

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6173824号
(P6173824)

(45) 発行日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日(2017.7.14)

(51) Int.Cl.		F I	
C 2 5 D	1/08	(2006.01)	C 2 5 D 1/08
B 0 5 B	1/14	(2006.01)	B 0 5 B 1/14 Z
C 2 5 D	1/00	(2006.01)	C 2 5 D 1/00 3 8 1
B 0 1 D	39/20	(2006.01)	B 0 1 D 39/20 A
B 0 1 D	29/01	(2006.01)	B 0 1 D 29/04 5 1 0 B
			請求項の数 5 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-161447 (P2013-161447)	(73) 特許権者	396026710 株式会社オプトニクス精密 栃木県足利市富士見町2-6
(22) 出願日	平成25年8月2日(2013.8.2)	(72) 発明者	絹田 精鎮 栃木県足利市富士見町2-6 株式会社オプトニクス精密内
(65) 公開番号	特開2015-30881 (P2015-30881A)	(72) 発明者	市野沢 義行 栃木県足利市富士見町2-6 株式会社オプトニクス精密内
(43) 公開日	平成27年2月16日(2015.2.16)	(72) 発明者	斎田 克明 栃木県足利市富士見町2-6 株式会社オプトニクス精密内
審査請求日	平成28年5月26日(2016.5.26)	(72) 発明者	青木 恵梨 栃木県足利市富士見町2-6 株式会社オプトニクス精密内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 開口プレートの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板に積層したレジストパターンを越えて電鍍金属を成長させることで開口部を形成する開口プレートの製造方法であって、前記開口部を形成する前記レジストパターンの周囲にこのレジストパターンの寸法よりも小さい寸法のダミーレジストパターンを形成する工程と、前記電鍍金属を成長させることで前記ダミーレジストパターンにて形成されるダミー開口部の全部又は一部を塞ぐ工程とを有することを特徴とする開口プレートの製造方法。

【請求項2】

前記開口部の口径寸法 a、前記レジストパターンの幅寸法 b、前記ダミーレジストパターンの幅寸法 c において、これら a、b、c が $10 \mu\text{m} < c < \mu\text{m} < (b - a) \mu\text{m}$ の関係である請求項1に記載の開口プレートの製造方法。

【請求項3】

前記レジストパターン及び前記ダミーレジストパターンの形状が円形、矩形若しくは異形のスポット又はスリット状パターンである請求項1に記載の開口プレートの製造方法。

【請求項4】

前記開口部がすり鉢状に広がったオリフィス形状である請求項1又は2に記載の開口プレートの製造方法。

【請求項5】

前記電鍍金属がニッケル、コバルト、銅、パラジウム、金、白金のいずれかを含む金属

10

20

である請求項 1 に記載の開口プレートの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体吐出ヘッド及び噴霧器に適用されるノズルプレート、又は粒子の分級や濾過に利用されるフィルタープレートとして使用される開口プレートの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

開口プレートは、液体吐出ヘッドとして代表されるインクジェットプリンターのインクを吐出させるための開孔が規則的に配列されたノズルプレート（特許文献 1 参照）や、超音波を利用して気管支拡張剤を微粒化しつつ噴霧する噴霧器として代表されるネブライザーに搭載されるノズルプレート、粒子の大きさを分級するためのフィルタープレート、濾過に利用されるフィルタープレートとして非常に幅広い用途に利用されている。

【0003】

この開口プレートの製造方法を図 4 に基づいて説明する。図 4 (a) に示すように、導電性を有する基板 1 に感光性レジスト 2 を所定の厚さに塗布する。そして図 4 (b) に示すように、所定のパターンが描画された紫外線を遮断するパターンを有するリソグラフィーマスク 3 を介して紫外線 4 を照射し露光することにより、図 4 (c) に示すように、基板 1 上に感光性レジストパターン 5 を形成する。

【0004】

次に、図 4 (d) に示すように、基板 1 の表面から電鍍によって金属 6 を析出させ、パターン化した感光性レジストパターン 5 を覆いかぶさるように電鍍金属 6 の析出成膜を連続的に実施し、所定の開口部 7 を残すところで電鍍を終了させる。

次に図 4 (e) に示すように、形成した感光性レジストパターン 5 を除去し、最後に図 4 (f) に示すように、基板 1 を剥離することにより、ベルマウス形状を有する開口プレート 8 が製作される。

【0005】

このように、開口部 7 を形成する箇所に感光性レジストパターン 5 を形成し、電鍍金属 6 がレジストパターンを越えて電鍍金属 6 を成長させることで、基板 1 の外面へ向かって絞り込まれたベルマウス状の開口部 7 が形成され、開口プレート 8 が例えば液体吐出ヘッドのノズルとして使用されている。

【0006】

この製造方法において、図 5 に示すように、電鍍における金属 6 の析出において成長は等方的であることから、成長方向に析出する量 v と横方向に析出する量 h は $v = h$ の関係にあり、レジスト寸法を d 、レジストの厚みを t 、電鍍によって析出する厚さを T とすると開口部 7 の寸法 D は $D = d - 2(T - t)$ の関係にある。そして、 d と t はレジストパターンの形成により決定されていることから T を例えば $1 \mu\text{m}$ 大きくすることでノズル寸法 D は $2 \mu\text{m}$ 小さくなる。このことから電鍍金属 6 の厚さ寸法は開口部 7 の寸法に対して重要な決定要素である。

【0007】

このように、開口部 7 の寸法精度が電鍍金属 6 の厚さに大きく依存されることは一般に知られている。

しかしながら、レジストパターンが有る部分と、レジストパターンが無い部分においては、レジストパターンが有る部分に電流が集中しやすく、レジストパターンが無い部分との電流密度の差が生じることから、析出する電鍍金属 6 の厚さが異なってしまい、基板 1 の中心部と外周部に位置する開口部 7 の寸法にばらつきが発生し、開口部 7 の寸法を精度良く、均一に揃えて製造できない課題があった。

【0008】

10

20

30

40

50

さらに、上記特許文献2では、母型上の外周部分と中心部分の電流密度の差による成長の差に主因して板厚に差が生じ、特にオーバーハング電鍍の場合に当該板厚の差が直接的に開口部の径のバラツキの要因となることから、このような開口部の口径のバラツキは画質に影響を及ぼすため、極力抑えることを課題としている。

そこで開口部の口径のバラツキを最小限に抑えるために、10～20μm程度の薄肉からなる電鍍膜で開口部を形成することでバラツキを抑えることが提案されている。これは後述する原理に基づいて、電鍍膜の厚さを増す程、開口部のバラツキが大きくなることから厚さを制限している。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0009】

【特許文献1】特開2001-18399

【特許文献2】特開2001-347668

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、上記課題に解決するものであり、電鍍膜の厚さを制限することなく、基板の中心部と外周部に位置する全ての開口部の寸法を精度良く均一化できる開口プレートの製造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】

20

【0011】

本発明の第1の態様は開口プレートの製造方法に関し、基板に積層したレジストパターンを越えて電鍍金属を成長させることで開口部を形成する開口プレートの製造方法であって、前記開口部を形成する前記レジストパターンの周囲にこのレジストパターンの寸法よりも小さい寸法のダミーレジストパターンを形成する工程と、前記電鍍金属を成長させることで前記ダミーレジストパターンにて形成されるダミー開口部の全部又は一部を塞ぐ工程とを有することを特徴とする。

【0012】

前記開口プレートの製造方法においては、開口部を形成するためのレジストパターンの周囲にも、そのレジストパターンより小さい寸法のダミーレジストパターンを形成することにより、電鍍における基板の面内の電流密度分布に差が生じることがなくなる。このため、電流密度が均一化され、析出する電鍍金属の厚さが均一化される。

30

従って、基板の中心部と外周部に位置する全ての開口部の口径寸法にばらつきがなくなり、開口部の口径寸法を精度良く均一に揃えて形成できるとともに、ダミー開口部は電鍍で析出した金属がオーバーハングすることにより全部が塞がれて無垢に形成されるか、又はダミー開口部は一部が塞がって小さな開口を中央に残した形状となり、所望の開口プレートが得られる。

【0013】

本発明の第2の態様は、第1の態様の開口プレートの製造方法に関し、前記開口部の寸法a、前記レジストパターンの寸法b、前記ダミーレジストパターンの寸法cにおいて、これらa、b、cが $10\mu\text{m} < c < \mu\text{m} \quad (b - a)\mu\text{m}$ の関係であることを特徴とする。

40

【0014】

前記開口プレートの製造方法においては、寸法aの開口部を形成するために焼付する寸法bのレジストパターンの周囲には、 $10[\mu\text{m}] < c[\mu\text{m}] \quad (b - a)[\mu\text{m}]$ からなる寸法cのダミーレジストパターンを形成することにより、このレジストパターンを搭載した基板に電鍍により金属が析出されて寸法aの開口部の口径が均一な寸法で形成される。

その際には、周囲のレジストは電鍍で析出した金属がオーバーハングしてダミー開口部は塞がれて無垢に形成されるか、又はダミー開口部は一部が塞がって小さな開口を中央に残した形状となり、所望の開口プレートが確実に得られる。

【0015】

50

本発明の第3の態様は、第1の態様の開口プレートの製造方法に関し、前記レジストパターン及び前記ダミーレジストパターンの形状が円形、矩形若しくは異形のスポット又はスリット状パターンであることを特徴とする。

【0016】

前記開口プレートの製造方法においては、開口部の形状が円形、矩形、異形のスポット又はスリット状のパターンである場合、これと同形状のレジストパターンの周囲にもこのレジストパターンより小さい寸法の同形状のダミーレジストパターンを形成することにより、全ての開口部の口径寸法が精度良く均一に揃った所望の開口プレートが得られる。

【0017】

本発明の第4の態様は、第1又は第2の態様の開口プレートの製造方法に関し、前記開口部がすり鉢状に広がったオリフィス形状であることを特徴とする。

10

【0018】

前記開口プレートの製造方法においては、レジストパターンを搭載した基板に電鍍により金属を析出させ、電鍍膜の一面から他の面へかけてすり鉢状に広がった寸法aの開口部が形成された所望の開口プレートが得られる。

【0021】

本発明の第5の態様は、第1の態様の開口プレートの製造方法に関し、電鍍金属がニッケル、コバルト、銅、パラジウム、金、白金のいずれかを含む金属であることを特徴とする。

20

【0022】

前記開口プレートの製造方法においては、ニッケル、コバルト、銅、パラジウム、金、白金を含むいずれかの金属を選択すれば、開口部の口径寸法が精度良く均一に揃った所望の開口プレートが得られる。

【発明の効果】

【0027】

以上説明したように、本発明の第1態様によれば、基板の中心部と外周部に位置する全ての開口部の口径寸法を精度良く均一に揃えて形成できるとともに、ダミー開口部は電鍍で析出した金属がオーバーハングすることにより塞がれて無垢に形成されるか、又はダミー開口部は一部が塞がって小さな開口を中央に残した形状となり、所望の開口プレートを製造できる、という優れた効果が得られる。

30

【0028】

本発明の第2態様によれば、レジストパターンとダミーレジストパターンの寸法を設定することにより、基板の中央と周辺部における開口部の口径寸法が均一に形成されるとともにダミー開口部の全部か又は一部が塞がれ、所望の開口プレートを確実に製造できる、という優れた効果が得られる。

【0029】

本発明の第3態様によれば、開口部の形状が、円形、矩形、異形のスポット、スリット状のパターンのさまざまの場合によっても、基板の中央と周辺部における開口部の寸法はバラツキが無くなり、均一化した寸法精度の高いものができる、という優れた効果が得られる。

40

【0030】

本発明の第4態様によれば、ノズルプレートやフィルタープレートの開口形状に最適な、すり鉢状に広がった開口部を形成できる、という優れた効果が得られる。

【0032】

本発明の第5態様によれば、ニッケル、コバルト、銅、パラジウム、金、白金のいずれかを含む電鍍金属を選択して使用でき、例えば、ニッケルは安価な金属として、パラジウム、金、白金などの貴なる金属は耐食性が高いことから液体噴霧や液体濾過などに使用される際の金属の溶出を防ぐことができ医療にも適応している、という優れた効果が得られる。

50

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の実施形態を示す開口プレートの製造方法の工程断面図である。

【図2】本発明の実施形態を示す開口プレートの製造工程におけるレジストパターンの平面図である。

【図3】本発明の他の実施形態を示す開口プレートの製造工程におけるレジストパターンの平面図である。

【図4】従来例を示す開口プレートの製造方法の工程断面図である。

【図5】開口プレートの断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下に本発明の実施例を図1、図2に基づいて説明する。

図1(a)において、11はステンレス製の基板であり、表面にフォトリソグラフィ法により形成されたレジスト12を厚さ2ミクロンになるようにスパッタリングを用いて塗布する。この基板11は、ガラス等の不導体材料からなる表面へ蒸着やスパッタリング等を利用し、銅、ニッケルなどの金属材料を成膜したもので良い。又、フォトリソグラフィ法は、フィルム状のレジストをラミネーター装置などによってコートしても良い。

【0037】

次に図1(b)に示すように、フォトリソグラフィ法により後述する開口部を形成するために、図2に示すような円形状のレジストパターン13を直径寸法100μm、その周囲に円形状のダミーレジストパターン14を直径寸法80μmになるパターンが描画されたクロムマスク15を介して紫外線16を照射して露光する。尚、紫外線16の代わりにX線を光源とする場合はクロムマスク15の代わりにX線マスクを用いることになる。

20

【0038】

次に、図1(c)、図2に示すように、現像工程を経ることで基板11上に感光性レジスト17、18をパターン化する。

次に図1(d)に示すように、スルファミン酸ニッケル浴の電鍍槽中において所定の電鍍工程により感光性レジストパターン17、18を除いて外面に露出する導電性を有した基板11の表面から電鍍によってニッケルである電鍍金属19を析出させる。

30

このように、電鍍金属19が析出し、徐々に層の厚みを増して行き、この電鍍金属19の厚みがレジストパターン17、18の厚みを越えるまでに析出が進むと、図1(e)に示すように、電鍍金属19の層はレジストパターン17、18の外周上面へ覆いかぶさるように析出し、電鍍金属19の成膜を連続的に析出することで、図1(f)に示すように、電鍍金属19の生成範囲を拡げ、その上面に下すぼまり状のベルマウス形の円形状である開口部20が形成される。

【0039】

同時に、図1(f)に示すように、ダミーレジストパターン14の部分は上述と同じ要領で電鍍金属19は連続的に析出することにより、電鍍金属19でオーバーハングされ完全に覆いかぶさってダミー開口部21が塞がれ、溝22を残した無垢部23が形成される。

40

そして、開口部20の口径寸法aが10μmになったところで電鍍を終了させ、基板11を剥離する。

尚、この基板11がシリコン基板などのエッチングで容易に除去できるものであればエッチングで除去しても良い。

又、電鍍金属19はニッケル以外に、コバルト、銅、パラジウム、金、白金のいずれかを含む電鍍金属を選択して使用しても良い。

【0040】

最後に予め形成した感光性レジスト17、18を有機溶媒により除去する。尚、この感光性レジストの除去は酸素プラズマによるドライエッチングを利用しても良い。

50

以上の工程を経て、図1(g)に示すように、全ての開口部20が $10\mu\text{m}$ の口径寸法aで均一に形成された開口プレート24が完成する。

【0041】

このように、開口部20を形成するためのレジストパターン17の周囲にも、そのレジストパターンより小さい寸法からなるダミーレジストパターン18を形成させることにより、電鍍における基板11の面内の電流密度分布に差が生じることがなくなるため、電流密度が均一化され、析出する電鍍金属19の厚さが均一化される。

【0042】

従って、基板1の中心部に位置する開口部20Aと外周部に位置する開口部20Bの口径寸法にばらつきがなくなり、開口部20A、20Bの口径寸法を精度良く均一に揃えて形成できるとともに、ダミー開口部21は電鍍で析出した金属がオーバーハングすることにより塞がれて溝12を残した無垢部23が形成され、所望の開口プレート24が得られる。

10

【0043】

かかる製造工程において、図1(g)に示す開口部20の寸法aを形成するために、図1(c)に示すレジストパターン7の寸法bの周囲に、 $10\mu\text{m} - c\mu\text{m} = (b - a)\mu\text{m}$ からなる寸法cのダミーレジストパターン18を形成する際、寸法cを $c = b - 2n(n - 1)$ とすることにより開口部20の寸法aを形成した際には周囲に配置したダミー開口部21の口径寸法は寸法aより $n\mu\text{m}$ だけ小さくなることから、開口部20の口径寸法が均一化した精度の高いものができる。

20

尚、上記nを小さくして寸法cを大きくすることにより、ダミー開口部21が上記実施例のように全部が塞がらないで、一部が塞がって中央に小さな開口を残した形状としても良い。これは、無垢に形成しないで小さな開口を残してもこの開口から粒子が通過することがないからである。

【0044】

そして、この開口プレート24を医療用ネブライザー、噴霧デバイス等のノズルプレートとして用いる場合や分離装置のフィルタープレートとして用いる場合、有機系、もしくは無機系接着剤等により開口プレート24を接着する際に、この溝22が接着のアンカー効果をもたらすことで平坦の無垢部よりも、接着強度を上げる副次的効果が得られる。

例えば医療用ネブライザーにおいては、開口プレート24にこの開口プレート24を振動させるための圧電セラミックスを接着した場合、その接着強度は平坦の無垢部を有する従来のノズルプレートに接着した場合と比較して、2倍以上の接着強度を上げることができた。

30

また、溝22を有することにより開口プレート24は弾力性が増すため、圧電セラミックスによって効果的に振動するので、例えば医療用ネブライザーに好適である、副次的効果が得られる。

【0045】

上述実施例と同様に、図1に示すように、開口部20を形成するためのレジストパターン17のみを有しダミーレジストパターン18がない場合の従来例の開口プレートと、本発明の開口プレート24とを比較(寸法バラツキ)した検証結果を表1に示す。

40

【0046】

【表 1】

		ダミーレジストパターン18	
		有り (本発明)	無し (従来例)
基板1の中心部に位置する開口部20Aの口径寸法	測定個数	10ヶ	10ヶ
	平均値	10.04 μm	10.04 μm
	バラツキ (σ)	0.1075	0.2150
基板1の外周部に位置する開口部20Bの口径寸法	測定個数	10ヶ	10ヶ
	平均値	10.05 μm	10.66 μm
	バラツキ (σ)	0.1270	0.2989
開口部20A、20Bの平均値差		0.01 μm	0.64 μm
開口部20A、20Bの口径寸法	測定個数	20ヶ	20ヶ
	平均値	10.04 μm	10.41 μm
	バラツキ (σ)	0.1145	0.3795

10

【0047】

表1の結果から、ダミーレジストパターン18を有する本発明の実施例の方が、ダミーレジストパターン18を有していない従来例よりも、開口部20A、20Bの口径寸法のバラツキが小さいことが判明した。

【0048】

尚、上記実施例では、レジストパターン17とダミーレジストパターン18の形状が図3(a)に示すように円形の場合について説明したが、図3(b)の矩形、図3(c)の異形のスポット、図3(d)のスリット状のパターンでも良い。

この場合、それぞれの形状を得るためのレジストパターン17の周囲にもそのレジストパターン17より少なくとも小さい同形状、もしくは図3(e)に示すように異形状のダミーレジストパターン18を形成しても良い。

この場合も、上記実施例と同様にレジストパターン17を搭載した基板11に電鍍により金属19を析出させ、開口面積が電鍍膜の一面から他の面へかけてすり鉢状に広がった開口部20を形成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0049】

上述したように、本発明の開口プレート24を医療用ネブライザーのノズルプレートに適用することができる。ノズルプレートを搭載した医療用のネブライザーは、気管支拡張剤などの薬液を微粒化することで人に吸入することで加療、治療を実施する医療デバイスであるため、薬液を微粒化する粒子径の制御が必要とされる。

本発明によれば、その粒子径が依存されるネブライザーに適した開口部20を有する開口プレート24を提供でき、極めて有用である。

【0050】

また、開口プレート24を例えば血液中の末梢循環腫瘍細胞CTC(Circulating Tumor Cell)、または希少細胞を分離するためのフィルターとして利用することができる。このようなフィルタープレートはそれぞれの細胞の大きさを利用しフィルター上での捕獲や、通過させるために開口部20の寸法精度は非常に重要である。

40

本発明によれば、寸法精度が均一化した開口部20を有する開口プレート24を提供でき、極めて有用である。

【符号の説明】

【0051】

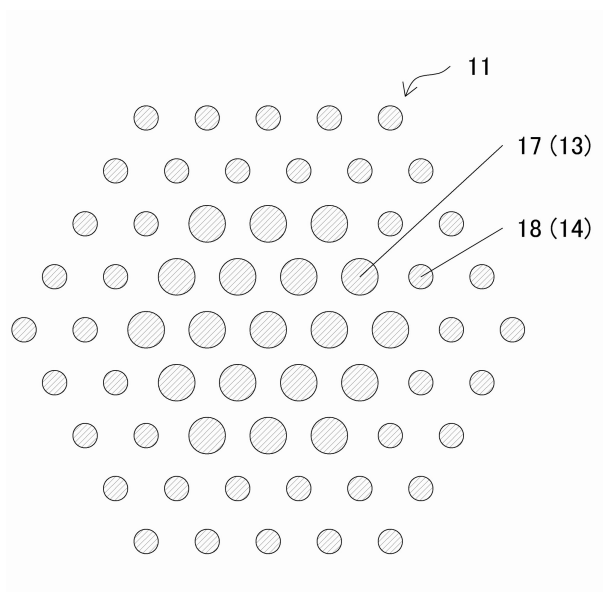
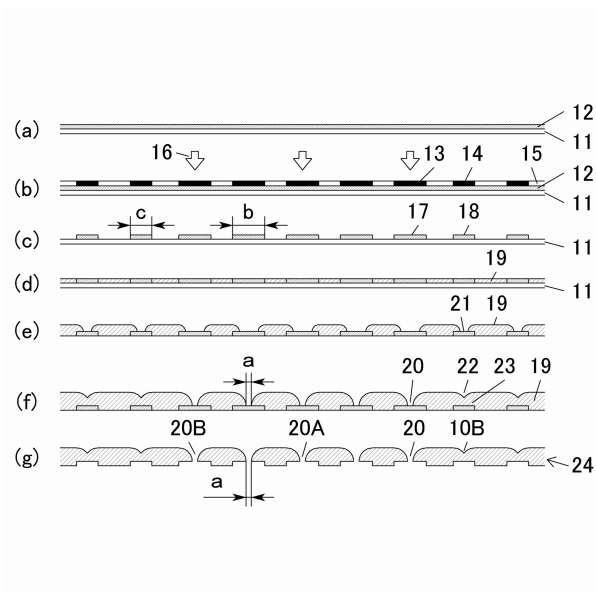
- 11 基板
- 13(17) レジストパターン
- 14(18) ダミーレジストパターン
- 19 電鍍金属

50

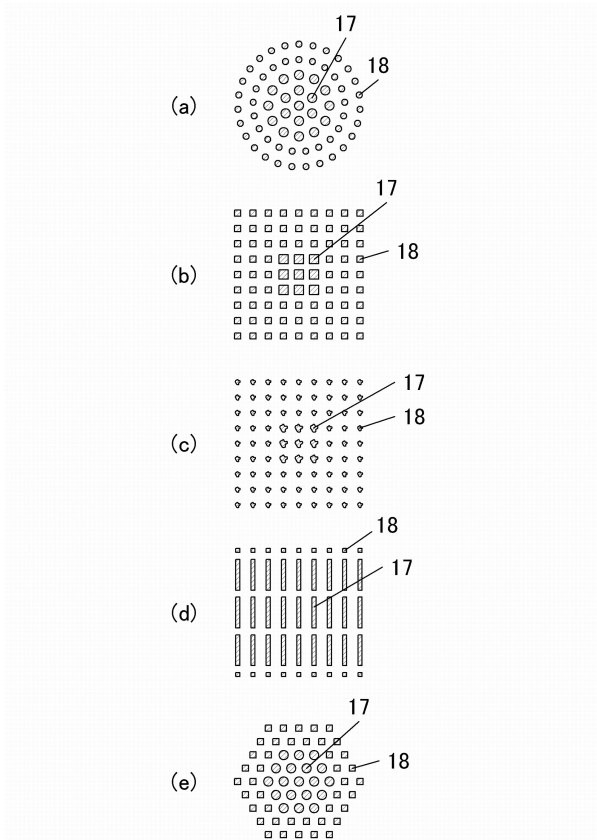
- 2 0 開口部
- 2 1 ダミー開口部
- 2 4 開口プレート

【図 1】

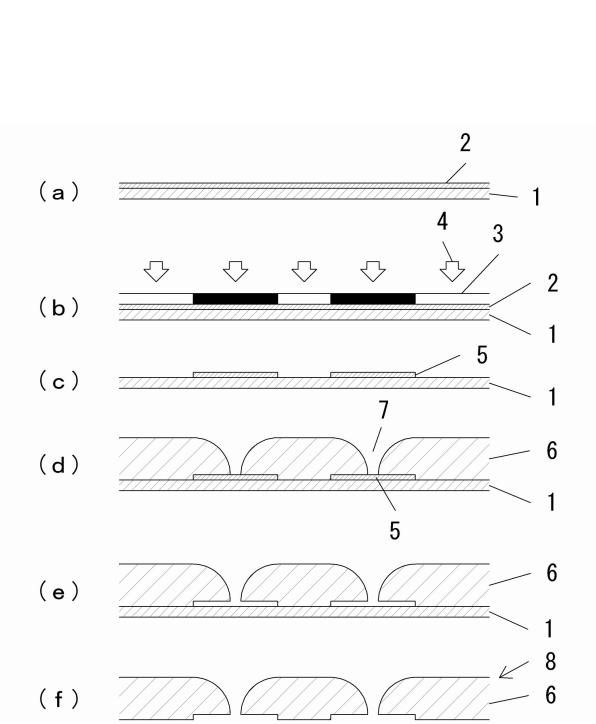
【図 2】



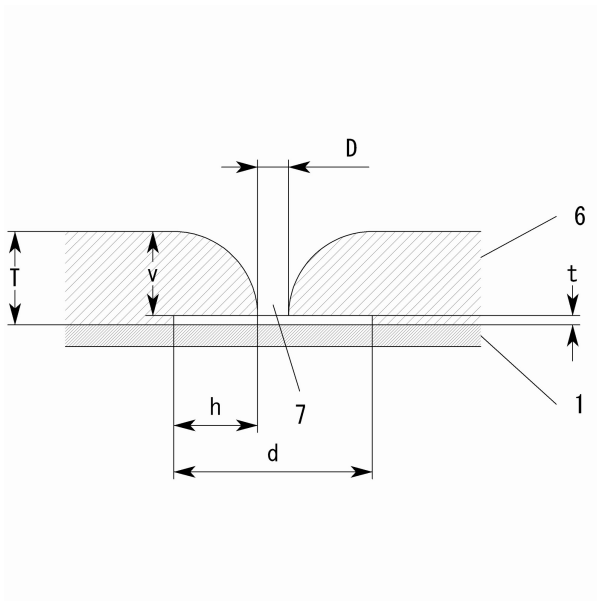
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 1 D 29/04 5 3 0 Z
B 0 1 D 29/04 5 1 0 C

審査官 祢屋 健太郎

(56)参考文献 特開昭50-119729(JP,A)
特開平09-217191(JP,A)
米国特許第04791436(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C 2 5 D 1 / 0 0