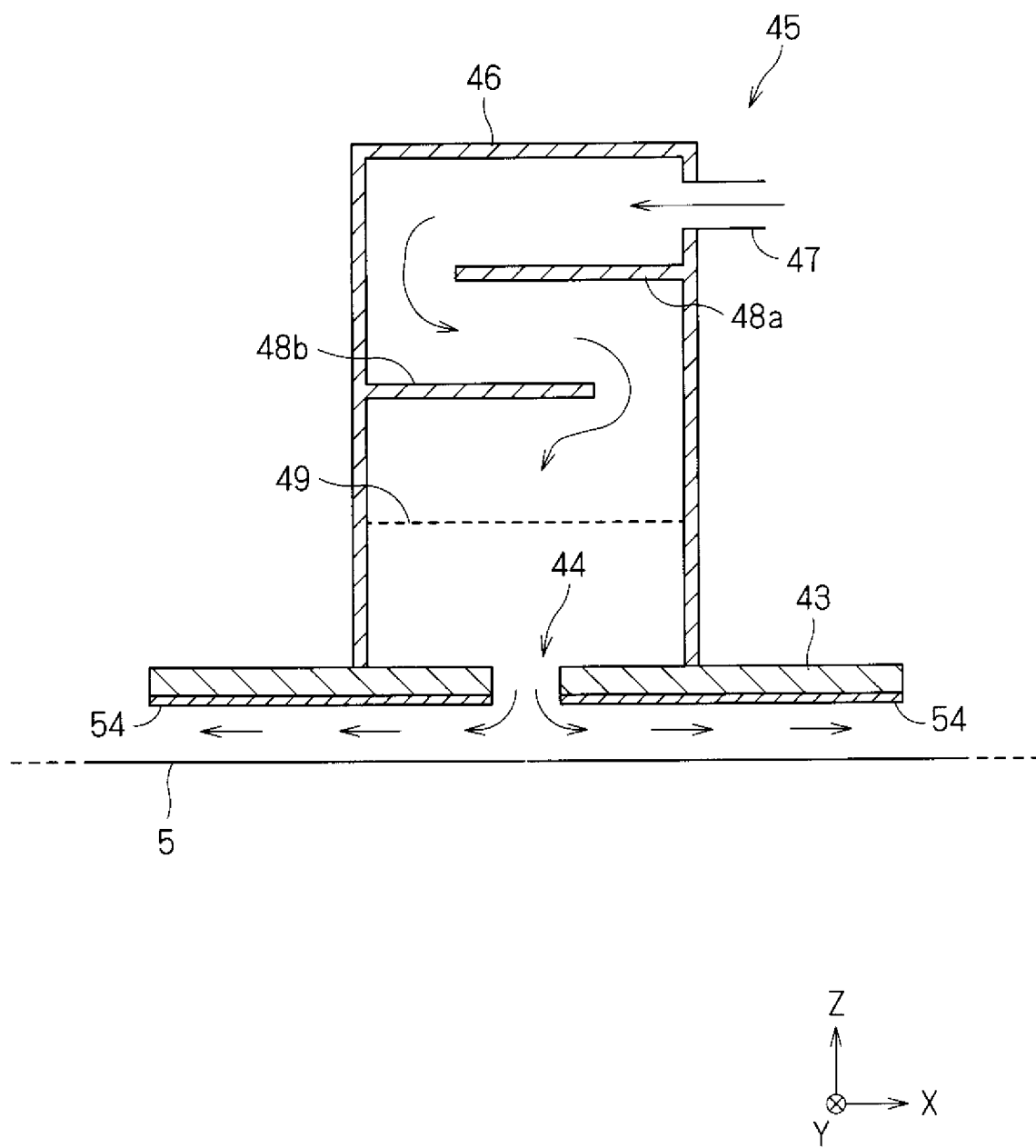
[図6]



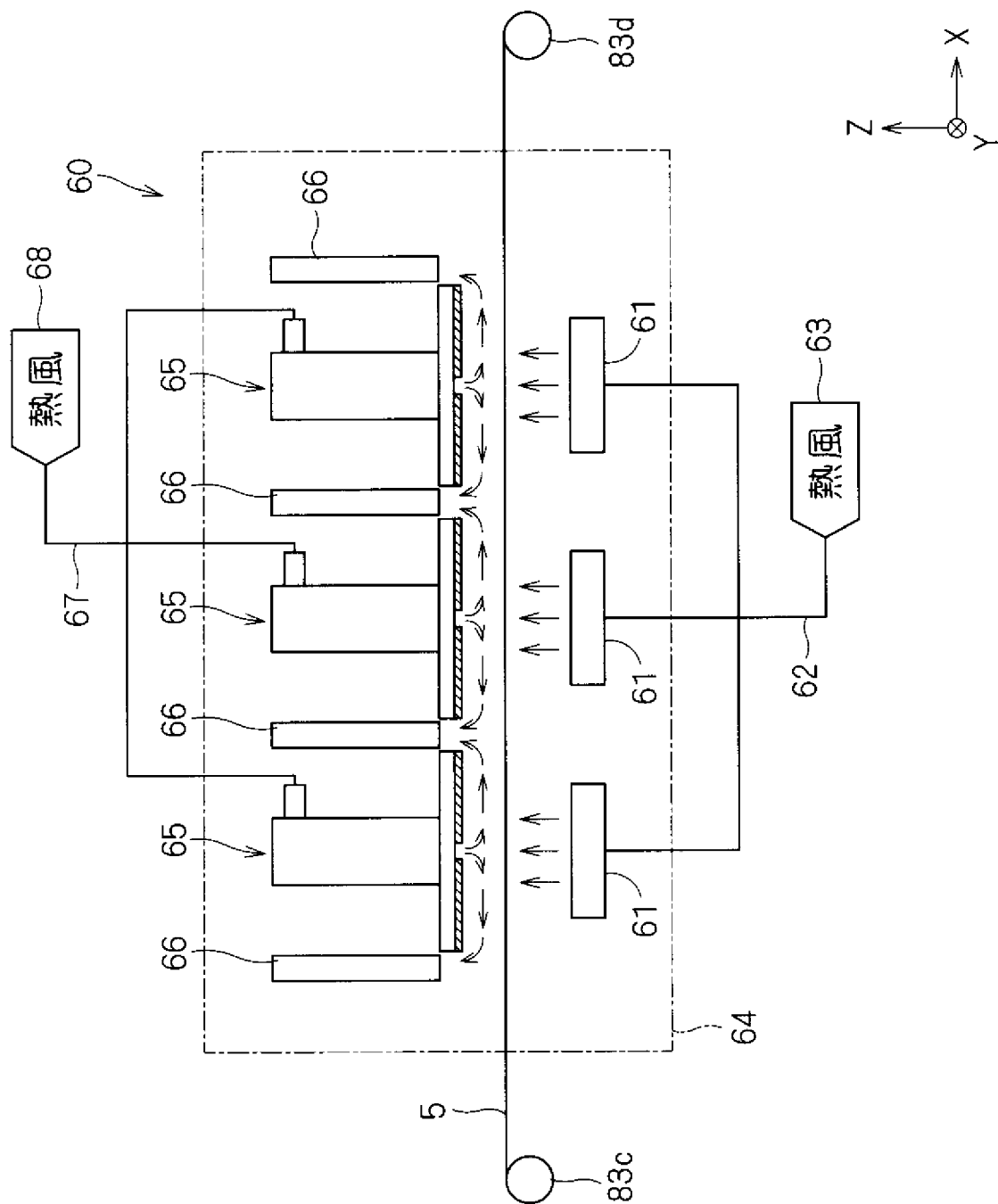
[図7]



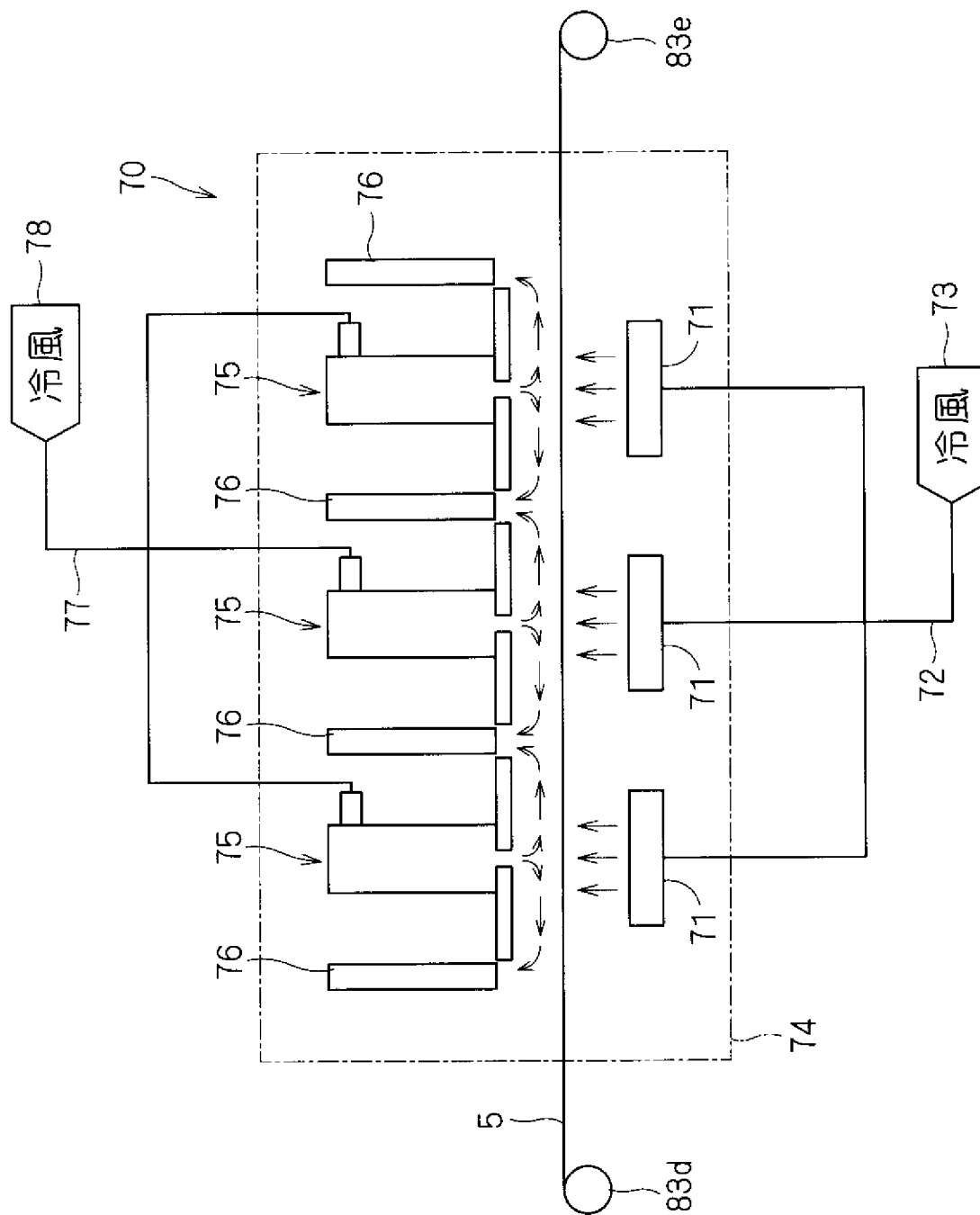
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/069629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F26B13/10(2006.01) i, B05C9/14(2006.01) i, H01M4/04(2006.01) n

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)

F26B13/10, B05C9/14, H01M4/04

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 2001-176502 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 June 2001 (29.06.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-3, 7-10 4-6
Y A	JP 63-305965 A (Toyo Seikan Kaisha, Ltd.), 13 December 1988 (13.12.1988), page 3, lower left column; page 3, lower right column; fig. 1 (Family: none)	1-3, 7-10 4-6



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
09 November, 2011 (09.11.11)Date of mailing of the international search report
22 November, 2011 (22.11.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/069629

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	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 92189/1984 (Laid-open No. 8478/1986) (Chugai Ro Co., Ltd.), 18 January 1986 (18.01.1986), fig. 1 (Family: none)	1-3, 7-10 4-6
Y	JP 8-318198 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 03 December 1996 (03.12.1996), fig. 1 (Family: none)	8-10
Y	JP 56-152757 A (Daido Steel Co., Ltd.), 26 November 1981 (26.11.1981), entire text; all drawings (Family: none)	9, 10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F26B13/10(2006.01)i, B05C9/14(2006.01)i, H01M4/04(2006.01)n

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. F26B13/10, B05C9/14, H01M4/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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	J P 2 0 0 1 - 1 7 6 5 0 2 A（松下電器産業株式会社）2 0 0 1 . 0 6 . 2 9, 全文、全図（ファミリーなし）	1-3, 7-10 4-6
Y A	J P 6 3 - 3 0 5 9 6 5 A（東洋製罐株式会社）1 9 8 8 . 1 2 . 1 3, 第3頁左下欄、同右下欄、第1図（ファミリーなし）	1-3, 7-10 4-6
Y A	日本国実用新案登録出願5 9 - 9 2 1 8 9 号（日本国実用新案登録 出願公開6 1 - 8 4 7 8 号）の願書に添付した明細書及び図面の内 容を記録したマイクロフィルム（中外炉工業株式会社）1 9 8 6 .	1-3, 7-10 4-6

☒ 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

0 9 . 1 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 1 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

黒石 孝志

3 L

9 5 2 7

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

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
	01. 18, 第1図 (ファミリーなし)	
Y	JP 8-318198 A (富士写真フイルム株式会社) 1996. 12. 03, 図1 (ファミリーなし)	8-10
Y	JP 56-152757 A (大同特殊鋼株式会社) 1981. 11. 26, 全文、全図 (ファミリーなし)	9, 10