

(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
2014 年 10 月 16 日(16.10.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/168229 A1

- (51) 国際特許分類:
F26B 23/04 (2006.01) *F27D 11/02* (2006.01)
F26B 3/30 (2006.01) *H05B 3/10* (2006.01)
F27B 9/24 (2006.01) *H05B 3/62* (2006.01)
F27B 9/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/060455
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 11 日(11.04.2014)
- (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 2013-083032 2013 年 4 月 11 日(11.04.2013) JP
- (71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市中区瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 藤田 雄樹(FUJITA, Yuuki); 〒4678530 愛知県名古屋市中区瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 近藤 良夫(KONDO, Yoshio); 〒4678530 愛知県名古屋市中区瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人アイテック国際特許事務所 (ITEC INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒

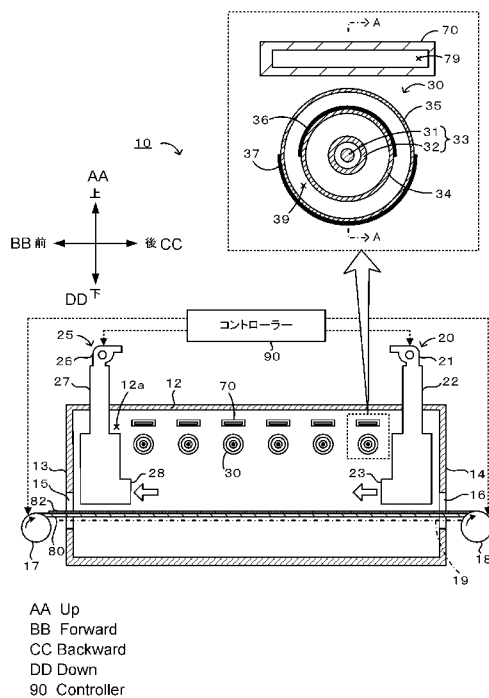
4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目 1 6 番 2 6 号 S C 伏見ビル Aichi (JP).

- (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, LT, 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, 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: DRYING FURNACE

(54) 発明の名称: 乾燥炉



(57) Abstract: A drying furnace (10) provided with: an infrared-ray heater (30); a selectively reflective layer (37) that is positioned, within a furnace body (12), between a filament (31) and a coating film (82), reflects at least part of an infrared ray having a wavelength of less than $2\mu\text{m}$, and transmits at least part of an infrared ray having a wavelength of $2\text{--}4\mu\text{m}$; and an infrared-ray absorbing plate (70) that is positioned within the furnace body (12) at the opposite side of the filament (31) to the selectively reflective layer (37), and can absorb at least part of an infrared ray having a wavelength of less than $2\mu\text{m}$. The infrared-ray heater (30) includes a second outer tube (35) that transmits at least part of an infrared ray having a wavelength of $2\text{--}4\mu\text{m}$, and surrounds the filament (31). At least one of the inner peripheral surface and the outer peripheral surface of the second outer tube (35) includes the selectively reflective layer (37) in a region containing the opposite side of the filament (31) to the infrared-ray absorbing plate (70).

(57) 要約: 乾燥炉 (10) は、赤外線ヒーター (30) と、炉体 (12) 内でフィラメント (31) と塗膜 (82) との間に位置するように配置され、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を反射し且つ波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過する選択反射層 (37) と、炉体 (12) 内でフィラメント (31) からみて選択反射層 (37) とは反対側に配置され、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を吸収可能な赤外線吸収プレート (70) とを備えている。また、赤外線ヒーター (30) は、波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過しフィラメント (31) を囲む第 2 外管 (35) を有しており、第 2 外管 (35) は、内周面と外周面との少なくとも一方のうち、フィラメント (31) からみて赤外線吸収プレート (70) とは反対側を含む領域に選択反射層 (37) を有している。

ト (31) からみて赤外線吸収プレート (70) とは反対側を含む領域に選択反射層 (37) を有している。

WO 2014/168229 A1

明 細 書

発明の名称：乾燥炉

技術分野

[0001] 本発明は、乾燥炉に関する。

背景技術

[0002] 従来、塗膜などの乾燥対象を赤外線ヒーターを用いて乾燥する乾燥炉が知られている。例えば、特許文献1には、発熱体と、発熱体を囲む内管及び外管と、を備えた赤外線ヒーターを用いた乾燥炉が記載されている。この乾燥炉では、赤外線ヒーターの内管及び外管が3.5 μm 以下の波長の赤外線を透過し、3.5 μm を超える波長の赤外線を吸収するフィルタとして機能している。3.5 μm 以下の波長の赤外線は、水素結合を切断する能力に優れるといわれており、この波長の赤外線を乾燥対象に放射して、効率的に乾燥を行うことができるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許4790092号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、このような赤外線ヒーターを用いた乾燥炉で乾燥を行う場合、赤外線ヒーターからは波長2 μm 未満の赤外線も放射される場合がある。この波長2 μm 未満の赤外線が放射されると、この赤外線が例えば乾燥炉の炉体や乾燥対象を過熱してしまうなどにより、乾燥対象が過熱する場合があった。乾燥対象が過熱すると、例えば冷却のための送風が大量に必要になり、乾燥時のエネルギー消費量が増大する場合があった。

[0005] 本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、赤外線ヒーターからの波長2 μm 未満の赤外線による乾燥対象の過熱をより抑制することを主目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明の乾燥炉は、
乾燥対象の乾燥を行うための炉体と、
前記炉体内に配置され、赤外線を含む電磁波を放射する発熱体を有する赤外線ヒーターと、
前記炉体内で前記発熱体と前記乾燥対象との間に位置するように配置され、波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を反射し且つ波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過する選択反射体と、
前記炉体内で前記発熱体からみて前記選択反射体とは反対側に配置され、波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を吸収可能な赤外線吸収体と、
を備えたものである。
- [0007] この本発明の乾燥炉では、赤外線ヒーターの発熱体から赤外線を含む電磁波が放射されると、その電磁波のうち波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線については、乾燥対象方向に放射されたものが選択反射体で反射される。そのため、波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線が発熱体から直線的に乾燥対象側に到達することを抑制できる。しかも、選択反射体で反射された赤外線は、選択反射体から発熱体側に放射されることになるが、これは赤外線吸収体で吸収される。そのため、選択反射体で反射された後の赤外線が炉体などでさらに反射されて乾燥対象側に到達することも抑制できる。以上により、赤外線ヒーターからの波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線による乾燥対象の過熱をより抑制することができる。なお、赤外線ヒーターから放射された波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線については、選択反射体を透過して乾燥対象側に到達できるため、この赤外線により乾燥対象を乾燥することができる。この場合において、選択反射体は、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 3.5\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過することが好ましい。波長 $3.5\ \mu\text{m}$ 以下の赤外線は、水や溶剤などの分子中の水素結合を切断する能力に優れているため、選択反射体がこれを透過することでより効率よく乾燥対象を乾燥することができる。また、選択反射体は、波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線だけでなく、赤外線よりも波長の短い $0.7\ \mu\text{m}$ 未満の電磁波の少なく

とも一部についても反射可能であってもよい。この場合、赤外線吸収体は、赤外線よりも波長の短い $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 未満の電磁波の少なくとも一部についても吸収可能であってもよい。また、選択反射体及び赤外線吸収体は、他の部材の表面に形成された層状（膜状）の形態としてもよいし、独立した部材の形態としてもよい。

[0008] この場合において、選択反射体は、波長 $2\text{ }\mu\text{m}$ 未満の赤外線の透過率よりも波長 $2\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ の赤外線の透過率の方が高いものとするのが好ましい。なお、「波長 $2\text{ }\mu\text{m}$ 未満の赤外線の透過率よりも波長 $2\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ の赤外線の透過率の方が高い」とは、波長 $2\text{ }\mu\text{m}$ 未満の赤外線の全透過率よりも波長 $2\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ の赤外線の全透過率が高い場合のほか、波長 $2\text{ }\mu\text{m}$ 未満の赤外線の全透過率よりも高い透過率となる波長の範囲が波長 $2\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内に存在している場合も含む。例えば、選択反射体は、波長 $2\text{ }\mu\text{m}$ 未満の赤外線の全透過率が 20% 以下であり、波長 $2\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ の赤外線の全透過率が 80% 以上としてもよい。また、選択反射体は、波長 $2\sim 3.5\text{ }\mu\text{m}$ の赤外線の全透過率が 80% 以上としてもよい。

[0009] 本発明の乾燥炉において、前記赤外線ヒーターは、波長 $2\text{ }\mu\text{m}\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過し前記発熱体を囲む管状部材、を有しており、前記管状部材は、内周面と外周面との少なくとも一方のうち、前記発熱体からみて前記赤外線吸収体とは反対側を含む領域に前記選択反射体を有していてもよい。こうすれば、選択反射体を赤外線ヒーターとは別の部材として炉体内に配置することなく、赤外線ヒーターからの波長 $2\text{ }\mu\text{m}$ 未満の赤外線による乾燥対象の過熱をより抑制することができる。

[0010] この場合において、前記赤外線ヒーターは、波長 $2\text{ }\mu\text{m}\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過し前記発熱体を囲む第1管と、該発熱体及び該第1管を囲む前記管状部材である第2管と、を有しており、前記第1管は、内周面と外周面との少なくとも一方のうち、前記発熱体からみて前記乾燥対象とは反対側を含む領域に波長 $2\text{ }\mu\text{m}\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を反射する反射層を有していてもよい。こうすれば、赤外線ヒーターの発熱体から

乾燥対象とは反対方向に放射された電磁波のうち、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線は反射層によって反射される。そのため、この波長の赤外線を乾燥対象に効率よく照射でき、乾燥効率が向上する。

[0011] 本発明の乾燥炉において、前記炉体内で前記赤外線ヒーターが配置された空間と前記乾燥対象が配置される空間とを仕切り、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過する隔壁、を備え、前記隔壁は、前記選択反射体を有していてもよい。こうすれば、赤外線ヒーターが配置された空間と前記乾燥対象が配置される空間とが仕切られているため、前者の空間やその空間内の物体、その空間に面する炉体などが波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線により過熱した場合でも、乾燥対象が過熱されにくい。したがって、赤外線ヒーターからの波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線による乾燥対象の過熱をより抑制することができる。ここで、「前記隔壁は、前記選択反射体を有する」とは、隔壁全体が選択反射体である場合を含む意である。また、隔壁は、表面全体に選択反射体を有するものとしてもよい。

[0012] 上述した隔壁を備える態様の本発明の乾燥炉において、前記炉体は、内周面に前記赤外線吸収体を有していてもよい。こうすれば、赤外線吸収体を独立した部材として炉体内に配置することなく、選択反射体で反射された赤外線を赤外線吸収体で吸収できる。

[0013] 本発明の乾燥炉において、前記赤外線吸収体は、冷媒が流通可能な冷媒流路を内部に有していてもよい。こうすれば、赤外線吸収体を冷媒で冷却できるため、赤外線吸収体が赤外線を吸収して過熱するのをより抑制でき、赤外線吸収体の過熱が乾燥対象に悪影響（例えば乾燥対象の過熱など）を与えることをより抑制できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]乾燥炉 10 の縦断面図である。

[図2]図 1 の赤外線ヒーター 30 と赤外線吸収プレート 70 との断面を示す A-A 断面図である。

[図3]赤外線ヒーター 30 から放射される赤外線の波長特性の一例を示す説明

図である。

[図4]変形例の乾燥炉 110 の縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 次に、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。図1は、本発明の一実施形態である乾燥炉10の縦断面図である。乾燥炉10は、シート80上に塗布された乾燥対象としての塗膜82の乾燥を赤外線を用いて行うものであり、炉体12と、給気装置20と、排気装置25と、赤外線ヒーター30と、赤外線吸収プレート70と、コントローラ90と、を備えている。また、乾燥炉10は、炉体12の前方（図1の左側）に設けられたロール17と、炉体12の後方（図1の右側）に設けられたロール18と、を備えている。この乾燥炉10は、塗膜82が上面に形成されたシート80を、ロール17、18により連続的に搬送して乾燥を行う、ロールトゥロール方式の乾燥炉として構成されている。

[0016] 炉体12は、塗膜82の乾燥を行うためのものである。炉体12は、略直方体に形成された断熱構造体であり、内部の空間である空間12aと、炉体の前端面13及び後端面14にそれぞれ形成され外部から空間12aへの出入口となる開口15、16を有している。この炉体12は、前端面13から後端面14までの長さが例えば2～10mである。炉体12は、開口17から開口18に至る通路である搬送通路19を備えている。搬送通路19は、炉体12を水平方向に貫通している。片面に塗膜82が塗布されたシート80は、この搬送通路19を通過していく。

[0017] 給気装置20は、流体をシート80の表面側に供給（送風）して炉体12内を通過する塗膜82やシート80を冷却させる装置である。給気装置20は、給気ファン21と、パイプ構造体22と、給気口23と、を備えている。給気ファン21は、パイプ構造体22に取り付けられており、流体をパイプ構造体22の内部へ供給するものである。流体は、シート80を冷却可能な冷風であり、例えば常温や50℃以下の空気である。給気ファン21は、流体の流量や温度の調節が可能となっている。パイプ構造体22は、給気フ

ファン 21 からの流体の通路となるものである。パイプ構造体 22 は、給気ファン 21 から炉体 12 の天井を貫通して炉体 12 の内部までの通路を形成している。給気口 23 は、給気ファン 21 からの流体の炉体 12 への供給口となるものである。この給気口 23 は、炉体 12 のうちシート 80 の搬出側である開口 16 側の端部に設けられ、搬入側である開口 15 側に向けて水平に開口している。これにより、給気装置 20 は、シート 80 の搬送方向とは反対方向に（図 1 の左方向に）流体を供給する。

[0018] 排気装置 25 は、炉体 12 内の雰囲気ガスを排出する装置である。排気装置 25 は、排気ファン 26 と、パイプ構造体 27 と、排気口 28 と、を備えている。排気口 28 は、炉体 12 のうちシート 80 の搬入側である開口 15 側の端部に設けられ、搬出側である開口 16 側に向けて水平に開口している。排気口 28 はパイプ構造体 27 に取り付けられており、炉体 12 内の雰囲気ガス（主に塗膜 82 の表面に沿って流れた後の給気装置 20 からの送風）を吸気してパイプ構造体 27 内に導く。パイプ構造体 27 は、排気口 28 から排気ファン 26 への雰囲気ガスの流路となるものである。パイプ構造体 27 は、排気口 28 から炉体 12 の天井を貫通して排気ファン 26 までの通路を形成している。排気ファン 26 は、パイプ構造体 27 に取り付けられており、パイプ構造体 27 内部の雰囲気ガスを排気する。

[0019] 赤外線ヒーター 30 は、炉体 12 内を通過する塗膜 82 に赤外線を照射する装置であり、炉体 12 内の空間 12a の天井近くに複数取り付けられている。本実施形態では、赤外線ヒーター 30 は前端面 13 側から後端面 14 側にわたって略均等に複数本（本実施形態では 6 本）配置されている。この複数の赤外線ヒーター 30 は、いずれも同様の構成をしており、その長手方向と塗膜 82 の搬送方向とが直交するように取り付けられている。以下、1 つの赤外線ヒーター 30 の構成について説明する。

[0020] 図 2 は図 1 の赤外線ヒーター 30 と赤外線吸収プレート 70 との断面を示す A-A 断面図である。なお、図 2 に示した断面はヒーター本体 33 の中心線を通るように切断した面である。図 1、図 2 に示すように、赤外線ヒータ

ー30は、タングステン製のフィラメント31を内管32が囲むように形成されたヒーター本体33と、このヒーター本体33の外側に設けられ内管32を囲むように形成された第1外管34と、第1外管34の外側に設けられ第1外管34を囲むように形成された第2外管35と、を備えており、これらの両端にはキャップ40が取り付けられている（図2）。第1外管34と第2外管35との間の空間は、冷媒（例えば空気）を流通可能な冷媒流路39となっている。また、赤外線ヒーター30は、第2外管35の表面温度を検出する温度センサ49を備えている（図2参照）。温度センサ49は、本実施形態では図2に示すように第2外管35のうち塗膜82側（図1, 2の下側）に配置されているものとした。なお、内管32, 第1外管34, 第2外管35は同心円状に配置されており、その円の中心にフィラメント31が位置するようになっている。

[0021] ヒーター本体33は、両端がキャップ40の内部に配置されたホルダー45に支持されている。このヒーター本体33は、炉体12の外部に配置された電力供給源50（図2参照）からフィラメント31へ電力が供給されて、フィラメント31が所定温度（例えば1200～1700℃）に加熱されると、赤外線を含む電磁波を放射する。フィラメント31が放射する電磁波は、特に限定するものではないが、例えば、ピーク波長が赤外線領域（波長が0.7 μm ～8 μm の領域）や近赤外線領域（波長が0.7 μm ～3.5 μm の領域）にあるものである。本実施形態では、ピーク波長が3.5 μm 付近の電磁波を放射するものとした。内管32は、フィラメント31を囲む断面円形の管であり、フィラメント31から放射された電磁波の一部を吸収し且つ赤外線を透過する赤外線透過材料で形成されている。内管32に用いるこのような赤外線透過材料としては、例えば、ゲルマニウム、シリコン、サファイア、フッ化カルシウム、フッ化バリウム、セレン化亜鉛、硫化亜鉛、カルコゲナイドガラス、透過性アルミナセラミックスなどのほか、赤外線を透過可能な石英ガラスなどが挙げられる。本実施形態では、内管32は、上述した赤外線透過材料のうち、電磁波の一部として波長が4 μm を超える赤

外線を吸収し且つ波長が $4\ \mu\text{m}$ 以下の赤外線を透過する石英ガラスで形成されているものとした。また、内管32の内部は、真空雰囲気又はハロゲン雰囲気となっている。このフィラメント31に接続された電気配線31aは、キャップ40に設けられた配線引出部47を介して気密に外部へ引き出され、電力供給源50に接続されている。キャップ40は、図2に示すように、円盤状の蓋44と、その蓋44に立設された円筒部42、43とを一体成形したものである。第1外管34及び第2外管35の左右両端は、それぞれ円筒部42、43に固定されている。

[0022] 第1外管34及び第2外管35は、上述した赤外線透過材料で形成された管である。本実施形態では、第1外管34及び第2外管35は、内管32と同様に、波長が $4\ \mu\text{m}$ を超える赤外線を吸収し且つ $4\ \mu\text{m}$ 以下の赤外線については透過する石英ガラス材料で形成されているものとした。なお、第1外管34、第2外管35は、冷媒流路39を流れる冷媒によって、例えば 200°C 以下に冷却可能になっている。

[0023] 第1外管34の外周面には、反射層36が形成されている。この反射層36は、第1外管34の外周面のうち、フィラメント31からみて塗膜82とは反対側（図1の上側）を含む領域に形成され、フィラメント31の周囲の一部のみを覆うように設けられている。本実施形態では、反射層36は、第1外管34の上側半分を全て覆っているものとした。反射層36は、その断面の円弧を含む円の中心位置にフィラメント31が位置するように配置されている。この反射層36は、フィラメント31から放射される電磁波のうち赤外線の少なくとも一部を反射する赤外線反射材料で形成されている。赤外線反射材料としては、例えば金、白金、アルミニウムなどが挙げられる。本実施形態では、反射層36は、波長 $2\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を反射する材料で形成されているものとした。この反射層36は、第1外管34の表面に塗布乾燥、スパッタリングやCVD、溶射といった成膜方法を用いて赤外線反射材料を成膜することで形成されている。また、反射層36は、冷媒流路39に面しており、冷媒流路39を流れる冷媒によって冷却

される。

[0024] 第2外管35の外周面には、選択反射層37が形成されている。この選択反射層37は、炉体12の空間12a内においてフィラメント31と塗膜82との間に位置するように配置されている。より具体的には、選択反射層37は、第2外管35の外周面のうち、フィラメント31からみて塗膜82と同じ側（図1の下側）を含む領域に形成され、フィラメント31の周囲の一部のみを覆うように設けられている。本実施形態では、選択反射層37は、第2外管35の外周面の下側半分を全て覆っているものとした。選択反射層37は、その断面の円弧を含む円の中心位置にフィラメント31が位置するように配置されている。この選択反射層37は、フィラメント31から放射される電磁波のうち波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線の一部を反射し且つ波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の一部を透過する選択反射材料で形成されている。これにより、選択反射層37は、波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線を選択的に透過するフィルターとして機能する。選択反射層37は、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線の透過率よりも波長 $2\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の透過率の方が高いものとするのが好ましい。本実施形態では、選択反射層37は、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線の全透過率が20%以下であり、波長 $2\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の全透過率が80%以上であるものとした。なお、選択反射層37は、波長 $4\mu\text{m}$ を超える電磁波を透過するものとしてもよいし、波長 $4\mu\text{m}$ を超える電磁波を反射するものとしてもよい。前者の場合は選択反射層37がローパスフィルターとして機能し、後者の場合は選択反射層37がバンドパスフィルターとして機能する。本実施形態では、選択反射層37は波長 $4\mu\text{m}$ を超える電磁波を透過するものとした。このように特定の波長領域の電磁波を反射可能な選択反射層37は、例えばコレステリック液晶材料を含む塗膜を第2外管35の表面に塗布乾燥及び硬化させるといった成膜方法を用いて選択反射材料を成膜して形成することができる。なお、コレステリック液晶の膜を1層ずつ塗り重ねていき、複数のコレステリック液晶層からなる選択反射材料を形成して選択反射層37としてもよい。このような選択反射材料の

形成については、例えば特開 2012-181359 号公報に記載されている。

[0025] 冷媒流路 39 は、第 1 外管 34 と第 2 外管 35 との間の空間であり、キャップ 40 に設けられた流体出入口 48 を通じて冷媒が流通可能となっている。冷媒は、例えば空気などの流体である。流体出入口 48 は、炉体 12 の外部に配置された第 1 冷媒供給原 60 と接続されている。この第 1 冷媒供給原 60 から供給された冷媒は、一方の流体出入口 48 から冷媒流路 39 内に流入し、冷媒流路 39 内を流通して他方の流体出入口 48 から流出する。冷媒流路 39 を流通する冷媒は、赤外線ヒーター 30 の外面である第 2 外管 35 の温度や第 1 外管 34 の温度を下げたり、任意の温度に調整したりする役割を果たす。

[0026] 赤外線吸収プレート 70 は、主に赤外線ヒーター 30 から放射された赤外線を吸収する略直方体の部材であり、炉体 12 内の空間 12a の天井と赤外線ヒーター 30 との間に、複数取り付けられている。本実施形態では、赤外線吸収プレート 70 は 6 個配置されており、各赤外線吸収プレート 70 が赤外線ヒーター 30 と 1 対 1 に対応して、対応する赤外線ヒーター 30 と炉体 12 の天井との間に取り付けられている。すなわち、赤外線吸収プレート 70 は、炉体 12 の空間 12a 内で赤外線ヒーター 30 のフィラメント 31 からみて選択反射層 37 とは反対側（図 1，図 2 の上側）に配置されている。この複数の赤外線吸収プレート 70 は、いずれも同様の構成をしており、長手方向が搬送方向と直交するように取り付けられている。以下、1 つの赤外線吸収プレート 70 の構成について説明する。

[0027] 赤外線吸収プレート 70 は、図 1 に示すように、赤外線ヒーター 30 の外径よりも前後方向の幅（図 1 の左右の幅）が大きくなるように形成されている。また、赤外線吸収プレート 70 は、赤外線ヒーター 30 の塗膜 82 とは反対側の領域（図 1，2 における赤外線ヒーター 30 の直上の領域）を覆うように配置されている。この赤外線吸収プレート 70 は、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を吸収可能な赤外線吸収材料で形成されている。赤

外線吸収プレート70に用いるこのような赤外線吸収材料としては、例えば、SiCを含む多孔質体に熔融Siを含浸させてなるSi-SiC系複合材料（シリコン含浸SiC）などが挙げられる。赤外線吸収プレート70は、内部が中空になっており、この内部の空間が冷媒流路79となっている。この冷媒流路79は赤外線吸収プレート70に設けられた2箇所の流体出入口78を通じて冷媒が流通可能となっている。冷媒は、流体であればよく、例えば空気などの気体としてもよいし、水などの液体としてもよい。本実施形態では、冷媒は水であるものとした。流体出入口78は、炉体12の外部に配置された第2冷媒供給源65と接続されている。この第2冷媒供給源65から供給された冷媒は、一方の流体出入口78から冷媒流路79内に流入し、冷媒流路79内を流通して他方の流体出入口78から流出する。冷媒流路79を流通する冷媒は、赤外線を吸収して加熱される赤外線吸収プレート70の温度を下げる役割を果たす。なお、赤外線吸収プレート70は、冷媒流路79を流れる冷媒によって、例えば200℃以下に冷却可能になっている。

[0028] シート80は、特に限定するものではないが、例えば樹脂製のシートであり、本実施形態ではPETフィルムからなるものとした。シート80は、特に限定するものではないが、例えば厚さ10～100μm、幅200～1000mmである。また、塗膜82は、シート80の上面に塗布されたものであり、例えば乾燥後にMLCC（積層セラミックコンデンサ）用の薄膜として用いられるものである。塗膜82は、例えばセラミック粉末又は金属粉末と、有機バインダーと、有機溶剤とを含むものである。塗膜82の厚みは、特に限定するものではないが、例えば20～1000μmである。

[0029] コントローラー90は、CPUを中心とするマイクロプロセッサとして構成されている。このコントローラー90は、給気ファン21や排気ファン26に制御信号を出力して、給気口23から送風される流体の温度及び風量を制御したり、空間12aの雰囲気気の排気口28からの排気量を制御したりする。また、コントローラー90は、熱電対である温度センサ49が検出し

た第2外管35の温度を入力したり、第1冷媒供給原60と流体出入口48とを接続する配管の途中に設けられた開閉弁61及び流量調整弁62に制御信号を出力したりして、赤外線ヒーター30の冷媒流路39を流れる冷媒の流量を個別に制御する（図2参照）。同様に、コントローラー90は、第2冷媒供給原65と流体出入口78とを接続する配管の途中に設けられた開閉弁66及び流量調整弁67に制御信号を出力したりして、赤外線吸収プレート70の冷媒流路79を流れる冷媒の流量を個別に制御する。更に、コントローラー90は、電力供給源50からフィラメント31へ供給される電力の大きさを調整するための制御信号を電力供給源50へ出力して、赤外線ヒーター30のフィラメント温度を個別に制御する。また、コントローラー90は、ロール17、ロール18の回転速度を制御することで、炉体12内のシート80及び塗膜82の通過時間やシート80及び塗膜82にかかる張力を調整することができる。

[0030] 次に、こうして構成された乾燥炉10を用いて塗膜82を乾燥する様子について説明する。まず、コントローラー90がロール17、ロール18を回転させ、シート80の搬送を開始する。これにより、乾燥炉10の左端に配置されたロール17からシート80が巻き外されていく。また、シート80は開口15から炉体12内に搬入される直前に図示しないコーターによって上面に塗膜82が塗布される。そして、塗膜82が塗布されたシート80は、炉体12内に搬送される。このとき、コントローラー90は、給気ファン21、排気ファン26、電力供給源50、第1冷媒供給原60、第2冷媒供給源65を制御する。これにより、シート80が炉体12の空間12a内を通過する間に、シート80の上面に形成された塗膜82は、赤外線ヒーター30からの赤外線が照射されることによって乾燥される。また、これと同時に、給気装置20からの冷風が塗膜82やシート80を冷却したり、塗膜82から蒸発した溶剤を除去したりする。なお、コントローラー90は、シート80の温度がPETフィルムのガラス転移点（約70℃）以下の所定値（例えば60℃、50℃、45℃など）となるように給気ファン21の温度や

流量を制御する。この流量や温度はあらかじめ定められているものとしてもよい。あるいは、例えばシート80上や炉体12内に設けられた温度センサが検出した温度に基づいてシート80の温度がガラス転移点以下に保たれるように温度や流量を調整するものとしてもよい。こうして、シート80がガラス転移点以下に保たれたままで塗膜82が乾燥されて薄膜となり、開口16から搬出される。そして、この薄膜（塗膜82）は、炉体12の右端に設置されたロール18にシート80とともに巻き取られる。その後、薄膜はシート80から剥離され、所定形状に切断されて積層され、MLCCが製造される。

[0031] ここで、塗膜82を乾燥する際の赤外線ヒーター30から放射される赤外線について説明する。図3は、赤外線ヒーター30から放射される赤外線の波長特性の一例を示す説明図である。上述したように、赤外線ヒーター30は、フィラメント31からピーク波長が $3.5\mu\text{m}$ 付近にある赤外線を放射する（図3の実線）。この赤外線には、波長が $2\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線や、波長が $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線が含まれている。そして、赤外線ヒーター30は、上述した赤外線透過材料で形成された内管32、第1外管34第2外管35を有しているため、 $4\mu\text{m}$ を超える波長領域の赤外線はこれらに吸収される（図3の領域A）。また、赤外線ヒーター30は、上述した選択反射材料で形成された選択反射層37をフィラメント31と塗膜82との間に有しているため、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線のうち塗膜82方向（図1の下方向）に放射されたものが選択反射層37で反射される（図3の領域B）。選択反射層37で反射された赤外線は、選択反射層37からフィラメント31側（図1の上方向）に放射されることになるが、これは赤外線吸収プレート70で吸収される。これらにより、赤外線ヒーター30から塗膜82やシート80へ到達する赤外線は、波長 $4\mu\text{m}$ 超過の成分や波長 $2\mu\text{m}$ 未満の成分の割合の小さいものとなる。また、フィラメント31から塗膜82とは反対方向（図1の上方向）に放射された電磁波のうち、波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線は反射層36によって反射されて塗膜82側へ放射されるため、赤外線ヒーター3

0から塗膜82やシート80へ到達する赤外線は、波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の成分の割合がより多いものとなる。

[0032] ここで、本実施形態の構成要素と本発明の構成要素との対応関係を明らかにする。本実施形態の炉体12が本発明の炉体に相当し、フィラメント31が発熱体に相当し、赤外線ヒーター30が赤外線ヒーターに相当し、選択反射層37が選択反射体に相当し、赤外線吸収プレート70が赤外線吸収体に相当する。また、第2外管35が管状部材及び第2管に相当し、第1外管34が第1管に相当し、冷媒流路79が冷媒流路に相当する。塗膜82が乾燥対象に相当する。

[0033] 以上説明した本実施形態の乾燥炉10は、炉体12内でフィラメント31と塗膜82との間に位置するように配置され、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を反射し且つ波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過する選択反射層37と、炉体12内でフィラメント31からみて選択反射層37とは反対側に配置され、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を吸収可能な赤外線吸収プレート70とを備えている。そのため、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線がフィラメント31から直線的に塗膜82側に到達することを抑制できる。しかも、赤外線吸収プレート70があることにより、選択反射層37で反射された後の赤外線が炉体12などでさらに反射されて塗膜82側に到達することも抑制できる。これらにより、塗膜82の過熱をより抑制することができる。また、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線が塗膜82側に到達すると、例えば塗膜82やシート80が過熱してしまい、シート80の変形が起きることで塗膜82に悪影響を与える場合がある。本実施形態の乾燥炉10では、このような赤外線ヒーター30からの波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線による塗膜82への影響もより抑制することができる。また、シート80や塗膜82が過熱すると、例えば塗膜82を所定温度以下に保ったりシート80をガラス転移点以下に保ったりするために必要な給気ファン21からの冷風の量が増大するが、これも抑制できる。これにより、乾燥時の消費エネルギー量をより低減することができる。なお、乾燥炉10では、赤外線ヒーター3

0から放射される波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線については、選択反射層37を透過して塗膜82側に到達できるため、この赤外線により塗膜82を乾燥することができる。

[0034] また、赤外線ヒーター30は、波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過しフィラメント31を囲む第2外管35を有しており、第2外管35は、内周面と外周面との少なくとも一方のうち、フィラメント31からみて赤外線吸収プレート70とは反対側を含む領域に選択反射層37を有している。このため、選択反射層37を赤外線ヒーター30とは別の部材として炉体12内に配置することなく、赤外線ヒーター30からの波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線による塗膜82への影響をより抑制することができる。

[0035] さらに、赤外線ヒーター30は、波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過しフィラメント31を囲む第1外管34と、フィラメント31及び第1外管34を囲む第2外管35と、を有しており、第1外管34は、内周面と外周面との少なくとも一方のうち、フィラメント31からみて塗膜82とは反対側を含む領域に波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を反射する反射層36を有している。このため、フィラメント31から塗膜82とは反対方向に放射された電磁波のうち、波長 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ の赤外線を反射することができる。これにより、この波長の赤外線を塗膜82に効率よく照射して乾燥効率を向上させることができる。

[0036] さらにまた、赤外線吸収プレート70は、冷媒が流通可能な冷媒流路79を内部に有している。このため、赤外線吸収プレート70を冷媒で冷却でき、赤外線吸収プレート70が赤外線を吸収して過熱するのをより抑制できる。これにより、赤外線吸収プレート70の過熱が塗膜82に悪影響を与えることをより抑制できる。

[0037] なお、本発明は上述した実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

[0038] 例えば、上述した実施形態では、赤外線ヒーター30の第2外管35に選択反射層37を形成するものとしたが、これに限らず炉体12内でフィラメ

ント31と塗膜82との間に位置するように選択反射層37を配置すればよい。図4は、変形例の乾燥炉110の縦断面図である。乾燥装置110は、赤外線ヒーター130が赤外線ヒーター30と異なり選択反射層37を備えない点、隔壁185及び選択反射層137を備える点、赤外線吸収プレート70を備えない代わりに赤外線吸収層170を備える点、以外は、乾燥炉10と同様の構成である。そのため、乾燥炉110の構成要素のうち乾燥炉10と同じ構成要素については乾燥炉10と同じ符号を付してその説明を省略する。隔壁185は、図4に示すように、炉体12内部に設けられ、炉体12の空間12aのうち赤外線ヒーター30が設けられた空間と塗膜82が配置される（搬送される）空間とを水平に仕切る部材である。この隔壁185は、波長 $2\mu\text{m}$ ～ $4\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過するものであり、例えば内管32などと同様の石英ガラスなど、上述した赤外線透過材料により形成されている。この隔壁85のうち赤外線ヒーター30側の表面（図4の上面）には選択反射層137が形成されている。この選択反射層137は、上述した選択反射層37と同じ選択反射材料で形成されている。赤外線吸収層170は、炉体12の内周面のうちフィラメント31からみて選択反射層137とは反対側（図4における上側）の面に配置されている。この赤外線吸収層170は、例えば黒体塗料などの、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を吸収可能な材料を炉体12の内周面に塗布乾燥して形成されている。この乾燥炉110でも、上述した実施形態と同様に、波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線がフィラメント31から塗膜82側に到達することを選択反射層137によって抑制できる。また、赤外線吸収層170により、選択反射層137で反射された後の赤外線が炉体12などでさらに反射されることも抑制できる。しかも、隔壁185によって赤外線ヒーター30が配置された空間と塗膜82が配置される空間とが仕切られているため、赤外線ヒーター30が配置された空間やその空間内の物体、その空間に面する炉体12などが波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤外線により過熱した場合でも、塗膜82やシート80が過熱されにくい。したがって、赤外線ヒーター30からの波長 $2\mu\text{m}$ 未満の赤

外線による塗膜 82 への影響をより抑制することができる。また、赤外線吸収層 170 は炉体 12 の内周面に形成したものであるため、赤外線吸収プレート 70 のような独立した部材を炉体 12 内に配置することなく、選択反射層 137 で反射された赤外線を赤外線吸収体で吸収できる。なお、赤外線吸収層 170 は、赤外線吸収プレート 70 とは異なり冷媒流路を有していないが、必ずしも赤外線吸収層 170 を冷却する必要はない。隔壁 185 により空間が仕切られており、赤外線吸収層 170 自身が過熱しても塗膜 82 側の空間への影響が少ないためである。図 4 の乾燥炉 110 において、赤外線ヒーター 130 が赤外線ヒーター 30 と同様に選択反射層 37 を備えていてもよいし、炉体 12 内に赤外線吸収プレート 70 が配置されていてもよい。

[0039] 上述した実施形態では、選択反射層 37 は第 2 外管 35 の外周面に形成するものとしたが、内周面に形成してもよい。また、選択反射層 37 は、第 2 外管 35 の表面に選択反射材料を直接成膜して形成するものとしたが、これに限られない。例えば、基体としての樹脂フィルム上に選択反射材料を成膜して製造された選択反射フィルムを用意し、これを第 2 外管 35 の表面に接合してもよい。この場合、選択反射フィルムの基体は、波長 $2\mu\text{m} \sim 4\mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過するものとするのが好ましい。上述した図 3 の乾燥炉 110 においても、同様に選択反射層 137 の代わりに選択反射フィルムを用いてもよい。あるいは、選択反射層 37, 137 の代わりに選択反射材料からなる独立した部材を、炉体 12 内でフィラメント 31 と塗膜 82 との間に位置するように配置してもよい。

[0040] 上述した実施形態では、反射層 36 は第 1 外管 34 の外周面に形成するものとしたが、内周面に形成してもよい。また、反射層 36 を備えないものとしてもよい。

[0041] 上述した実施形態では、赤外線吸収プレート 70 は赤外線ヒーター 30 毎に 1 つ配置するものとしたが、これに限られない。例えば、複数の赤外線ヒーター 30 のうち選択反射層 37 とは反対側を覆うように、1 つの赤外線吸

収プレート 70 を配置してもよい。また、乾燥炉 10 において赤外線吸収プレート 70 の代わりに乾燥炉 110 の赤外線吸収層 170 を備えるものとしてもよい。

[0042] 上述した実施形態では、内管 32, 第 1 外管 34, 第 2 外管 35 は、波長 $4\ \mu\text{m}$ を超える赤外線を吸収し且つ $4\ \mu\text{m}$ 以下の赤外線を透過する石英ガラスで形成されているものとしたが、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過するものであればよい。例えば、内管 32, 第 1 外管 34, 第 2 外管 35 のいずれか 1 以上が、波長が $3.5\ \mu\text{m}$ を超える赤外線を吸収し且つ波長が $3.5\ \mu\text{m}$ 以下の赤外線を透過するものとしてもよい。同様に、選択反射層 37 は、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過するものとしたが、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 3.5\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過するものとしてもよい。波長 $3.5\ \mu\text{m}$ 以下の赤外線は、水や溶剤などの分子中の水素結合を切断する能力に優れているため、内管 32, 第 1 外管 34, 第 2 外管 35, 選択反射層 37 がこれを透過することでより効率よく塗膜 82 を乾燥することができる。

[0043] 上述した実施形態では、フィラメント 31 はピーク波長が $3.5\ \mu\text{m}$ 付近の電磁波を放射するものとしたが、ピーク波長が $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の領域にある場合に限らず、ピーク波長が $2\ \mu\text{m}$ 未満の領域や $4\ \mu\text{m}$ 超過の領域にあってもよい。この場合でも、波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線や波長 $4\ \mu\text{m}$ 超過の赤外線については内管 32, 第 1 外管 34, 第 2 外管 35, 選択反射層 37 によって塗膜 82 への到達が抑制される。すなわち、フィラメント 31 が放射する電磁波のピーク波長が $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の領域にない場合でも、内管 32, 第 1 外管 34, 第 2 外管 35, 選択反射層 37 によって、塗膜 82 へ到達する電磁波のピーク波長を $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ とすることができる。ただし、乾燥効率がより向上するため、フィラメント 31 が放射する電磁波のピーク波長が $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の領域にあることが好ましい。

[0044] 上述した実施形態では、塗膜 82 は MLC 用の薄膜として用いられるものとしたが、これに限られない。例えば、LTC (低温焼成セラミックス

）やその他のグリーンシート用の薄膜として用いるものとしてもよい。あるいは、塗膜 82 がリチウムイオン二次電池などの電池用の電極となる塗膜として用いられるものとしてもよい。この場合、塗膜 82 は、例えば、電極材（正極活物質又は負極活物質）とバインダーと導電材と溶剤とを共に混練した電極材ペーストを、シート 80 上に塗布したものとしてもよい。塗膜 82 が電池用の電極となる塗膜である場合、シート 80 は、アルミニウムや銅等の金属シートとしてもよい。また、塗膜 82 やシート 80 の材質に応じて、給気ファン 21 からの送風の温度は適宜変更してもよく、例えば 40～400℃の範囲で送風するものとしてもよい。

[0045] 本出願は、2013年4月11日に出願された日本国特許出願第2013-083032号を優先権主張の基礎としており、引用によりその内容の全てが本明細書に含まれる。

産業上の利用可能性

[0046] 本発明は、塗膜などの乾燥対象の乾燥が必要な産業、例えばMLCCやLTCC等を製造するセラミックス産業、リチウムイオン二次電池の電極塗膜を製造する電池産業などに利用可能である。

符号の説明

[0047] 10, 110 乾燥炉、12 炉体、12a 空間、13 前端面、14 後端面、15, 16 開口、17, 18 ロール、19 搬送通路、20 給気装置、21 給気ファン、22 パイプ構造体、23 給気口、25 排気装置、26 排気ファン、27 パイプ構造体、28 排気口、30, 130 赤外線ヒーター、31 フィラメント、31a 電気配線、32 内管、33 ヒーター本体、34 第1外管、35 第2外管、36 反射層、37, 137 選択反射層、39 冷媒流路、40 キャップ、42～43 円筒部、44 蓋、45ホルダー、47 配線引出部、48 流体出入口、49 温度センサ、50 電力供給源、60 第1冷媒供給源、61 開閉弁、62 流量調整弁、65 第2冷媒供給源、66 開閉弁、67 流量調整弁、70 赤外線吸収プレート、78 流体出入口、79

冷媒流路、８０ シート、８２ 塗膜、９０ コントローラー、１７０ 赤
外線吸収層、１８５ 隔壁。

請求の範囲

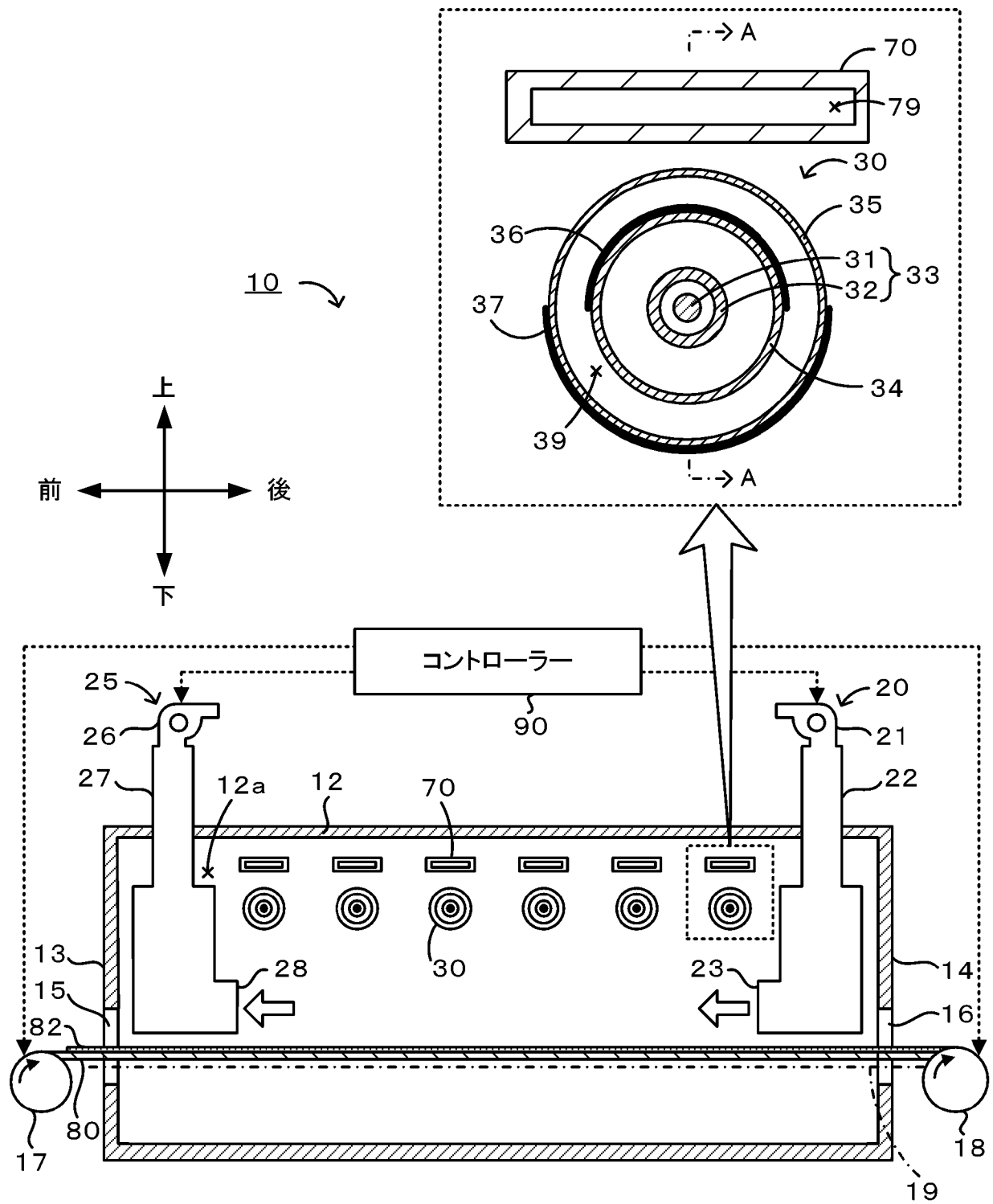
- [請求項1] 乾燥対象の乾燥を行うための炉体と、
 前記炉体内に配置され、赤外線を含む電磁波を放射する発熱体を有する赤外線ヒーターと、
 前記炉体内で前記発熱体と前記乾燥対象との間に位置するように配置され、波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を反射し且つ波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過する選択反射体と、
 前記炉体内で前記発熱体からみて前記選択反射体とは反対側に配置され、波長 $2\ \mu\text{m}$ 未満の赤外線の少なくとも一部を吸収可能な赤外線吸収体と、
 を備えた乾燥炉。
- [請求項2] 前記赤外線ヒーターは、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過し前記発熱体を囲む管状部材、を有しており、
 前記管状部材は、内周面と外周面との少なくとも一方のうち、前記発熱体からみて前記赤外線吸収体とは反対側を含む領域に前記選択反射体を有している、
 請求項1に記載の乾燥炉。
- [請求項3] 前記赤外線ヒーターは、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過し前記発熱体を囲む第1管と、該発熱体及び該第1管を囲む前記管状部材である第2管と、を有しており、
 前記第1管は、内周面と外周面との少なくとも一方のうち、前記発熱体からみて前記乾燥対象とは反対側を含む領域に波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を反射する反射層を有している、
 請求項2に記載の乾燥炉。
- [請求項4] 前記炉体内で前記赤外線ヒーターが配置された空間と前記乾燥対象が配置される空間とを仕切り、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m}$ の赤外線の少なくとも一部を透過する隔壁、
 を備え、

前記隔壁は、前記選択反射体を有している、
請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の乾燥炉。

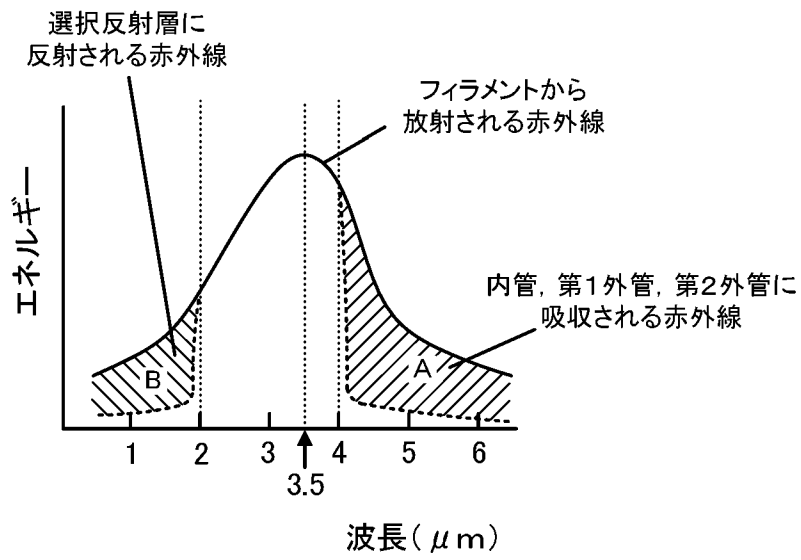
[請求項5] 前記炉体は、内周面に前記赤外線吸収体を有している、
請求項 4 に記載の乾燥炉。

[請求項6] 前記赤外線吸収体は、冷媒が流通可能な冷媒流路を内部に有している、
請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の乾燥炉。

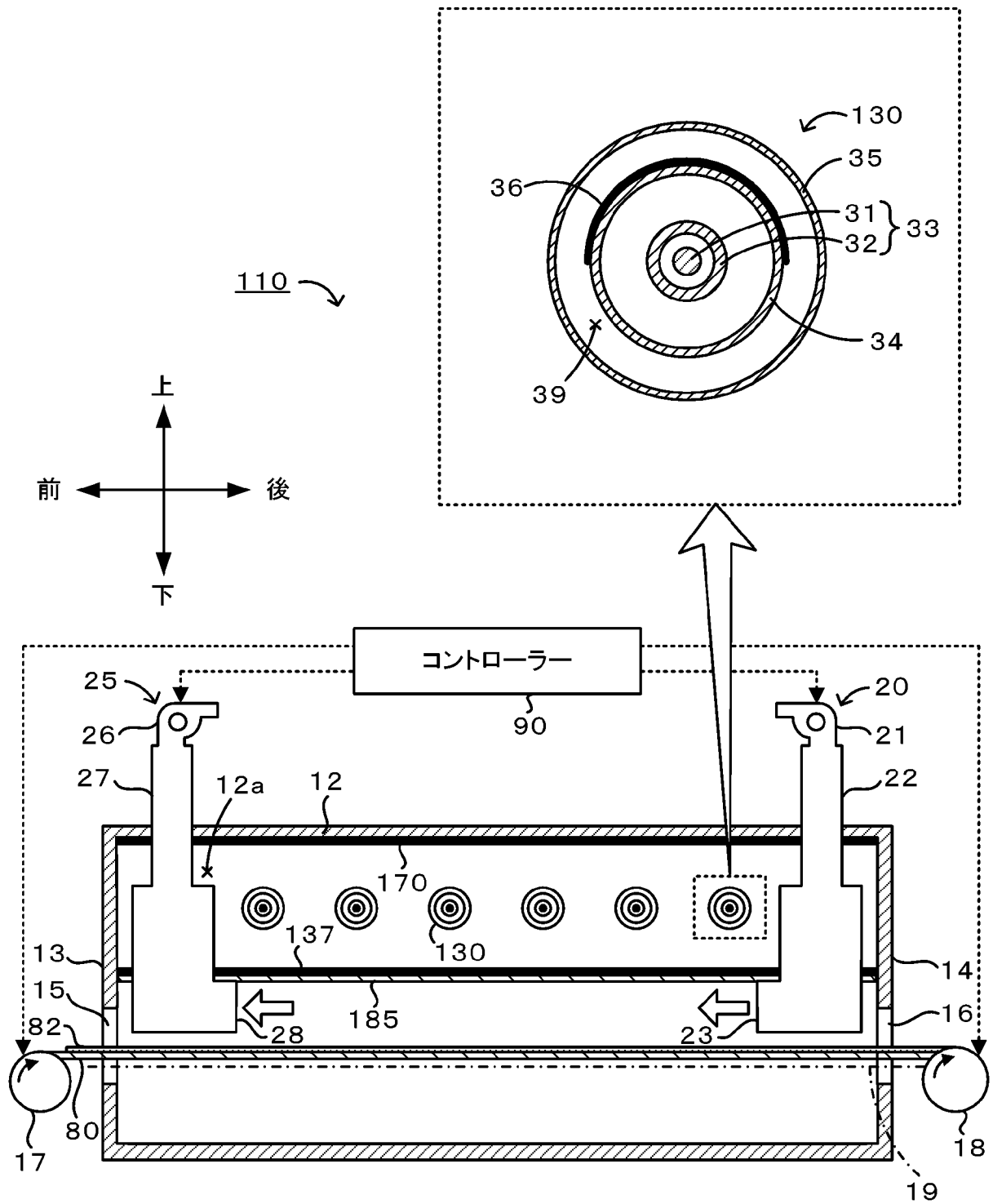
[図1]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060455

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F26B23/04(2006.01)i, F26B3/30(2006.01)i, F27B9/24(2006.01)i, F27B9/36(2006.01)i, F27D11/02(2006.01)i, H05B3/10(2006.01)i, H05B3/62(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)

F26B23/04, F26B3/30, F27B9/24, F27B9/36, F27D11/02, H05B3/10, H05B3/62

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	JP 2013-148310 A (NGK Insulators, Ltd.), 01 August 2013 (01.08.2013), (Family: none)	1-6
A	JP 4790092 B1 (NGK Insulators, Ltd.), 12 October 2011 (12.10.2011), & JP 2012-132662 A & US 2012/0328272 A1 & EP 2566295 A1 & WO 2011/136041 A1 & TW 201201620 A & CN 102860122 A & KR 10-2013-0094689 A	1-6

☐ 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 July, 2014 (09.07.14)

Date of mailing of the international search report
22 July, 2014 (22.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F26B23/04(2006.01)i, F26B3/30(2006.01)i, F27B9/24(2006.01)i, F27B9/36(2006.01)i,
F27D11/02(2006.01)i, H05B3/10(2006.01)i, H05B3/62(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. F26B23/04, F26B3/30, F27B9/24, F27B9/36, F27D11/02, H05B3/10, H05B3/62

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
A	JP 2013-148310 A（日本碍子株式会社）2013.08.01,（ファミリーなし）	1-6
A	JP 4790092 B1（日本碍子株式会社）2011.10.12, & JP 2012-132662 A & US 2012/0328272 A1 & EP 2566295 A1 & WO 2011/136041 A1 & TW 201201620 A & CN 102860122 A & KR 10-2013-0094689 A	1-6

☐ 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 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 7 . 2 0 1 4

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）

豊島 ひろみ

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

3 L

9 4 2 6