

(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
2011 年 5 月 12 日(12.05.2011)

(10) 国際公開番号
WO 2011/055494 A1

- (51) 国際特許分類:
F23D 14/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/006155
- (22) 国際出願日: 2010 年 10 月 18 日(18.10.2010)
- (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 2009-255778 2009 年 11 月 9 日(09.11.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): リンナイ株式会社(RINNAI CORPORATION) [JP/JP]; 〒4540802 愛知県名古屋市中川区福住町 2 番 2 6 号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 羽木 敏 (HAGI, Satoshi) [JP/JP]; 〒4568511 愛知県名古屋市熱田区桜田町 1 9 番 1 8 号東邦瓦斯株式会社内 Aichi (JP). 伊藤 久敏(ITO, Hisatoshi) [JP/JP]; 〒4568511 愛知県名古屋市熱田区桜田町 1 9 番 1 8 号東邦瓦斯株式会社内 Aichi (JP). 岡本 英男(OKAMOTO, Hideo) [JP/JP]; 〒4540802 愛知県名

古屋市中川区福住町 2 番 2 6 号リンナイ株式会社内 Aichi (JP). 高須 芳彦(TAKASU, Yoshihiko) [JP/JP]; 〒4540802 愛知県名古屋市中川区福住町 2 番 2 6 号リンナイ株式会社内 Aichi (JP).

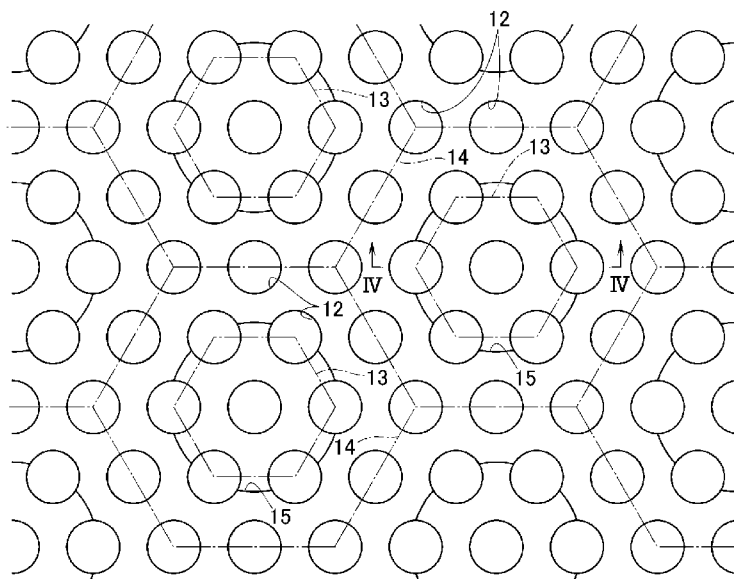
- (74) 代理人: 山下 雅昭(YAMASHITA, Masaaki); 〒1410031 東京都品川区西五反田 8-1-1 4 最勝ビル 9 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, 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, 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.
- (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

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTION PLATE

(54) 発明の名称: 燃焼プレート

[図3]



lar hexagon (13) is defined as a column direction, at least one of twelve flame holes is closed, said twelve flame holes positioned on each large regular hexagon (14) surrounding each unit flame hole group that belongs to a selected column which is selected from among the columns of the unit flame hole groups arranged in the column direction and is spaced from apart from other selected columns by a predetermined distance in a direction perpendicular to the column direction.

(57) 要約:

(57) Abstract: Provided is a combustion plate wherein combustion resonance or instability during high-load combustion can be overcome, and a high opening percentage for flame holes can be ensured. Flame holes (12) having the same diameter are evenly arranged over the entirety of the combustion area of a plate main body so that three adjacent flame holes are positioned so as to define an equilateral triangle. Flame hole groups, each of which is comprised of six flame holes (12) positioned so as to define a regular hexagon (13) and one flame hole (12) positioned at the center of the regular hexagon, are adjacent to each other across large regular hexagons (14), each of which surrounds a regular hexagon (13). Each of the flame hole groups is defined as a unit flame hole group, and bottomed holes (15), each of which is coaxial with the flame hole (12) positioned at the center of each unit flame hole group, are formed in the surface of the plate main body. Furthermore, if a predetermined diagonal direction or a predetermined opposing direction of the opposite sides of each regular

[続葉有]

WO 2011/055494 A1



(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))

燃焼共鳴音や高負荷燃焼時の不安定性を解消でき、且つ、炎孔の開口率を大きく確保できるようにした燃焼プレートを提供する。同径の炎孔 1 2 を、隣接する 3 個の炎孔が正三角形を成す位置関係でプレート本体の燃焼領域の全面に亘り均等に形成する。正六角形 1 3 を成す位置関係に配置された 6 個の炎孔 1 2 とこの正六角形の中心の炎孔 1 2 とで構成される炎孔群であって、正六角形 1 3 を囲う大きな正六角形 1 4 を挟んで相互に隣接するものを単位炎孔群として、プレート本体の表面に、各単位炎孔群の中心の炎孔 1 2 と同心の凹孔 1 5 を形成する。また、正六角形 1 3 の所定の対角方向又は所定の対辺の対向方向を列方向として、列方向に並ぶ単位炎孔群の列のうちから列方向と直交方向に所定の間隔を存して選択される選択列に属する各単位炎孔群を囲う大きな正六角形 1 4 上に位置する 1 2 個の炎孔の少なくとも一部を閉塞する。

明 細 書

発明の名称： 燃焼プレート

技術分野

[0001] 本発明は、主として給湯用や暖房用の熱源機に設けられる全一次燃焼式バーナで用いる燃焼プレートであって、セラミック製のプレート本体に、予混合ガスを噴出する多数の炎孔を形成したものに關する。

背景技術

[0002] 従来、この種の燃焼プレートとして、特許文献1により、プレート本体の燃焼領域の全面に亘り、大中小の3種の炎孔を各種炎孔が夫々格子状に分散するように、且つ、大炎孔が隣り合う4つの小炎孔の中心に位置すると共に隣り合う4つの中炎孔の中心に位置し、各小炎孔が隣り合う2つの中炎孔の中間に位置するように形成し、プレート本体の表面に、各大炎孔と同心でその周囲の各小炎孔の一部を含む大きさの凹孔を形成したものが知られている。これによれば、炎孔を全て同じ径としたものにおいて生じやすい燃焼共鳴音や高負荷燃焼時の不安定性を解消できるとしている。

[0003] 尚、特許文献1には実施例として、大炎孔の直径を1.9mm、中炎孔の直径を1.3mm、小炎孔の直径を1.0mmとし、大炎孔と同心の直径2.4mmの円周上に等間隔で4つの小炎孔を配置すると共に、大炎孔と同心の直径3.4mmの円周上に小炎孔とは45°位相をずらして等間隔で4つの中炎孔を配置して成る燃焼プレートが記載されている。

[0004] 然し、特許文献1記載のものでは、異径の炎孔を格子状に配置する関係で炎孔の開口率（プレート本体の燃焼領域の全面積に対する全炎孔の合計面積の比）が比較的小さくなり、実施例に記載されたものでは、炎孔の開口率が26%程度になる。そのため、燃焼プレートの通過抵抗が大きくなり、バーナに一次空気を供給するファンの負担が増して、ファン騒音が大きくなる不具合があった。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特公平7－59966号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、以上の点に鑑み、燃焼共鳴音や高負荷燃焼時の不安定性を解消でき、且つ、炎孔の開口率を大きく確保できるようにした燃焼プレートを提供することをその課題としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明は、全一次燃焼式バーナ用の燃焼プレートであって、セラミック製のプレート本体に、予混合ガスを噴出する多数の炎孔を形成したもののにおいて、同径の炎孔を、隣接する3個の炎孔が正三角形を成す位置関係でプレート本体の燃焼領域の全面に亘り均等に形成すると共に、正六角形を成す位置関係に配置された6個の炎孔とこの正六角形の中心の1個の炎孔とで構成される炎孔群であって、この正六角形を囲う、各角部に1個の炎孔と各辺の中間に1個の炎孔とが位置する大きな正六角形を挟んで相互に隣接するものを単位炎孔群として、プレート本体の表面に、各単位炎孔群の中心の炎孔と同心で、各単位炎孔群の正六角形を成す位置関係の6個の炎孔に外接する円の径よりも小さく、これら6個の炎孔に内接する円よりも大きな径の凹孔を形成し、これら6個の炎孔から噴出する予混合ガスが凹孔の中心方向への速度成分を持つようにしたことを特徴とする。

[0008] 本発明によれば、同径の炎孔を、隣接する3個の炎孔が正三角形を成す位置関係で配置することにより、燃焼プレートの製造可能な範囲で炎孔を最も緻密に配置することができる。そのため、炎孔の開口率を従来例のものに比し大幅に増やして、燃焼プレートの通過抵抗を減少することができ、バーナに一次空気を供給するファンの負担を軽減して、ファン騒音を低減できる。

[0009] 更に、各単位炎孔群の正六角形を成す位置関係の6個の炎孔から噴出する予混合ガスが凹孔の中心方向への速度成分を持つため、プレート表面の法線

方向への予混合ガスの噴出速度の減速効果が得られる。そのため、単位炎孔群の凹孔から噴出する予混合ガスの燃焼で形成される集合火炎の形状が急峻な立ち上がりのない山形形状になり、高負荷燃焼時の火炎リフトを抑制する保炎効果が得られる。従って、全ての炎孔を同径にしているにも拘らず、高負荷燃焼時の燃焼の安定性が確保される。

[0010] また、各単位炎孔群の凹孔から噴出する予混合ガスの燃焼で形成される各集合火炎が隣り合うと、集合火炎同士が共振して大きな燃焼共鳴音が発生する。これに対し、本発明では、各単位炎孔群の間に上記大きな正六角形上の炎孔が存在するため、この炎孔から噴出する予混合ガスの燃焼で集合火炎から分離した火炎が形成されて、集合火炎同士の共振が抑制され、燃焼共鳴音が低減される。

[0011] ここで、凹孔の底面を中心に向かって次第に深くなるテーパ一面に形成し、及び／又は、凹孔を底面に向かって縮径するように形成すれば、各単位炎孔群の正六角形を成す位置関係の6個の炎孔から噴出する予混合ガスが凹孔の中心方向への速度成分を持ち易くなり、有利である。

[0012] また、凹孔の周面の最下部の深さが1mmを下回ると、集合火炎が形成されにくく、燃焼が不安定になり易い。一方、凹孔の周面の最下部の深さが3mmを上回ると、単位炎孔群の正六角形を成す位置関係の6個の炎孔から噴出する予混合ガスが凹孔から出るときには平行流となって、保炎効果が得にくくなる。そのため、凹孔の周面の最下部の深さは1mm以上、3mm以下であることが望ましい。

[0013] また、本発明においては、単位炎孔群の6個の炎孔が成す正六角形の所定の対角方向又は所定の対辺の対向方向を列方向として、列方向に並ぶ単位炎孔群の列のうちから列方向と直交方向に所定の間隔を存して選択される選択列に属する各単位炎孔群を囲う前記大きな正六角形上に位置する12個の炎孔の少なくとも一部を閉塞することが望ましい。これによれば、単位炎孔群の凹孔から噴出する予混合ガスの一部が炎孔閉塞部に渦を巻くようにして還流する還流域が生成され、保炎効果が高められる。そのため、高負荷燃焼時

の燃焼の安定性が一層向上する。

[0014] 尚、全ての単位炎孔群の夫々を囲う全ての大きな正六角形において、当該正六角形上の炎孔を閉塞したのでは、燃焼プレートの全域で集合火炎同士の共振を生じて、燃焼共鳴音が発生し易くなる。これに対し、前記所定の間隔を、列方向が前記対角方向である場合は各選択列間に少なくとも3つの非選択列が存在し、列方向が前記対辺の対向方向である場合は各選択列間に少なくとも2つの非選択列が存在するように設定すれば、集合火炎同士の共振を生ずるのは燃焼プレートの一部の領域に限定され、燃焼共鳴音を低減できる。

[0015] ここで、閉塞する炎孔は、前記大きな正六角形の各角部に位置する炎孔であることが望ましい。これによれば、大きな正六角形上に位置する全ての炎孔を閉塞したものと同程度の保炎効果が得られる。そして、大きな正六角形上に位置する全ての炎孔を閉塞するものに比し、炎孔の開孔率を大きくすることができ、有利である。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]全一次燃焼式バーナを具備する熱源機の模式的断面図。

[図2]本発明の第1実施形態の燃焼プレートの平面図。

[図3]図2の燃焼プレートの一部の拡大平面図。

[図4]図3のI V-I V線で切断した断面図。

[図5]単位炎孔群の炎孔から噴出する予混合ガスの凹孔中心方向への速度成分を示すグラフ。

[図6]凹孔の形状の変形例を示す断面図。

[図7]第2実施形態の燃焼プレートの平面図。

[図8]第3実施形態の燃焼プレートの平面図。

[図9]第4実施形態の燃焼プレートの平面図。

[図10]第5実施形態の燃焼プレートの平面図。

[図11]第6実施形態の燃焼プレートの平面図。

[図12]第2～第6実施形態の燃焼プレートから噴出する予混合ガスの速度ベ

クトルを示す図。

[図13] 第1～第6実施形態の燃焼プレートを用いて行った燃焼試験結果を示すグラフ。

[図14] 第5実施形態の燃焼プレートと従来の燃焼プレートとを用いて行った燃焼試験結果を示すグラフ。

[図15] 第5実施形態の燃焼プレートと凹孔の深さ、径を変えた変形例の燃焼プレートとを用いて行った燃焼試験結果を示すグラフ。

[図16] 第7実施形態の燃焼プレートの平面図。

発明を実施するための形態

[0017] 図1は、燃焼プレート1を用いた全一次燃焼式バーナ2を備える給湯又は暖房用の熱源機を示している。バーナ2には、通風路3aを介してファン3が接続されている。また、通風路3aに燃料ガスを噴射するガスノズル4が設けられている。そして、ファン3から供給される一次空気とガスノズル4から噴射される燃料ガスとの予混合ガスを燃焼プレート1を介して噴出させて燃焼させ、燃焼ガスにより給湯又は暖房用の熱交換器5を加熱するようにしている。

[0018] ここで、ファン3は、一次空気量が燃料ガスを完全燃焼させるのに要する化学量論的空気量よりも多くなるように制御される。そのため、空気過剰率（一次空気量／化学量論的空気量）が1より大きな予混合ガスが燃焼プレート1を介して噴出して、全一次燃焼する。

[0019] 図2を参照して、燃焼プレート1は、セラミック製の平面視矩形のプレート本体11に、予混合ガスを噴出する多数の炎孔12を形成して成るものである。本実施形態では、同径の炎孔12を、隣接する3個の炎孔12が正三角形を成す位置関係でプレート本体11の燃焼領域の全面に亘り均等に形成している。尚、本実施形態において、燃焼領域の短手方向の寸法Wと長手方向の寸法Lは、 $W=50\text{ mm}$ 、 $L=140\text{ mm}$ に設定されている。また、プレート本体11の厚さは13mmである。

[0020] ここで、炎孔12の直径が1.5mmを上回ると、逆火を生じ易くなり、

0. 8 mmを下回ると、燃焼プレート 1 の製造が困難になるため、炎孔 1 2 の直径は 0. 8 mm ~ 1. 5 mm に設定することが望ましい。また、炎孔 1 2 の中心間距離（ピッチ）は、強度確保に必要最小限の値である炎孔 1 2 の直径の 1. 5 倍程度に設定する。これにより、製造可能な範囲で炎孔 1 2 を最も緻密に配置することができる。尚、本実施形態では、炎孔 1 2 の直径を 1. 2 5 mm、ピッチを 1. 9 mm に設定している。この場合、炎孔 1 2 の開口率は 3 6 % になり、上記特許文献 1 に実施例として記載されたものに比し開口率が大幅に増加する。そのため、燃焼プレート 1 の通過抵抗が減少し、ファン 3 の負担が軽減されて、高負荷燃焼時におけるファン騒音が効果的に低減される。

[0021] また、図 3、図 4 に明示する如く、正六角形 1 3 を成す位置関係に配置された 6 個の炎孔 1 2 とこの正六角形 1 3 の中心の 1 個の炎孔 1 2 とで構成される炎孔群であって、この正六角形 1 3 を囲う、各角部に 1 個の炎孔 1 2 と各辺の中間に 1 個の炎孔 1 2 とが位置する大きな正六角形 1 4 を挟んで相互に隣接するものを単位炎孔群とする。そして、プレート本体 1 1 の表面に、各単位炎孔群の中心の炎孔 1 2 と同心で、各単位炎孔群の正六角形 1 3 を成す位置関係の 6 個の炎孔 1 2 に外接する円の径よりも小さく、これら 6 個の炎孔 1 2 に内接する円よりも大きな径の凹孔 1 5 を形成している。本実施形態では、凹孔 1 5 の直径を 4 mm に設定し、正六角形 1 3 を成す位置関係の各炎孔 1 2 の内側の半部が凹孔 1 5 に入るようにしている。

[0022] これによれば、単位炎孔群の正六角形 1 3 を成す位置関係の各炎孔 1 2 から噴出する予混合ガスが凹孔 1 5 の中心方向への速度成分を持つようになる。そのため、プレート表面の法線方向への予混合ガスの噴出速度の減速効果が得られる。その結果、単位炎孔群の凹孔 1 5 から噴出する予混合ガスの燃焼で形成される集合火炎 F の形状が急峻な立ち上がりのない山形形状になり、高負荷燃焼時の火炎リフトを抑制する保炎効果が得られる。従って、全ての炎孔 1 2 を同径にしているにも拘らず、高負荷燃焼時の燃焼の安定性が確保される。

- [0023] 尚、各単位炎孔群の凹孔 15 から噴出する予混合ガスの燃焼で形成される各集合火炎 F が隣り合うと、集合火炎 F 同士が共振して大きな燃焼共鳴音が発生する。これに対し、本実施形態では、各単位炎孔群の間に上記大きな正六角形 14 上の炎孔 12 が存在するため、この炎孔 12 から噴出する予混合ガスの燃焼で集合火炎 F から分離した火炎が形成されて、集合火炎 F 同士の共振が抑制され、燃焼共鳴音が低減される。
- [0024] また、本実施形態では、凹孔 15 の底面を中心に向かって次第に深くなるテーパ一面 15 a に形成している。これによれば、単位炎孔群の正六角形 13 を成す位置関係の各炎孔 12 から噴出する予混合ガスに凹孔 15 の中心方向への速度成分を一層効果的に付与できる。
- [0025] また、ANSYS 社の汎用 3 次元熱流体解析プログラム「FLUENT v e r . 6」を用いてシミュレーションを行い、凹孔 15 の周面の最下部の深さ h が 1 mm、2 mm、4 mm のものについて、各炎孔 12 に $2.94 \times 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{sec}$ の流量で予混合ガスを流したときの深さ 1 mm の高さにおける凹孔 15 の中心方向への速度成分を調べた。その結果を図 5 に示す。ここで、図 5 の横軸は、図 4 の x_0 から x_1 までの位置を示し、縦軸の速度は、図 4 で右方に向かう中心方向への成分をプラス、左方に向かう中心方向への成分をマイナスとして表している。尚、上記流量の値は、燃焼プレート 1 に、燃料ガスがメタンで空気過剰率が 1.6 の予混合ガスをインプット 12 kW で供給した場合と等価である。
- [0026] 図 5 から明らかなように、中心方向への速度成分は、深さ $h = 2 \text{ mm}$ の場合に最も大きく、 $h = 1 \text{ mm}$ の場合は若干小さくなり、 $h = 4 \text{ mm}$ の場合は更に小さくなった。尚、深さ h が 1 mm 未満であると、集合火炎が形成されにくく、燃焼が不安定になり易い。従って、深さ h は 1 mm 以上、3 mm 以下であることが望ましく、本実施形態では、 $h = 2 \text{ mm}$ に設定している。
- [0027] ところで、本実施形態では、凹孔 15 の底面 15 a をテーパ一面に形成しているが、図 6 (a) に示す如く、凹孔 15 を底面に向かって次第に縮径するように形成したり、図 6 (b) に示す如く、凹孔 15 を底面に向かって段

階的に縮径するように形成したり、図6(c)に示す如く、凹孔15を底面に向かってアール状に縮径するように形成して、単位炎孔群の正六角形13を成す位置関係の各炎孔12から噴出する予混合ガスに凹孔15の中心方向への速度成分を付与し易くすることも可能である。また、凹孔15を底面に向かって縮径するように形成すると共に、凹孔15の底面をテーパ面に形成してもよい。

[0028] 次に、図7～図10に示す燃焼プレート1の第2～第5実施形態について説明する。第2～第5実施形態の上記第1実施形態との相違点は、単位炎孔群の6個の炎孔12が成す正六角形13の図で左右の対角方向（プレート本体11の短手方向）を列方向として、この列方向に並ぶ単位炎孔群の列16のうちから列方向と直交方向（プレート本体11の長手方向）に所定の間隔を存して複数の列を選択し、これら選択列に属する各単位炎孔群を囲う大きな正六角形14上に位置する12個の炎孔12の少なくとも一部を閉塞したことである。燃焼領域の大きさ、炎孔12の径、ピッチ、凹孔15の径、深さは第1実施形態と同一である。尚、図では閉塞した炎孔12、即ち、第1実施形態で形成した炎孔12のうち孔明けしない部分を黒塗りで表している。

[0029] ここで、図7に示す第2実施形態では、単位炎孔群の列16のうちプレート本体11の長手方向の一端（図7で上端）から数えて4番目の列16₄、12番目の列16₁₂、20番目の列16₂₀、28番目の列16₂₈及び36番目の列16₃₆を選択列とし、これら各選択列に属する各単位炎孔群を囲う大きな正六角形14上に位置する12個の炎孔12を全て閉塞している。第2実施形態の炎孔12の開口率は32%である。

[0030] 図8に示す第3実施形態では、選択列として第2実施形態の選択列に加えて16番目の列16₁₆と24番目の列16₂₄を選択し、これら各選択列に属する各単位炎孔群を囲う大きな正六角形14上に位置する12個の炎孔12を全て閉塞している。第3実施形態の炎孔12の開口率は30%である。

[0031] 図9に示す第4実施形態では、各選択列間に3つの非選択列が存在するよ

うに、選択列として第3実施形態の選択列に加えて8番目の列 16_8 と32番目の列 16_{32} を選択し、これら各選択列に属する各单位炎孔群を囲う大きな正六角形14上に位置する12個の炎孔12を全て閉塞している。第4実施形態の炎孔12の開口率は28%である。尚、第2～第4実施形態では、1番目と39番目の各列 16_1 , 16_{39} に属する各单位炎孔群の中心間に位置する3個の炎孔12も閉塞している。

[0032] 図10に示す第5実施形態では、選択列として第4実施形態と同一の列を選択しているが、これら各選択列に属する各单位炎孔群を囲う大きな正六角形14上の全ての炎孔12ではなく、この正六角形14の各角部に位置する計6個の炎孔12を閉塞している。尚、第5実施形態では、1番目と39番目の各列 16_1 , 16_{39} に属する各单位炎孔群の中心間に位置する3個の炎孔12のうち単位炎孔群に近い2個の炎孔12も閉塞している。第5実施形態の炎孔12の開口率は32%である。

[0033] また、図11に示す第6実施形態では、全ての単位炎孔群の夫々を囲う全ての大きな正六角形14の各角部に位置する炎孔12を閉塞している。第6実施形態の炎孔12の開口率は30%である。

[0034] 第2～第6実施形態のように炎孔12を閉塞すると、単位炎孔群の凹孔15から噴出する予混合ガスの一部が炎孔閉塞部に渦を巻くようにして還流する還流域が生成され、保炎効果が高められる。そのため、高負荷燃焼時の燃焼の安定性が一層向上する。このことを確かめるため、「FLUENT ver. 6」を用いてシミュレーションを行い、各炎孔12に $2.94 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sec}$ の流量で予混合ガスを流したときの予混合ガスの速度ベクトルを調べた。その結果は図12に示す通りであり、炎孔閉塞部の上に還流域が形成されていることが分かる。

[0035] また、第1～第6実施形態の燃焼プレート1を用いて燃焼試験を行った。この燃焼試験では、燃料ガスをメタン、インプット（燃焼量）を12 kW（炎口負荷換算で $2400 \text{ kW}/\text{m}^2$ ）とし、予混合ガスの空気過剰率を変化させて、理論乾燥燃焼ガス中のCO濃度であるCOafを測定した。尚、試験

では、燃焼プレート1の全領域に均等な空気過剰率の予混合ガスが供給されるようにしたが、実際のバーナでは、燃料ガスと一次空気との混合不足により、燃焼プレート1の各部で予混合ガスの空気過剰率にばらつきを生じ、また、インプットの変化に対するファン回転数の応答遅れにより、燃焼中に空気過剰率が所要の目標値からずれてしまうことがある。そのため、安定燃焼する空気過剰率の範囲はできるだけ広い方がよい。

[0036] 図13は燃焼試験結果を示しており、a線が第1実施形態、b線が第2実施形態、c線が第3実施形態、d線が第4実施形態、e線が第5実施形態、f線が第6実施形態である。CO a f < 400 ppmで良好燃焼する空気過剰率λの範囲の下限は、第1～第6実施形態の何れも1.12程度になり、上限は、第1実施形態で1.42、第2実施形態で1.55、第3実施形態で1.60、第4実施形態で1.71、第5、第6実施形態で1.69になった。

[0037] また、凹孔15及び炎孔閉塞部を設けない燃焼プレートを用いて燃焼試験を行ったが、この場合は、インプットの増加に伴い火炎が集合して一体化し、保炎部分の全くない不安定なリフト火炎となり、12kWまで燃焼できず、9kWが限界であった。これに対し、凹孔15を形成した第1実施形態では、12kWでも良好燃焼する。このことから、凹孔15により、上述した高負荷燃焼時の火炎リフトを抑制する保炎効果が得られることが分かる。

[0038] また、上記選択列の数を第2～第4実施形態のように増やしていくと、リフトしにくくなり、良好燃焼する空気過剰率の範囲の上限が大きくなる。このことから、炎孔閉塞部により還流域が生成され、保炎効果が高められることが分かる。また、選択列に属する各単位炎孔群を囲う大きな正六角形14上の12個の炎孔12のうち該正六角形の角部に位置する6個の炎孔12のみを閉塞する第5実施形態では、選択列の数が第4実施形態と同一であるにも関わらず、良好燃焼する空気過剰率の範囲の上限が第4実施形態とほぼ同程度になる。このことから、保炎効果を高めて、且つ、炎孔12の開口率を大きくするには、上記大きな正六角形の各角部に位置する炎孔12を閉塞す

ればよいことが分かる。また、第2実施形態と第5実施形態は、同じ開口率（32%）であるにも拘らず、良好燃焼する空気過剰率の範囲が第2実施形態（図13のb線）よりも第5実施形態（図13のe線）の方が広く、優れている。

[0039] 但し、第6実施形態のように、全ての単位炎孔群の夫々を囲う全ての大きな正六角形14の各角部に位置する炎孔12を閉塞すると、空気過剰率が1.3以下の範囲で高周波の燃焼共鳴音が発生した。これは、燃焼プレート1の全域で各単位炎孔群の集合火炎同士の共振を生ずるためである。

[0040] ここで、単位炎孔群の6個の炎孔12が成す正六角形13の対角方向を列方向として、選択列に属する各単位炎孔群の夫々を囲う全ての大きな正六角形14の各角部に位置する炎孔12を閉塞する場合、各選択列間に存在する非選択列の数が2つ以下であると、第6実施形態とほぼ同一になってしまう。従って、燃焼共鳴音の発生を抑制するには、各選択列間に存在する非選択列の数を第2～第5実施形態の如く3つ以上にする必要がある。

[0041] また、第5実施形態の燃焼プレート1を用い、インプットを夫々12kW、13.8kWとして燃焼試験を行い、図14に示す結果を得た。図14のa線は12kWでの結果、b線は13.8kWでの結果を示している。また、図14のc線は、特許文献1に実施例として記載された燃焼プレートを用い、インプットを12kWとして燃焼試験を行った結果を示している。第5実施形態のものでは、 $CO_a f < 400 \text{ ppm}$ で良好燃焼する空気過剰率 λ の範囲が、13.8kW燃焼時に1.14～1.66と12kW燃焼時の1.12～1.69より狭くなっているが、特許文献1の実施例の12kW燃焼時よりも広い。また、特許文献1の実施例の炎孔開口率は26%であるのに対し、第5実施形態の炎孔開口率は32%と大きく、ファン3の負担が軽減されて、ファン騒音が小さくなる。

[0042] 更に、第5実施形態の燃焼プレート1と、凹孔15の深さhを第5実施形態の2mmから1mmに変更し、他は第5実施形態のものと同一にした第1変形例の燃焼プレートと、凹孔15の直径を第5実施形態の4mmから3.

2 mmに変更すると共に深さ h を 1 mm とし、他は第 5 実施形態のものと同一にした第 2 変形例の燃焼プレートとを用い、インプットを 12 kW として燃焼試験を行い、図 15 に示す結果を得た。図 15 の a 線は第 5 実施形態、b 線は第 1 変形例、c 線は第 2 変形例である。この結果から、凹孔 15 の深さ h を 1 mm にし、更に凹孔 15 の直径を 3.2 mm にしても、同程度の保炎効果を得られることが分かる。

[0043] 次に、図 16 に示す第 7 実施形態について説明する。第 7 実施形態では、単位炎孔群の 6 個の炎孔が成す正六角形 13 の図で上下の対辺の対向方向（プレート本体 11 の長手方向）を列方向として、列方向に並ぶ単位炎孔群の列 17 のうちから列方向と直交方向（プレート本体 11 の短手方向）に所定の間隔を存して複数の列を選択し、これら選択列に属する各単位炎孔群を囲う大きな正六角形 14 の各角部に位置する炎孔 12 を閉塞している。第 7 実施形態のものでも第 5 実施形態と同程度の保炎効果を得られる。

[0044] 尚、単位炎孔群の 6 個の炎孔が成す正六角形 13 の対辺の対向方向を列方向とし、選択列に属する各単位炎孔群の夫々を囲う全ての大きな正六角形 14 の各角部に位置する炎孔 12 を閉塞する場合、各選択列間に存在する非選択列の数が 1 つであると、第 6 実施形態とほぼ同一になって、燃焼共鳴音が発生してしまう。そこで、第 7 実施形態では、プレート本体 11 の短手方向一端（図 16 で左端）から数えて 1 番目の列 17₁ と、4 番目の列 17₄ と、7 番目の列 17₇ を選択列として選択し、各選択列間に 2 つの非選択列が存在するようにしている。

[0045] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、上記第 2 ～ 第 5 実施形態では、単位炎孔群の 6 個の炎孔が成す正六角形 13 の対角方向の一つであるプレート本体 11 の短手方向を列方向としたが、正六角形 13 の他の対角方向であるプレート本体 11 の短手方向に対し 60° 傾いた方向を列方向として、この列方向に並ぶ単位炎孔群の列のうちから列方向と直交方向に所定の間隔（各選択列間に少なくとも 3 つの非選択列が存在するような間隔）で選択列を選択し、選択列

に属する各单位炎孔群を囲う大きな正六角形上に位置する 12 個の炎孔の少なくとも一部を閉塞してもよい。

[0046] また、上記第 7 実施形態では、単位炎孔群の 6 個の炎孔が成す正六角形 13 の対辺の対向方向の一つであるプレート本体 11 の長手方向を列方向としたが、正六角形 13 の他の対辺の対向方向であるプレート本体 11 の短手方向に対し 30° 傾いた方向を列方向として、この列方向に並ぶ単位炎孔群の列のうちから列方向と直交方向に所定の間隔（各選択列間に少なくとも 2 つの非選択列が存在するような間隔）で選択列を選択し、選択列に属する各单位炎孔群を囲う大きな正六角形上に位置する 12 個の炎孔の少なくとも一部を閉塞してもよい。

[0047] また、上記実施形態は、給湯又は暖房用の熱源機に設ける全一次燃焼式バーナ 2 に用いる燃焼プレート 1 に本発明を適用したものであるが、バーナの用途は熱源機に限られるものではなく、高負荷で燃焼させる全一次燃焼式バーナ用の燃焼プレートとして本発明は広く適用できる。

符号の説明

[0048] 1…燃焼プレート、11…プレート本体、12…炎孔、13…単位炎孔群の 6 個の炎孔が成す正六角形、14…単位炎孔群を囲う大きな正六角形、15…凹孔、15a…テーパ一面、16…単位炎孔群の 6 個の炎孔が成す正六角形の対角方向に並ぶ単位炎孔群の列、17…単位炎孔群の 6 個の炎孔が成す正六角形の対辺の対向方向に並ぶ単位炎孔群の列。

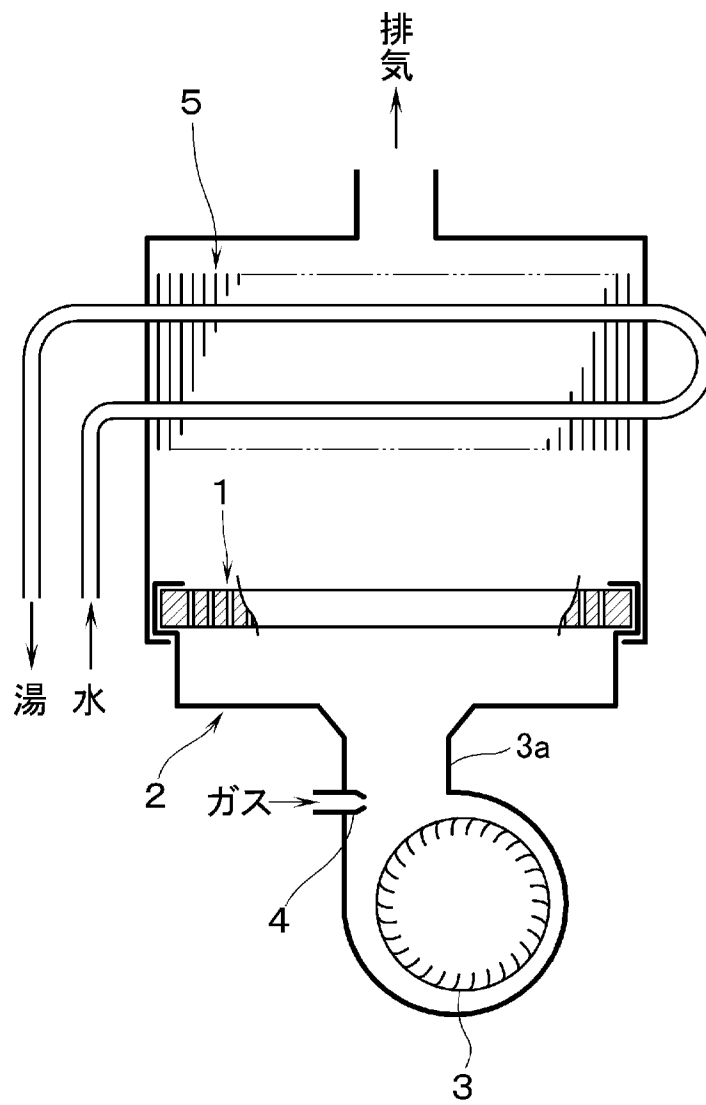
請求の範囲

- [請求項1] 全一次燃焼式バーナ用の燃焼プレートであって、セラミック製のプレート本体に、予混合ガスを噴出する多数の炎孔を形成したものであるにおいて、
- 同径の炎孔を、隣接する3個の炎孔が正三角形を成す位置関係でプレート本体の燃焼領域の全面に亘り均等に形成すると共に、
- 正六角形を成す位置関係に配置された6個の炎孔とこの正六角形の中心の1個の炎孔とで構成される炎孔群であって、この正六角形を囲う、各角部に1個の炎孔と各辺の中間に1個の炎孔とが位置する大きな正六角形を挟んで相互に隣接するものを単位炎孔群として、プレート本体の表面に、各単位炎孔群の中心の炎孔と同心で、各単位炎孔群の正六角形を成す位置関係の6個の炎孔に外接する円の径よりも小さく、これら6個の炎孔に内接する円よりも大きな径の凹孔を形成し、これら6個の炎孔から噴出する予混合ガスが凹孔の中心方向への速度成分を持つようにしたことを特徴とする燃焼プレート。
- [請求項2] 前記凹孔の底面は、中心に向かって次第に深くなるテーパ面に形成されることを特徴とする請求項1記載の燃焼プレート。
- [請求項3] 前記凹孔は、底面に向かって縮径するように形成されることを特徴とする請求項1又は2記載の燃焼プレート。
- [請求項4] 前記凹孔の周面の最下部の深さは1 mm以上、3 mm以下であることを特徴とする請求項1～3の何れか1項記載の燃焼プレート。
- [請求項5] 前記単位炎孔群の6個の炎孔が成す正六角形の所定の対角方向又は所定の対辺の対向方向を列方向として、列方向に並ぶ単位炎孔群の列のうちから列方向と直交方向に所定の間隔を存して選択される選択列に属する各単位炎孔群を囲う前記大きな正六角形上に位置する12個の炎孔の少なくとも一部を閉塞し、前記所定の間隔は、列方向が前記対角方向である場合は各選択列間に少なくとも3つの非選択列が存在し、列方向が前記対辺の対向方向である場合は各選択列間に少なくと

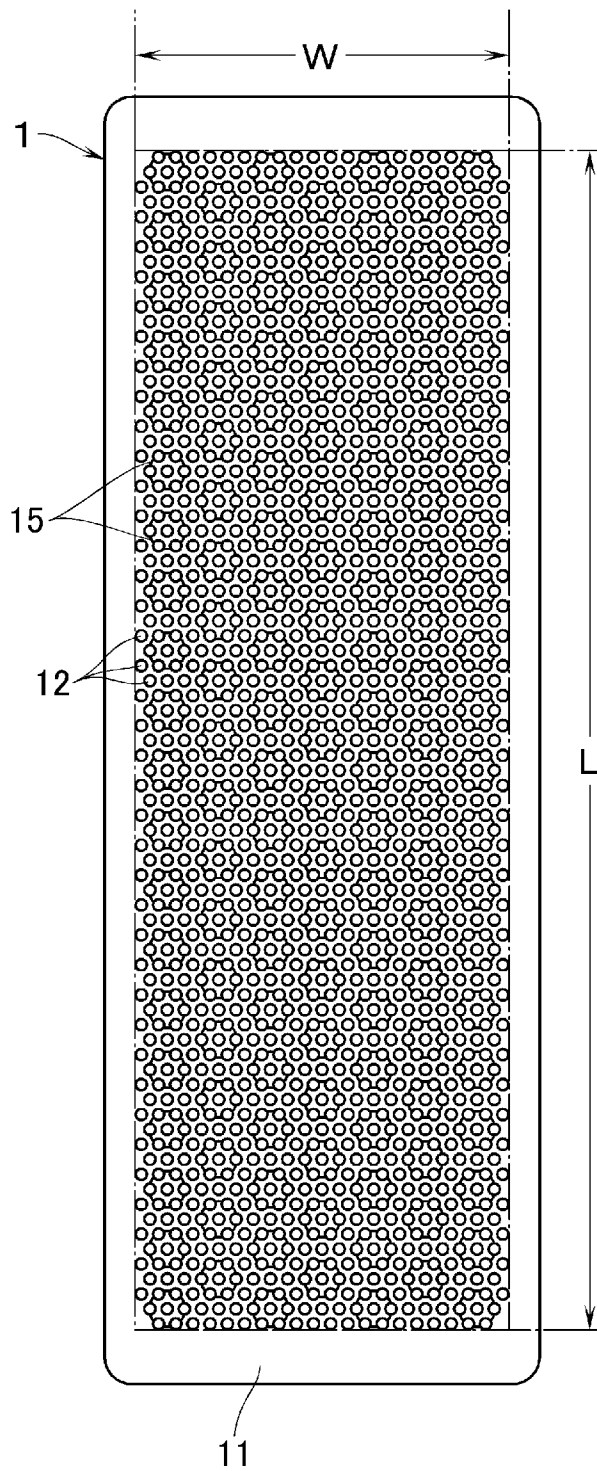
も 2 つの非選択列が存在するように設定されることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項記載の燃焼プレート。

[請求項6] 閉塞する炎孔は、前記大きな正六角形の各角部に位置する炎孔であることを特徴とする請求項 5 記載の燃焼プレート。

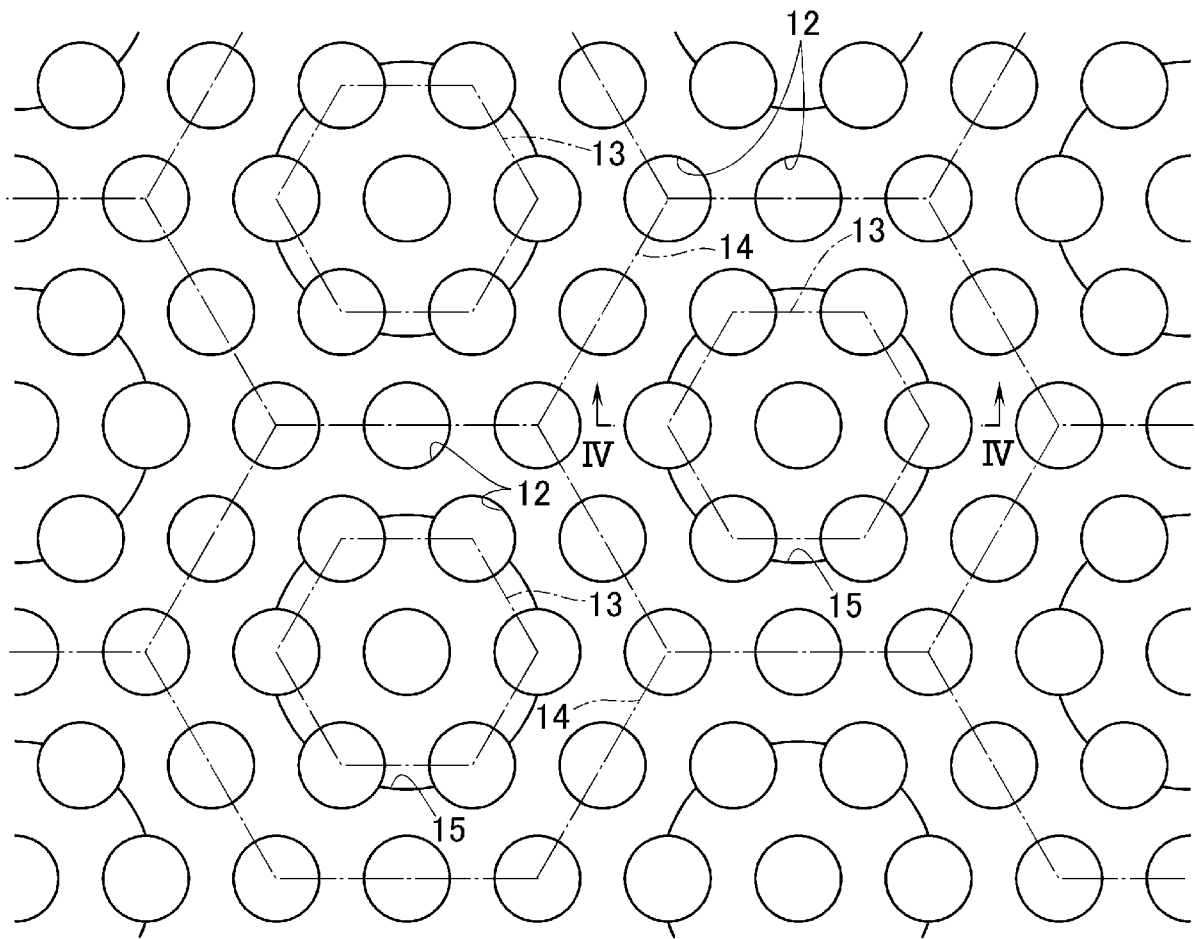
[図1]



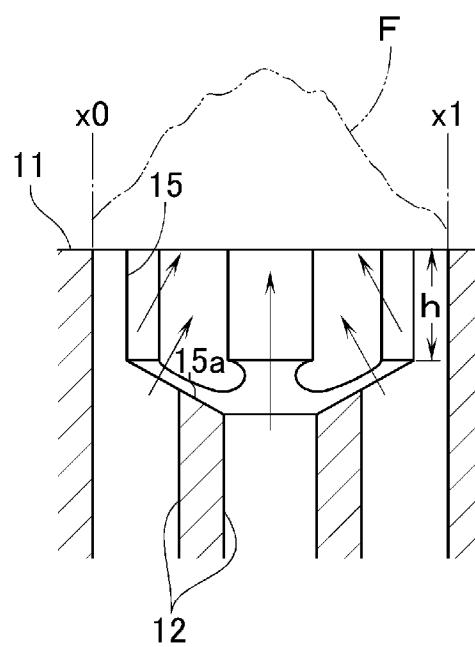
[図2]



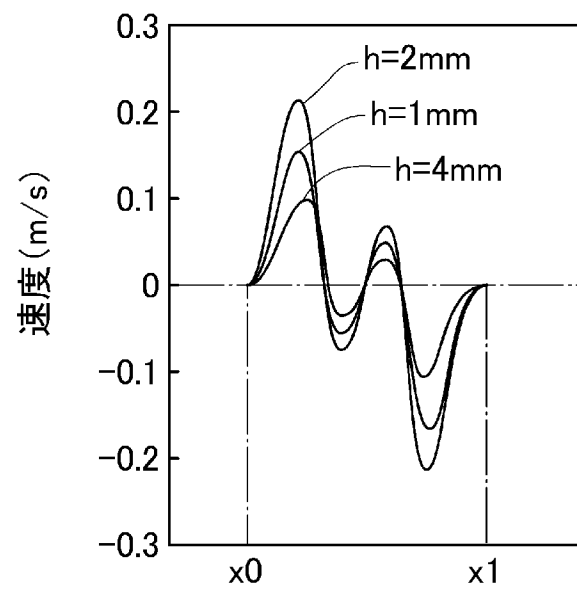
[図3]



[図4]

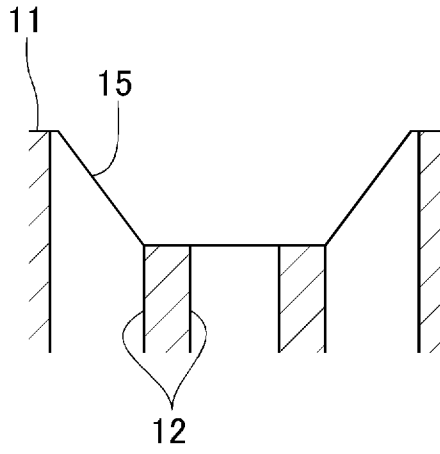


[図5]

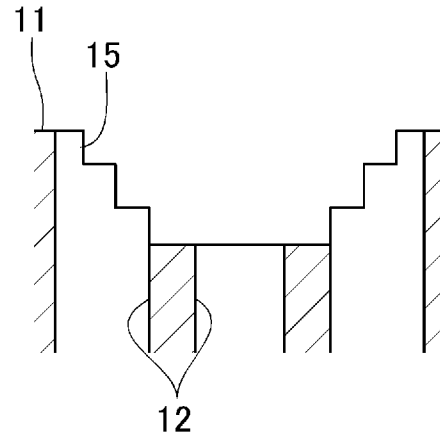


[図6]

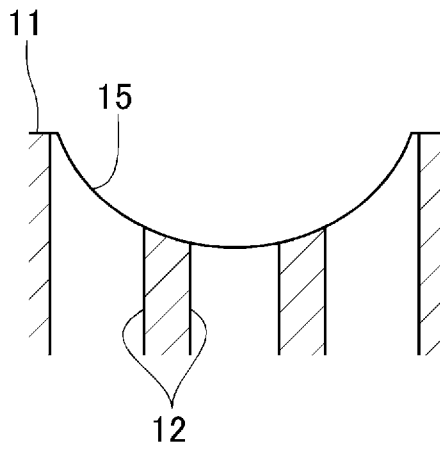
(a)



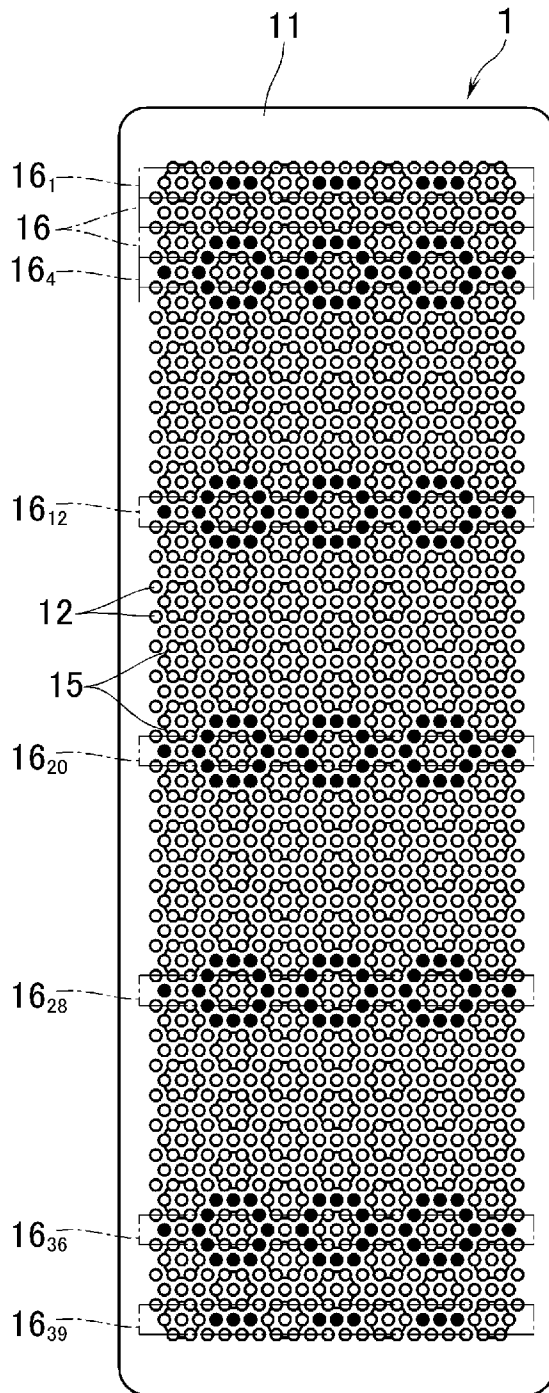
(b)



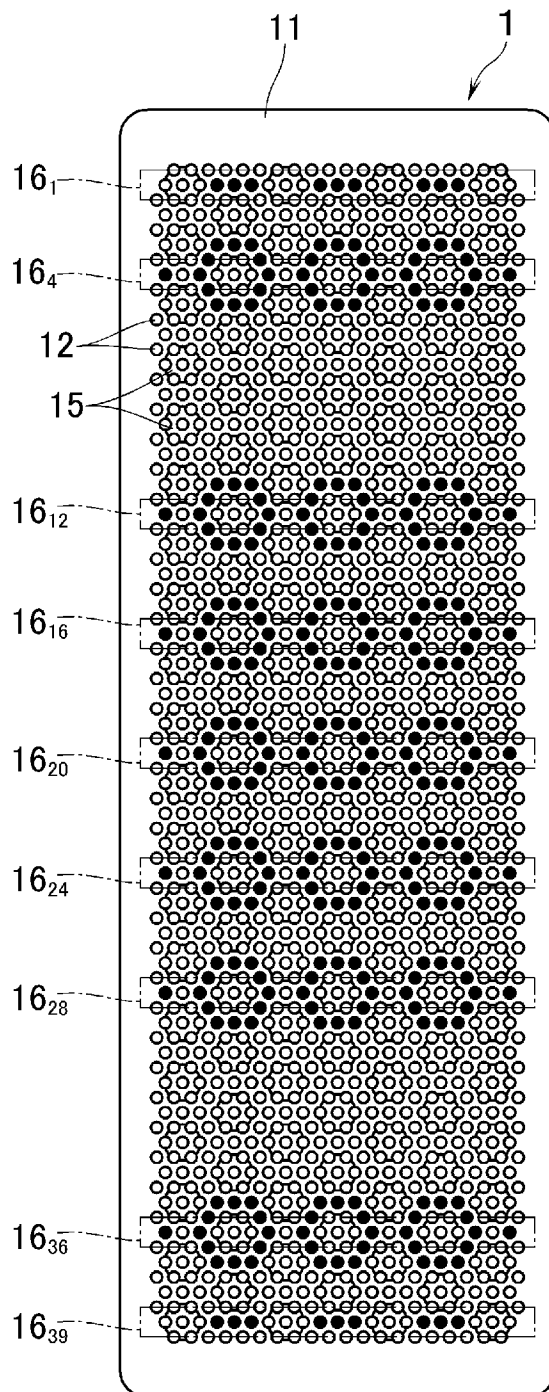
(c)



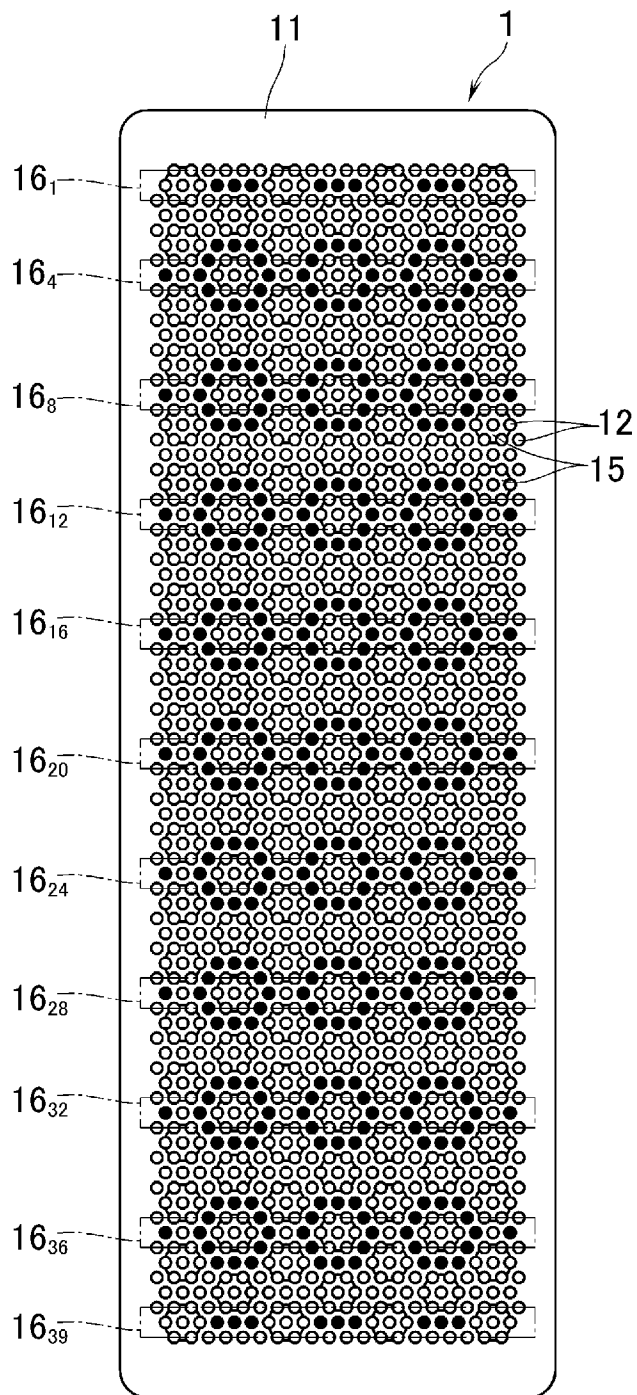
[図7]



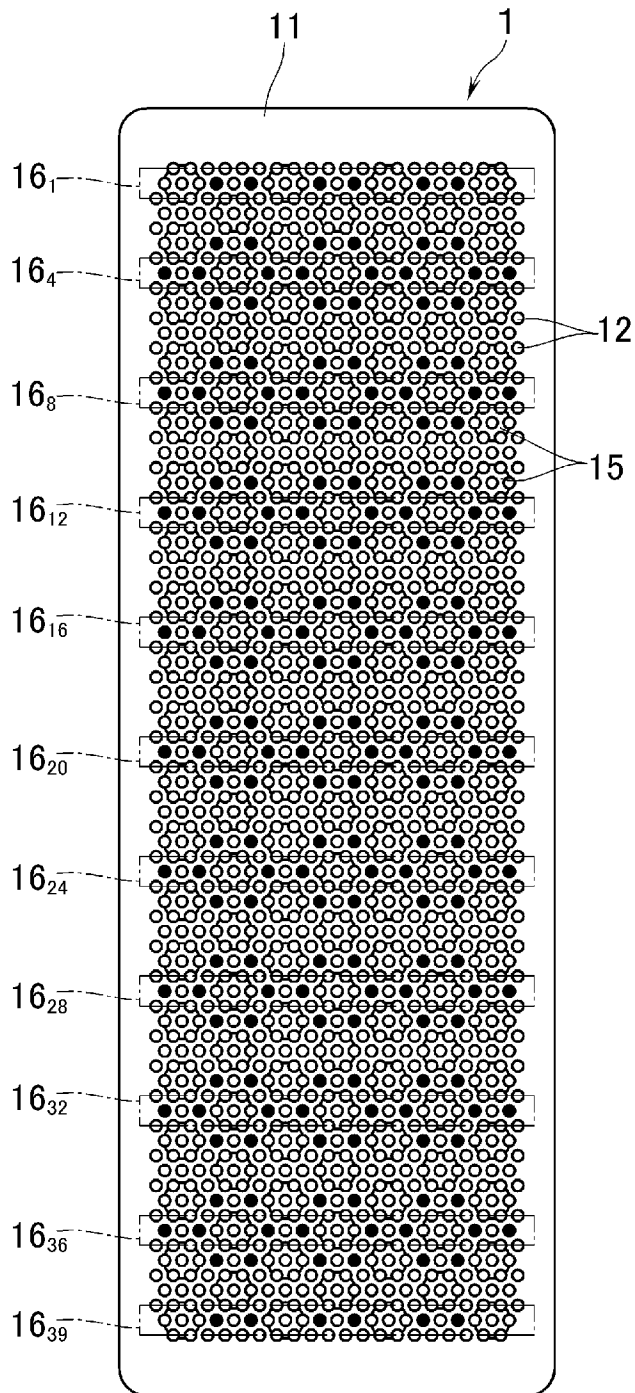
[図8]



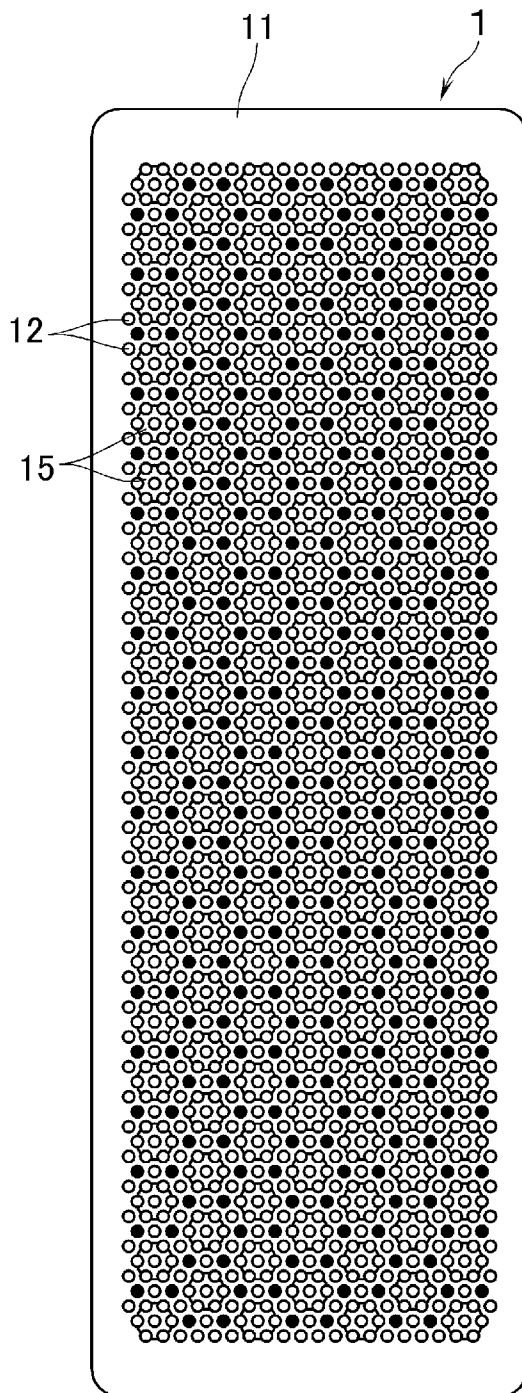
[図9]



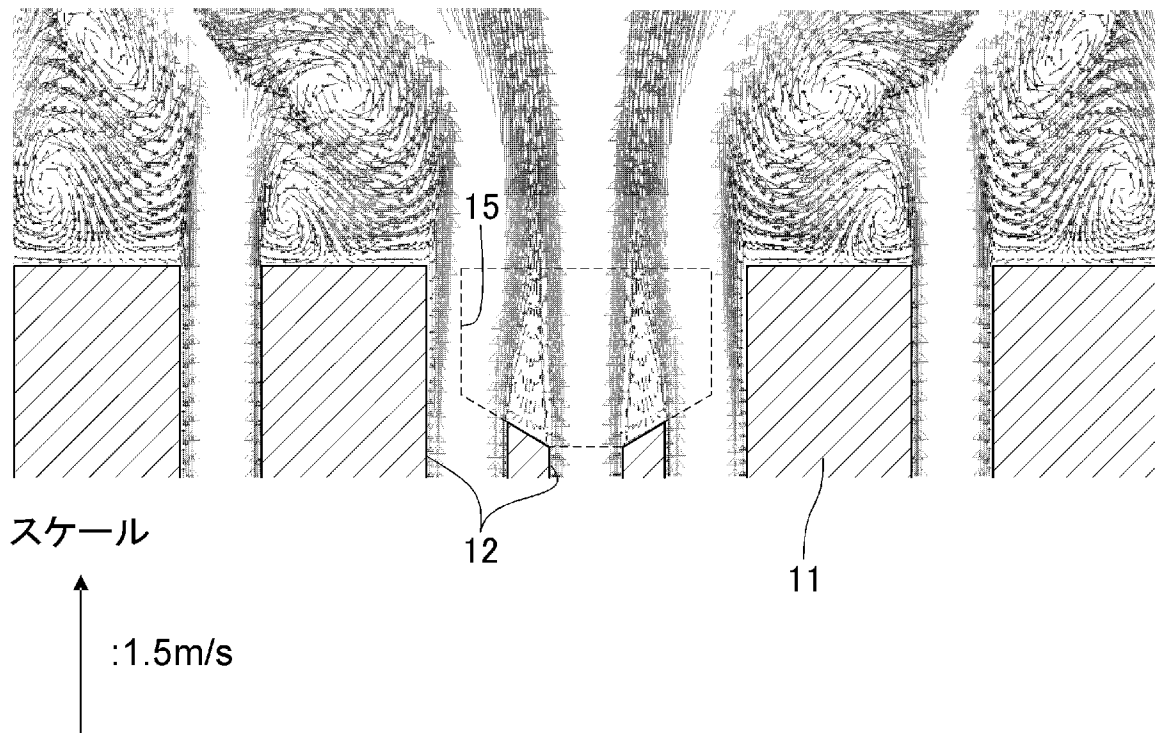
[図10]



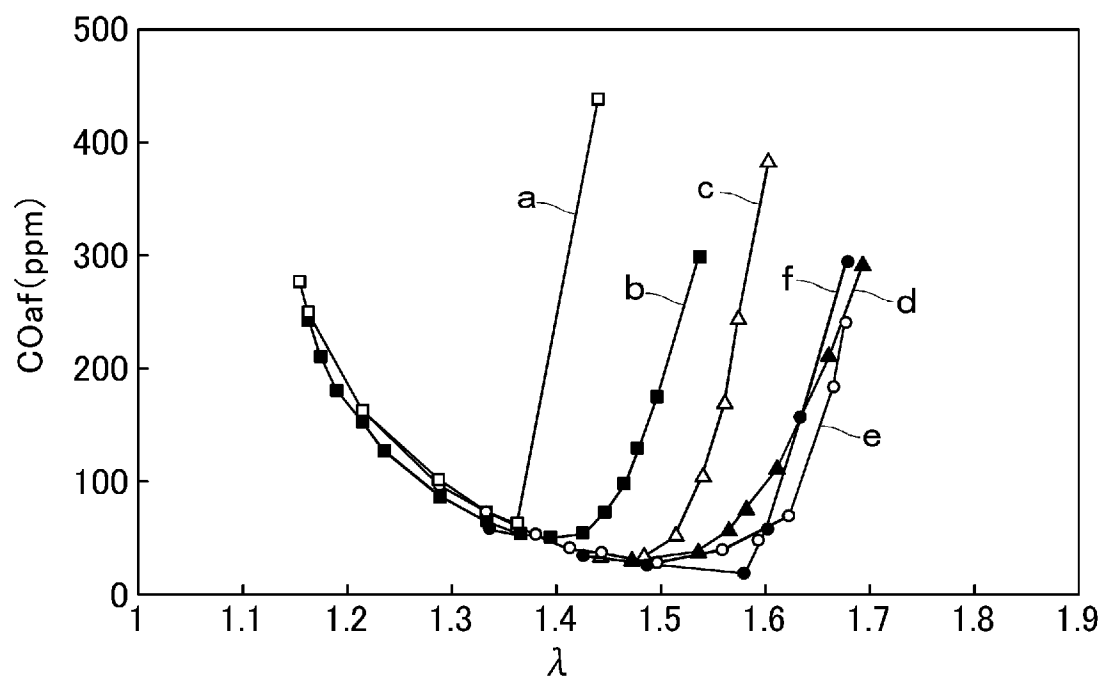
[図11]



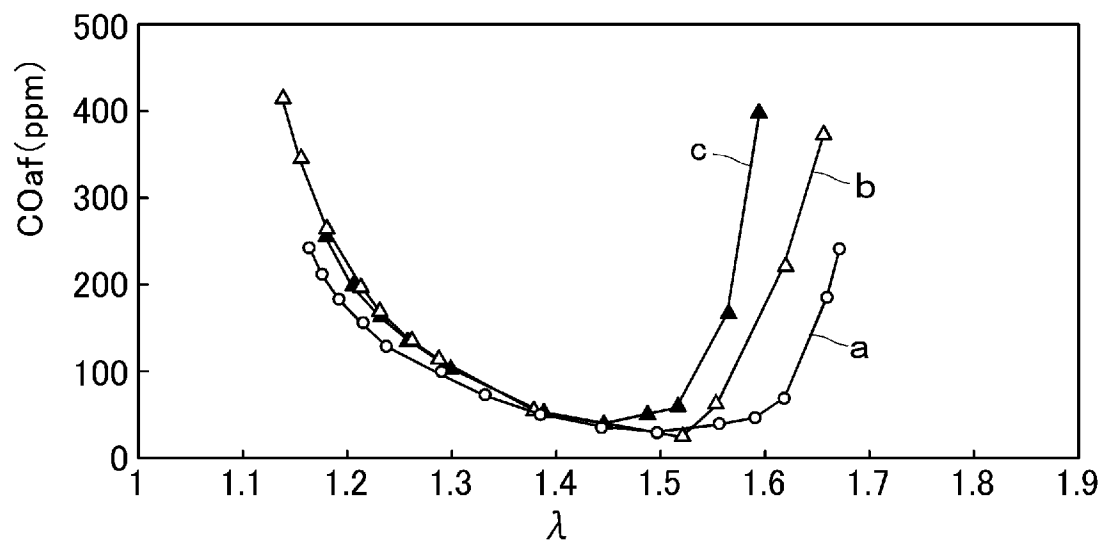
[図12]



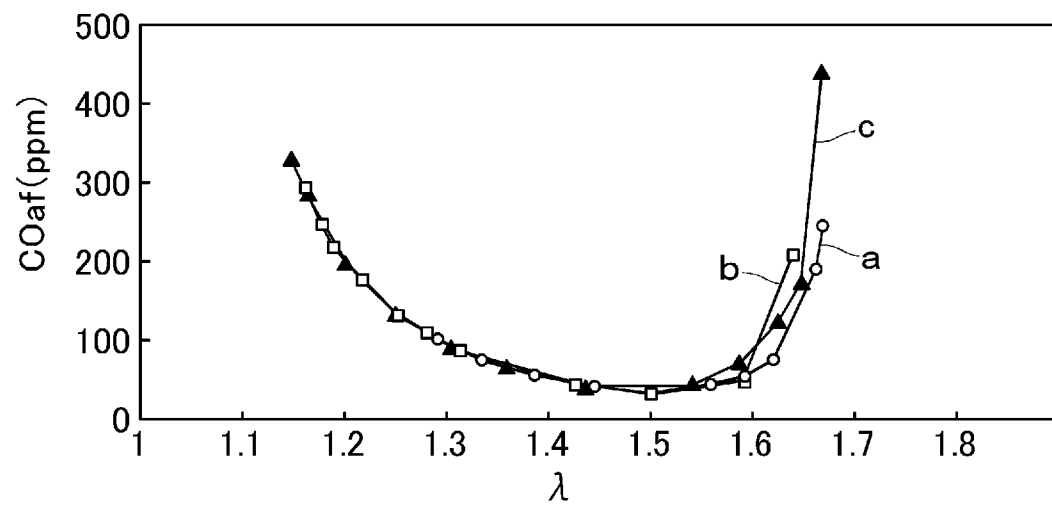
[図13]



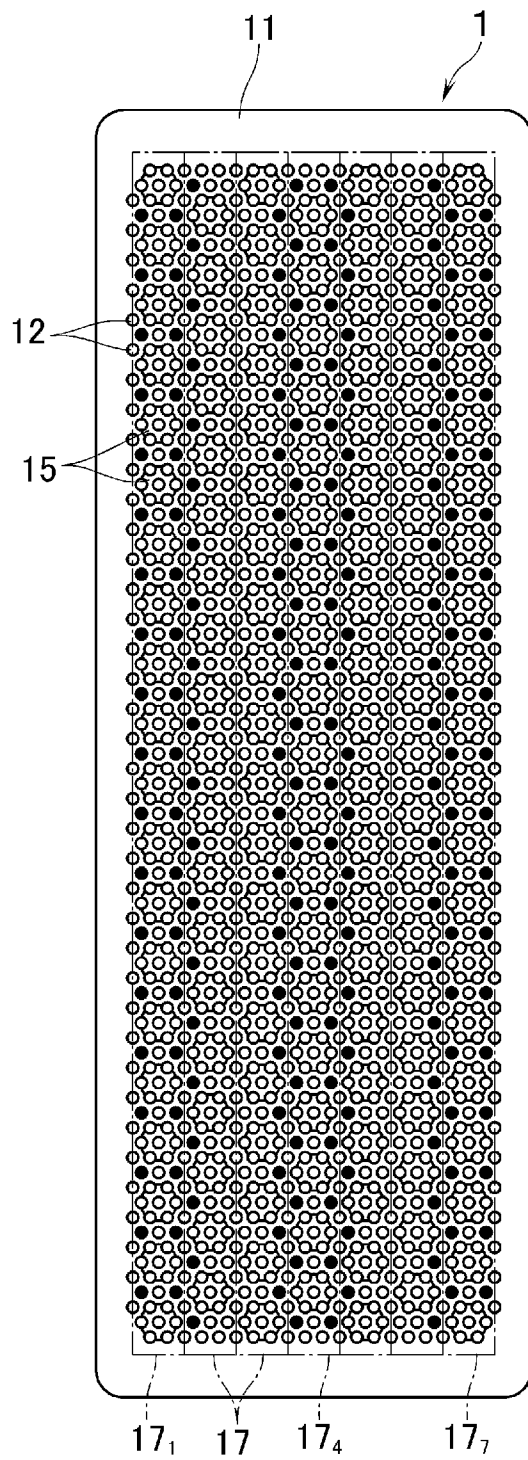
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/006155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23D14/02 (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)

F23D14/02

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2003-520935 A (Bray Burners Ltd.), 08 July 2003 (08.07.2003), entire text & US 2003/0138749 A1 & GB 9929257 D & EP 1236010 A1 & WO 2001/042709 A1 & DE 60014422 D & AU 2193701 A & AT 278154 T	1-6
A	JP 2007-333223 A (Rinnai Corp.), 27 December 2007 (27.12.2007), entire text (Family: none)	1-6
A	JP 2009-68788 A (Rinnai Corp.), 02 April 2009 (02.04.2009), entire text (Family: none)	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
19 November, 2010 (19.11.10)Date of mailing of the international search report
30 November, 2010 (30.11.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/006155

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 60-82709 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 May 1985 (10.05.1985), entire text (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F23D14/02 (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. F23D14/02

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 2003-520935 A (ブレイ バーナーズ リミテッド) 2003.07.08, 全文 & US 2003/0138749 A1 & GB 9929257 D& EP 1236010 A1 & WO 2001/042709 A1 & DE 60014422 D & AU 2193701 A & AT 278154 T	1-6
A	JP 2007-333223 A (リンナイ株式会社) 2007.12.27, 全文 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2009-68788 A (リンナイ株式会社) 2009.04.02, 全文 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 60-82709 A (松下電器産業株式会社) 1985.05.10, 全文 (ファミリーなし)	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

1 9 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

3 0 . 1 1 . 2 0 1 0

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)

木村 麻乃

3 L

4 0 3 0

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