

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-51959

(P2010-51959A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B O 1 J 19/32 (2006.01)</b>	B O 1 J 19/32	4 D O 7 6
<b>B O 1 J 10/00 (2006.01)</b>	B O 1 J 10/00 1 O 1	4 G O 7 5
<b>B O 1 D 3/22 (2006.01)</b>	B O 1 D 3/22 A	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L 外国語出願 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2009-196203 (P2009-196203)	(71) 出願人	504213548
(22) 出願日	平成21年8月27日 (2009.8.27)		バイエル マテリアルサイエンス アクチ エンゲゼルシャフト
(31) 優先権主張番号	10 2008 039 947.7		Bayer Material Science AG
(32) 優先日	平成20年8月27日 (2008.8.27)		ドイツ連邦共和国 レーフエルクーゼン (番地なし)
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		D-51368 Leverkusen, Germany
		(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100094798
			弁理士 山崎 利臣
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

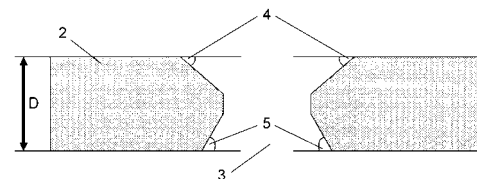
(54) 【発明の名称】 流体流れを分割するための方法

## (57) 【要約】

【課題】溶解及び／又は懸濁された物質を含む、流体の流れ、特に液体の流れが、溶解及び／又は懸濁された物質の堆積物が装置に形成されることなく、化学装置において均等に分割されることができる方法を提供する。

【解決手段】1つ以上の流体の流れが、堆積物を形成する傾向を低減するように、化学装置において2つ以上の部分的な流体の流れに均一に分配される。このような流れの分割は、2つ以上の開口を有する少なくとも1つのプレートを使用することによって達成され、前記開口は少なくとも一方の側において丸みづけ又は面取りされている。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

化学装置において流体の流れを 2 つ以上の部分的な流体の流れに分割するための方法において、

a) 少なくとも 1 つの流体の流れを分配装置に通過させ、該分配装置が、(i) 2 つ以上の開口を有する少なくとも 1 つのプレートに有しており、前記開口が、部分的な流体の流れが形成されるように、プレートの少なくとも一方の側において丸み付け又は面取りされており、

b) 形成された部分的な流体の流れを分配装置から流出させることを特徴とする、化学装置において流体の流れを 2 つ以上の部分的な流体の流れに分割するための方法。

10

**【請求項 2】**

分配装置に設けられた開口が、部分的な流体の流れの入口側において丸み付け又は面取りされている、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 3】**

前記開口が、孔又はスロットとして形成されている、請求項 2 記載の方法。

**【請求項 4】**

前記開口が丸み付けされており、丸み付けされることにより形成された部分的な円の半径  $R$  が、プレートの厚さよりも小さい、請求項 3 記載の方法。

**【請求項 5】**

プレートの平らな表面と、プレートを貫通する通路の近傍の開口の表面における面取りされた側との間の角度が、 $40^\circ \sim 60^\circ$  である、請求項 4 記載の方法。

20

**【請求項 6】**

開口が面取りされており、該面取り部が、プレートの厚さの半分までは延びていない、請求項 5 記載の方法。

**【請求項 7】**

部分的な流体の流れが、開口から流出する際に、1 のレイノルズ数を備えて流れる、請求項 5 記載の方法。

**【請求項 8】**

開口が、孔又はスロットとして形成されている、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 9】**

開口が、丸みづけされており、このように形成された部分円の半径  $R$  がプレートの厚さよりも小さい、請求項 1 記載の方法。

30

**【請求項 10】**

プレートの平らな表面と、プレートを貫通する通路の近傍の開口表面との間の角度が、 $40^\circ \sim 60^\circ$  である、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 11】**

開口が面取りされており、面取り部が、プレートの厚さの半分までは延びていない、請求項 1 記載の方法。

**【請求項 12】**

部分的な流体の流れが、開口から流出する際に、1 のレイノルズ数を備えて流れる、請求項 1 記載の方法。

40

**【請求項 13】**

流体の流れを 2 つ以上の均一な流体の流れの部分に分割する、化学装置のための分配装置において、少なくとも 2 つの開口を有する少なくとも 1 つのプレートが設けられており、前記開口が、少なくともプレートの一方の側において丸みづけ又は面取りされていることを特徴とする、化学装置のための分配装置。

**【請求項 14】**

丸みづけ又は面取りされた開口が、流体の流れが分配装置に導入されるプレートの側において丸みづけ又は面取りされている、請求項 13 記載の装置。

**【請求項 15】**

50

プレートに設けられた開口が、孔又はスロットとして形成されている、請求項 13 記載の装置。

【請求項 16】

開口が丸みづけられており、丸みづけされた開口の半径がプレートの厚さよりも小さい、請求項 13 記載の装置。

【請求項 17】

開口が面取りされており、プレートの表面と各開口との間に、 $40 \sim 60^\circ$ の角度が形成されている、請求項 13 記載の装置。

【請求項 18】

開口が面取りされており、各開口の面取り部が、プレートの厚さの半分よりも大きな距離まで延びていない、請求項 13 記載の装置。

【請求項 19】

部分的な流体の流れが、開口から流出する場合に、1 よりも大きくないレイノルズ数を備えて流れる、請求項 13 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、慣用の装置と比較して堆積物を形成する傾向が減じられた化学装置において流体の流れを2つ又は3つ以上の部分流に均等に分割する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

化学技術において、頻繁に使用される化学反応装置は、反応装置内で流体の流れを均等に分配するための装置を使用する。このような装置は、しばしばインターナル（内部構造物）とも呼ばれる。

【0003】

このようなインターナルの特定の形式は、いわゆるプレートであり、特に、いわゆる分配プレートが特別な事例を成す。このような分配プレートはしばしば、例えば段塔又は熱交換機等の化学反応装置において使用される。

【0004】

このような分配プレートは慣用的に、開口が設けられた平坦な水平な面（プレート）の形式であり、開口を通して特定の流体の流れが化学装置の他の部分に進入する。開口を流過する結果、低減された流速又は再循環流を特徴とする領域が、慣用的に、幾何学的な不規則な部分において分配プレートにおいて形成される（例えば、穿孔された穴等の開口における $90^\circ$ の角度等）。

【0005】

開口を通して化学反応装置に進入する流体が、溶解された物質又は粒子の懸濁液を含んでいる場合、低減された流速又は再循環流を生じる領域において、これらの物質及び/又は粒子の堆積物が慣用的に形成される。この現象は一般的に知られており、例えば、H. Mueller-Steinhagen, "Heat-Exchanger Fouling-Mitigation and Cleaning Technologies", Publico Publications, pp.8-9, Essen 2000. ISBN 3-934736-00-9に記載されている。

【0006】

IN - A - 192183は、段塔における液体の均等な分配を可能にすると言われる装置を開示している。その装置は、主分配装置（10）と、この主分配装置に結合された二次分配装置（11）とを特徴とし、この二次分配装置自体は、管（2）を介して実際の分配する分配プレート（4）に結合されている。液体の実際の均等な分配は、狭い間隙を残しながら分配プレート（4）の周囲に構造及び配置された案内壁部（5）に沿って、分配プレート（4）から滴下することによって行われる。装置に存在する開口の正確な幾何学的形状は開示されていない。ここで使用される参照番号は、IN - A - 192183において使用されている参照番号に関連する。

【0007】

IN - A - 192183に記載された装置は、分配プレート(4)と案内壁部(5)との間の狭い間隙が、液体の流れが著しく減速されかつ再循環させられることができる領域を形成するので、特に不都合である。したがって、このような装置が使用される場合、液体に溶解/懸濁された物質の堆積が生じると仮定される。装置はさらに、分配プレート(4)の縁部及び排出開口(12)のボア等の、幾何学的に不規則な多くの部位を有しており、これらの部位において、堆積物の形成が、上記の理由から極めて起こりやすい。

【0008】

独国特許出願公開第2752391号明細書は、V字形の液体出口開口を有するオーバーフローエッジ(3, 6)を備えた平行なチャネルから成る、液体を均一に分配するための装置を開示している。分配される液体の量は、2つの平行なオーバーフローエッジの間隔(7)を調節することによって、及びV字形の液体出口開口の寸法及び数によって決定される。V字形の液体出口開口の正確な幾何学的形状、特に入射角は、開示されていない。ここで使用された参照番号は、独国特許出願公開第2752391号明細書において使用されている参照番号に関連している。

10

【0009】

独国特許出願公開第2752391号明細書に開示された装置は、多数の、幾何学的に不規則な部分を有している。例えば、V字形の液体出口開口のエッジと、オーバーフローエッジとは、このような幾何学的な不規則さを特徴とする。したがって、特にこのような部分において、液体速度の減少及び/又は再循環流が生じ、これにより、分配されるべき液体が、溶解された/懸濁された物質を含んでいる場合には、堆積物が形成されることが想定される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】IN - A - 192183

【特許文献2】独国特許出願公開第2752391号明細書

【非特許文献】

【0011】

【非特許文献1】H.Mueller-Steinhagen, "Heat-Exchanger Fouling-Mitigation and Cleaning Technologies", Publico Publications, pp.8-9, Essen 2000. ISBN 3-934736-00-9

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

溶解及び/又は懸濁された物質を含む液体又は液体の流れの分割に関する従来の装置において生じる問題を考慮して、本発明の目的は、溶解及び/又は懸濁された物質を含む、流体の流れ、特に液体の流れが、溶解及び/又は懸濁された物質の堆積物が装置に形成されことなく、化学装置において均等に分割されることができる方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この目的及び当業者に明らかになるその他の目的は、本明細書においてさらに詳細に記載された方法において、本明細書に詳細に記載された分配プレートを使用することによって達成される。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の方法を実施するのに適した分配装置を示す図である。

【図2】本発明の方法を実施するのに適した分配装置を示す図である。

【図3】図1に示された孔のうちの1つの断面図である。

【図4】図2に示された孔のうちの1つの断面図である。

【図5】実施例1の試験結果を表すグラフである。

50

【図 6】試験装置（実施例 2）を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明は、化学装置において流体の流れを 2 つ以上の部分流体流れに分割する方法に関し、この化学装置において、少なくとも 1 つの流体の流れが、2 つ以上の開口 3 を有する少なくとも 1 つのプレート 2 を有する分配装置に通過させられる。開口 3 は、プレート 1 の少なくとも 1 つの側において丸み付けされている又は面取りされている。部分流体流れは引き続き開口 3 を流過する。

【0016】

本発明の文脈において、“流体”は、超臨界状態、臨界未満状態又は臨界状態における、あらゆる液体及び／又は気体を意味する。液体及び／又は気体の特定の状態は、流体の流れが本発明による装置を通過する前及び／又は通過した後における条件によって決定される。液体及び／又は気体の状態は発明にとって重要ではない。流体が本発明の装置を通過しながら流体の状態が変化することも可能である。

10

【0017】

流体は好適には液体である。最も好適には、流体は、少なくとも 1 つの物質が溶解及び／又は懸濁した形式で存在する液体である。

【0018】

少なくとも 1 つの物質が溶解及び／又は懸濁した形式で存在する液体は、本発明による方法に関連して特に有利である。なぜならば、堆積物が形成される傾向の減少が、本発明において特に顕著であるからである。

20

【0019】

本発明の文脈における“プレート”は、厚さ D を有する平坦な形状のボディを表す。平面におけるプレートのジオメトリは本発明にとって重要ではない。しかしながら、プレートは、通常は円形のプレートである。なぜならば、プレートは通常、円筒形として概して当業者に知られる段塔又は同様の化学装置に水平に導入されるからである。平面におけるプレートの空間的な範囲が大きい場合、部分的な流体の流れが出現する側において、例えば支柱又はその他の強化手段によって、プレートが強化されることができる。

【0020】

本発明の範囲内の化学装置は、化学反応又は化学物質又は熱輸送過程が生じることができるあらゆる装置を含む。例えば、反応器、特に管状の反応器、又は熱交換器、特に管状の熱交換器、及び／又は、物質を分離するための装置、例えば段塔又はその他の適切な装置が、本発明の範囲内である。

30

【0021】

プレートの厚さ D は、通常、プレートが、自重に耐え、かつ付加的に概してプレート上に配置された流体の重量に耐えるように選択される。プレートに使用される材料に基づいてプレートの厚さをどのように決定するかは、概して当業者に知られている。択一的に、プレートの厚さ D は極めて小さく選択されていることもでき、その代わりに支柱の形式の強化手段が使用されることもできる。

【0022】

40

プレートは、化学装置構造において概して知られるあらゆる材料から形成されることができる。プレートは、通常、金属又はポリマ等の、機械加工（例えば穿孔又は切断）しやすい材料から形成されている。好適には、プレートは金属材料から形成されている。より好適には、プレートは鋼から形成されている。最も好適には、プレートはステンレス鋼から形成されている。

【0023】

例えば鋼又はステンレス鋼等の金属材料の使用は特に有利である。なぜならば、このような材料が特に強く、厚さ D が小さく選択されることができるか、又は例えば支柱による強化手段が、概して省略されることができるからである。ステンレス鋼は、ほとんどの液体による化学的攻撃（例えば腐食）に対して安定しているので特に有利である。鋼の合金

50

組成に基づいて、本発明による装置の特定の用途のためにステンレス鋼をどのように選択するかは当業者に概して知られている。

【0024】

本発明のために要求されるプレートを製造するために使用される特定の材料は、発明の有効性にとって重要ではない。使用される材料が丸み付けされている及び／又は面取りされていることだけが重要である。これを達成する方法は、当業者にとって、それに適していると思われるあらゆる方法であることができる。

【0025】

分配装置のプレートは好適には、装置を通過する流体の流れの主方向に対して正確に垂直に、化学反応装置に配置されている。最も好適には、プレートは正確に水平に配置されている。

10

【0026】

装置を通過する流体の主流れ方向に対して垂直な配置は有利である。なぜならば、分配装置の部分領域が、他よりも流体に曝されないからである。均一な分配はこれにより保証されることができる。分配されるべき流体が、化学装置を垂直方向に上から下へ又は下から上へ流れる液体である場合に、水平の配置は特に有利である。これにより、分配装置の部分領域は、他よりも流体に曝されないことが保証されることができる。

【0027】

プレートにおける開口はあらゆる幾何学的形状を有することができる。孔又はスロットの形式の開口が好適である。孔の形式の開口はより好適であり、円形の孔の形式の開口が最も好適である。

20

【0028】

孔及びスロットは、単純な手段、例えば穿孔及び／又は切断によってプレートに導入されることができるので有利である。その他の幾何学的形状は、製造するのがより複雑であるが、その他の点では孔及びスロットと同様に適切である。

【0029】

プレートにおける開口は、分配装置のプレート上に規則的に又は不規則に分配されることができる。開口は好適にはプレート上に規則的に分配されている。

【0030】

規則的な配列は、流体の均一な分配がより達成されることができるので有利である。

30

【0031】

開口の寸法及び数は、分配されるべき流体の量によって通常は決定され、通常は、開口から出る時の流体の流れのレイノルズ数が1以下であるように選択されている。

【0032】

本発明に関連して、レイノルズ数は、 $Re = u \cdot d / \nu$  として当業者に一般的に知られている無次元指数であり、 $u$  は開口から出るときの部分流体流の速度であり、 $\nu$  は流体の動粘性率であり、 $d$  は、開口が円形である場合の開口の直径又は開口がスロットである場合のスロット幅又は2つの前記ジオメトリが存在しない場合の、当業者に一般的に知られた原理によって決定される開口の特徴的な長さを表している。

【0033】

プレートにおける開口の数は好適には10～10000、最も好適には100～5000である。

40

【0034】

分配装置の開口は好適には、少なくとも流体がプレートを通過するプレート2の側において、丸み付けされている又は面取りされている。

【0035】

開口は、プレート2の両側において丸み付け又は面取りされていることもできる。開口は、プレートの一方の側において面取りされており、プレートの他方の側において丸み付けされていることも同様に可能である。

【0036】

50

好適には、開口は、プレート的一方の側においてのみ面取り又は丸み付けされている。

【0037】

本発明に関連して、丸み付けされているとは、幾何学的な不規則さ、例えば90°の角度が、規則的なジオメトリ、例えば半円形によって置き換えられていることを意味する。

【0038】

言い換えれば、本発明の文脈における"丸み付けされている"は、開口へ進入する領域において角が形成されていないことを意味する。その代りに、(開口の外側の)プレートの平らな表面が、角を形成することなく、プレートを貫通する通路領域における開口の表面に移行している。

【0039】

本発明の文脈において、面取りされているとは、幾何学的な不規則さ、例えば90°の角度が、同様に不規則であるが、元の幾何学的な不規則さと比較して、より幾何学的に規則的なジオメトリ(たとえば2つの45°の角度)に類似しているジオメトリによって置き換えられていることを意味する。

【0040】

言い換えれば、本発明に関連する"面取りされている"は、開口への進入領域において鋭い角が形成されていないことを意味する。その代りに、(開口の外側の)プレートの平らな表面が、鋭い角を形成することなく(すなわち好適には角度 , 60になることなく)プレートを貫通する通路領域における開口の表面に移行している。

【0041】

角度 は、プレートの平らな表面と、部分流体流れの入口側における開口の表面との間の角度であり、角度 は、プレートの平らな表面と、部分流体流れの出口側における開口の表面との間の角度である。これは図3に示されており、参照番号4は角度 を表し、参照番号5は角度 を表わしている。

【0042】

開口3を有する少なくとも1つのプレート2を有する分配装置は、好適には、プレートを貫通する通路の領域における(すなわち好適には、プレートの厚さDに対応する、開口の流過長さの30%~70%の範囲における)流過断面が、開口への進入領域における流過断面よりも小さいということを特徴とする。

【0043】

プレートにおける開口が丸み付けされている場合は、開口は、丸み付けによって形成された部分的な円の半径Rが、プレートの厚さよりも小さくなるように丸み付けされていると好適である。

【0044】

プレートにおける開口が面取りされている場合は、開口は、角度が40°~60°であるように面取りされていると好適である。開口は、面取り部がプレートの厚さDの半分まで延びていないように面取りされていることも好適である。

【0045】

本発明は、発明を図面に限定することなく、図面に関連してさらに詳細に説明される。

【0046】

図1は、本発明の方法を実施するのに適した分配装置を示しており、この分配装置は、円形のプレート2を有しており、プレート2には孔の形式の開口3が規則的に分配されている。

【0047】

図2は、本発明の方法を実施するのに適した分配装置を示しており、この分配装置は、円形のプレート2から形成されており、プレート2にはスロットの形式の開口3が規則的に分配されている。

【0048】

図3は、図1に示された孔3のうちの1つの断面図を示しており、開口は、両側において、角度 , で面取りされている。参照番号4は角度 を表しており、参照番号5は角

10

20

30

40

50

度 を表わしている。Dはプレート2の厚さを表している。

【0049】

図4は、図2に示された開口3のうちの1つの断面図を示しており、開口は、プレート  
の一方の側において、半径 $R < D$ を備えるように丸み付けされている。Dはプレート2の  
厚さを表している。

【0050】

図5は、例1の試験結果を表すグラフである。

【0051】

図6は、試験装置(例2)を概略的に示している。

【0052】

本発明は、実施例に関連して、ただしこれらの実施例に限定されることなく、以下に詳  
細に説明される。

【0053】

例

例1

堆積及び結晶化付着物試験が実験室試験において行われた。ブチルゴム/ヘキサンが堆  
積付着物試験のための試験液として使用され、塩化ナトリウム水溶液が結晶化付着物試験  
のための試験液として使用された。試験装置は、試験液が連続的に流入する容器から形成  
された。容器は、垂直な壁(厚さ: 2 mm)のうちの1つに、様々な種類の開口を有して  
おり、これらの開口から、試験液が再び円弧においてジェットの形式で流れた。開口は2  
つの円形の穴(直径: 2 mm)であり、第1の穴は鋭い角を備えて形成されており(円筒  
形である)、第2の穴は(本発明に従って)面取り部を有していた。45°の面取りが選  
択され、この面取りは壁厚の半分を占めていた。耐久性試験において、様々な開口におけ  
る付着物が調査された。評価は、一方では、開口を有するプレートを試験の最後に取り外  
し、穴における堆積物を視覚的に評価することによって行われ、他方では、2つの開口か  
ら水平方向に約5 cm離れて位置決めされた、向き合った壁における衝突箇所の投影範囲  
又は高さhを測定することによって行われた。図5におけるAは、(面取り部を備えない)  
鋭い角を備えた穴を表している。図5におけるBは、(面取り部を備えた)面取りされ  
た穴を表している。視覚的評価及び測定の両方は、付着物の両方の仕組み(結晶化及び堆  
積付着物)に関して、排出孔の(本発明による)面取り又は(本発明による)丸み付けが  
付着物に対するより低い傾向を生じることを示した。図5は、様々な時間tにおける衝  
突箇所の測定された高さhのグラフである。

【0054】

例2

この例において使用された、液体の流れを分割するための装置は、分配装置の孔の付着  
物挙動を調査するための一連のスクリーニングテストにおける平らな円形のプレートの形  
式であり、80 ~ 220 の温度で試験された。厚さ2 mmのステンレス鋼プレートに  
、2つの幾何学的に異なる孔が設けられた(有効流過面の均等を保証するために、直径は  
それぞれ1.4 mmであった)(図6)。孔Cは単純な直線的なボアである。第2の孔D  
は面取り部(45°)を備えて製造された。使用された試験液は、700 ~ 1200 kg  
/ m<sup>3</sup>の密度と1 mPa s ~ 100 mPa sの範囲の粘度とを有する中間粘度液体であり  
、この中間粘度液体の表面張力は15 ~ 50 mN / mであった。液体は、溶解された成分  
を含有していた。液体は複数の分解反応が行われ、これらの分解反応のうちの幾つかは機  
械論的に説明されていない。極めて微細な結晶の形式の固体成分(試験の間に形成された  
懸濁)と、高い分子量の、不確定な塗膜形成製品(付着物)とが形成された。

【0055】

使用された流体は、保護雰囲気のもとで、加熱された回路において案内され、分配プレ  
ートは0 ~ 300 mmの液体層で被覆された。プレートを通じた流体が圧送によって再  
循環された量は、小孔を有するプレートにおける液体レベルを決定し、液体レベルは、静  
水高さによる分配装置孔を通る流出挙動又は流出速度を決定する。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 5 6 】

試験は有効に 10 日間継続し、それぞれ 2 日の休止があった。孔の周囲のプレートにおける塗膜におけるクレーターの寸法に基づき、流体が、面取りされた孔をより容易に流出したことを決定することが可能であった（孔の角におけるより高い流出率）。ステンレス鋼の開口を有するプレートは、試験の最後に、極めて個体の、糊状の沈殿物で被覆され、これは、高温においてさえも除去するのが困難であった。しかしながら、面取りされた孔は、直線的な孔と比較して通過可能であった。

## 【 0 0 5 7 】

特に、分配装置プレートにおける低い液体レベルにおいて、相違は、異なるジオメトリの孔の 2 つのタイプを通る流体の流出挙動において観察されることができた。面取り部を備えた分配装置孔を通る流体の流出は、直線的な孔と比較して有利な挙動を有していた。プレートにおける極めて低い静水圧力において（10～20 mm の液体レベル）、面取りされた孔は、より小さな圧力損失（より低い応力ファクタ及びより低い圧力降下）により最初から通過可能であった。これに対して、直線的な孔は、流体の均等な流出を観察することができるために、より高いレベル（40～50 mm）を必要とした。試験は、明らかに、面取りされたジオメトリを備えた分配装置孔が、鋭い角を有する孔よりも、定常作動の間に、より優れた流出挙動を示すことを示した。

## 【 0 0 5 8 】

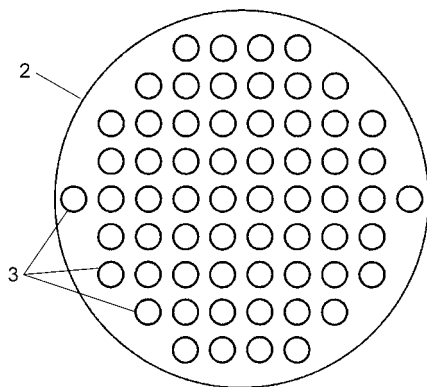
本発明は、これまで例示のために詳細に説明されたが、このような詳細は、例示のためだけであり、請求項によって限定されることを除いて、発明の精神及び範囲から逸脱することなく変更が当業者によって行われることができることが理解されるべきである。

## 【 符号の説明 】

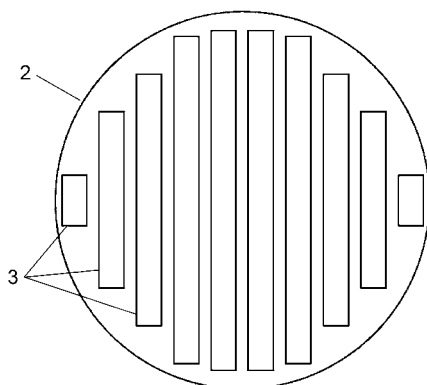
## 【 0 0 5 9 】

2 プレート、 3 開口

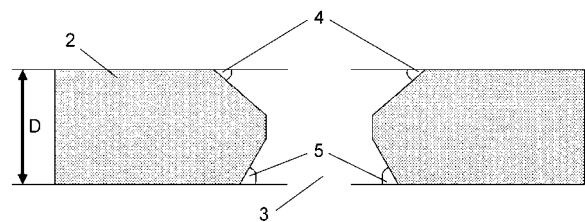
【 図 1 】



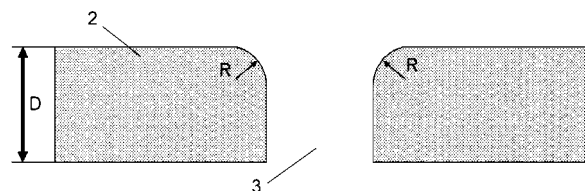
【 図 2 】



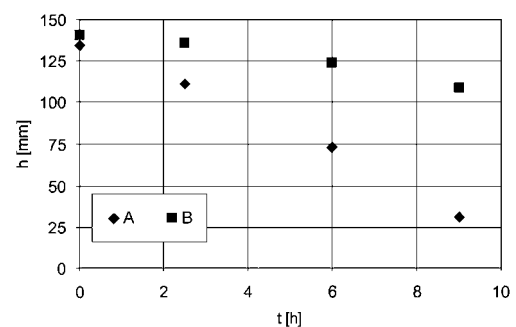
【 図 3 】



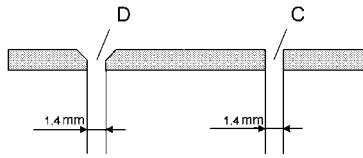
【 図 4 】



【 図 5 】



【図 6】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100110593  
弁理士 杉本 博司
- (74)代理人 100112793  
弁理士 高橋 佳大
- (74)代理人 100128679  
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633  
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100114890  
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (72)発明者 ベルトホルト ケゲンホフ  
ドイツ連邦共和国 クレーフェルト イム パラディース 3 2
- (72)発明者 ジェフリー ボルトン  
ドイツ連邦共和国 デュッセルドルフ アインブルンゲン フリーデリケ - フリートナー - ヴェー  
ク 1 6 0
- (72)発明者 フリートヘルム シュテフェンス  
ドイツ連邦共和国 レーヴァークーゼン エスベンヴェーク 1 2
- (72)発明者 マルク ゼーカムプ  
ドイツ連邦共和国 ケルン ゼメルヴァイスシュトラッセ 1 7
- (72)発明者 ゲルハルト ルファート  
ドイツ連邦共和国 レーヴァークーゼン ヘーファー ヴェーク 5 2
- (72)発明者 ユルゲン ケルン  
ドイツ連邦共和国 ガイゼンハイム アム アプツヴァルト 8
- (72)発明者 トーマス ルノウスキ  
ドイツ連邦共和国 デュッセルドルフ パウリシュトラッセ 1 3

F ターム(参考) 4D076 CC06

4G075 AA03 AA13 BB02 BB05 BB08 DA02 DA18 EC09 EE12 FA01

## 【 外国語明細書 】

**Title of Invention****METHOD FOR DIVIDING FLUID STREAMS****BACKGROUND OF THE INVENTION****Detailed Explanation of the Invention**

This invention relates to a method for uniformly dividing fluid streams into two or more partial fluid streams in chemical apparatuses which, compared with conventional devices, have a reduced tendency to form deposits.

In chemical technology, the chemical reaction apparatuses that are used frequently employ devices for the uniform distribution of fluid streams within the reaction apparatuses. Such devices are frequently also referred to as internals.

A specific form of such internals are so-called plates, among which so-called distributor plates form a special case. Such distributor plates are frequently used in chemical reaction apparatuses, such as, for example, columns or heat exchangers.

Such distributor plates are conventionally in the form of a flat horizontal surface (the plate) provided with apertures through which the particular fluid stream enters the remainder of the chemical apparatus. As a result of the flow through the apertures, zones characterised by a reduced fluid velocity or by a recirculation flow conventionally form on the distributor plate at sites of geometric irregularity (e.g. 90° angle at openings or apertures such as drilled holes, etc.).

When the fluid entering the chemical reaction apparatus through the openings or apertures contains dissolved substances or suspensions of particles, deposits of those substances and/or particles conventionally form in zones with reduced fluid velocity or recirculation flow. This phenomenon is generally known and is described, for example, in H. Müller-Steinhagen "Heat-Exchanger Fouling – Mitigation and Cleaning Technologies" Publico Publications, pp. 8-9, Essen 2000. ISBN 3-934736-00-9.

IN-A-192183 discloses a device which is said to permit the uniform distribution of liquids in columns. This device is characterised by a main distributor (10) and secondary distributors (11) connected thereto, which are in turn connected to the

actual distributing distributor plates (4) *via* a pipe (2). The actual uniform distribution of the liquid is effected by dripping down from the distributor plate (4) along guide walls (5), which are structured and are arranged around the distributor plate (4), leaving a narrow gap. The precise geometric form of the apertures present in the device is not disclosed. The reference numerals used here relate to the reference numerals used in IN-A-192183.

The device described in IN-A-192183 is disadvantageous in particular because the narrow gap between the distributor plate (4) and the guide wall (5) forms a zone in which the flow of the liquid is slowed down considerably and may be subjected to recirculation. Therefore, when such a device is used, it is assumed that deposits of substances dissolved/suspended in the liquid will occur. The device further comprises many sites of geometric irregularity, such as the edge of the distributor plate (4) as well as the bores of the discharge openings (12), at which the formation of deposits is very probable for the above-mentioned reasons.

DE-A-2 752 391 discloses a device for the uniform distribution of liquids which consists of parallel channels with overflow edges (3, 6) having V-shaped liquid outlet openings. The amount of liquid distributed is determined by adjusting an interval (7) between two parallel overflow edges, as well as by the size and number of V-shaped liquid outlet openings. The precise geometric form of the V-shaped liquid outlet openings, and in particular the angle of incidence, are not disclosed. The reference numerals used here relate to the reference numerals used in DE-A-2 752 391.

The device described in DE-A-2 752 391 has a large number of sites of geometric irregularity. For example, both the edge of the V-shaped liquid outlet openings and the overflow edge are characterised by such geometric irregularities. It is therefore to be assumed that reduced liquid velocities and/or recirculation flows will occur in particular at such sites, and deposits will thus form if the liquid to be distributed contains dissolved/suspended substances.

## **SUMMARY OF THE INVENTION**

In view of the problems encountered with prior art devices with respect to division of liquids or liquid streams containing dissolved and/or suspended substances, the object of the present invention is to provide a method in which fluid streams, and in particular liquid streams, containing dissolved and/or suspended substances can be uniformly divided in chemical apparatuses without the formation of deposits of the dissolved and/or suspended substances on the device.

This and other objects which will be apparent to those skilled in the art are achieved by employing the distributor plates described in detail herein in the method described in greater detail herein.

### **Brief Explanation of the Drawings**

Figure 1 illustrates a distributor device suitable for carrying out the method of the present invention.

Figure 2 illustrates a distributor device suitable for carrying out the method of the present invention.

Figure 3 illustrates a section through one of the holes shown in Figure 1.

Figure 4 illustrates a section through one of the openings shown in Figure 2.

Figure 5 is a graphic representation of the test results from Example 1.

Figure 6 illustrates a test arrangement (Example 2) in diagrammatic form.

## **DETAILED DESCRIPTION OF THE PRESENT INVENTION**

The present invention is directed to a method for dividing fluid streams into two or more partial fluid streams in chemical apparatuses, in which at least one fluid stream is passed into a distributor device which includes at least one plate 2 having two or more openings 3. The openings 3 are rounded or chamfered on at

least one side of the plate. The partial fluid streams subsequently flow through the openings 3.

In the context of the present invention, "fluid(s)" means any liquids and/or gases in the supercritical, subcritical or critical state. The particular state of the liquid and/or gas is determined by the conditions before and/or after the fluid stream passes through the device in accordance with the present invention. The state of the liquid and/or gas is not important for the invention. It is even possible for the state of the fluid to change as it passes through the device of the present invention.

The fluids are preferably liquids. Most preferably, they are liquids in which at least one substance is present in dissolved and/or suspended form.

Liquids in which at least one substance is present in dissolved and/or suspended form are particularly advantageous in connection with the method of the present invention because the reduced tendency to form deposits is particularly pronounced in the present invention.

"Plate(s)" in the context of the present invention denote flat shaped bodies having a thickness D. The geometry of the plate in the plane is not important for the present invention. However, they are usually circular plates because they are usually to be incorporated horizontally into columns or similar chemical apparatuses known generally to the person skilled in the art as cylindrical. If the spatial extent of the plate in the plane is great, it can be strengthened on the side at which the partial fluid streams emerge, for example by means of struts or other strengthening measures.

Chemical apparatuses within the scope of the invention include any apparatuses in which chemical reactions or substance or heat transport processes can take place. For example, reactors, in particular tubular reactors, or heat exchangers, in particular tubular heat exchangers, and/or apparatuses for separating substances, such as columns or other suitable apparatuses are within the scope of the present invention.

The thickness  $D$  of the plate is usually chosen so that the plate withstands its own weight and additionally generally the weight of the fluid located on it. It is generally known to the person skilled in the art how to determine the thickness of a plate on the basis of the material used therefor. Alternatively, the thickness  $D$  of the plate can also be chosen to be very small, and strengthening measures, for example in the form of struts, can be used instead.

The plate can be made of any material(s) generally known in chemical apparatus construction. The plate is usually made of a material which is simple to machine (e.g., by drilling or cutting), such as metal(s) or polymer(s). Preferably, the plate is made of a metal material. More preferably, the plate is made of steel. Most preferably, the plate is made of stainless steel.

The use of metal materials, such as, for example, steel or stainless steel, is particularly advantageous because such materials are particularly strong, so that the thickness  $D$  can be chosen to be small or strengthening measures, for example by means of struts, can generally be omitted. Stainless steel is particularly advantageous because it is stable to chemical attack (e.g. corrosion) by most liquids. It is generally known to the person skilled in the art how to select a stainless steel for a particular application of the device according to the invention on the basis of the steel's alloying constituents.

The specific material used to produce the plate required for the present invention is not important for the effectiveness of the invention. It is important only that the material used can be rounded and/or chamfered. The method by which this is achieved can be any method that appears suitable therefor to the person skilled in the art.

The plate of the distributor device is preferably arranged in the chemical reaction apparatus exactly perpendicularly to the main direction of flow of the fluid that passes through the apparatus. Most preferably, the plate is arranged exactly horizontally.



Arrangement perpendicularly to the main direction of flow of the fluid passing through the apparatus is advantageous because no partial region of the distributor device is exposed to more fluid than any other. Uniform distribution can thereby be ensured. The horizontal arrangement is particularly advantageous when the fluid to be distributed is a liquid that flows vertically through a chemical apparatus from top to bottom or from bottom to top. It can thereby be ensured that no partial region of the distributor device is exposed to more fluid than any other.

The openings in the plate can have any geometric shape. Openings in the form of holes or slots are preferred. Openings in the form of holes are more preferred and openings in the form of circular holes are most preferred.

Holes and slots are advantageous because they can be introduced into the plate by simple means, for example by drilling and/or cutting. Other geometric shapes are more complex to produce but are otherwise equally as suitable as holes and slots.

The openings in the plate can be distributed over the plate of the distributor device regularly or irregularly. The openings are preferably distributed regularly over the plate.

A regular arrangement is advantageous because uniform distribution of the fluid can better be achieved thereby.

The size and number of the openings is usually governed by the amount of fluid that is to be distributed and is usually chosen so that the Reynolds number of the flow of the fluid on leaving the openings is not more than 1.

In connection with the present invention, the Reynolds number denotes the dimensionless index number generally known to the person skilled in the art as

$$\text{Re} = \frac{u \cdot d}{\nu}, \text{ where } u \text{ is the velocity of the partial fluid stream as it leaves the}$$

openings,  $\nu$  denotes the kinematic viscosity of the fluid and  $d$  denotes the diameter of the openings when they are circular or the slot width when they are in slot form or the characteristic length of the opening, determined by principles generally

known to the person skilled in the art, when neither of the two above-mentioned geometries is present.

The number of openings in a plate is preferably from 10 to 10,000, most preferably from 100 to 5000.

The openings of the distributor device are preferably rounded or chamfered at least on the side of the plate 2 from which the fluid passes through the plate.

The openings can also be rounded or chamfered on both sides of the plate 2. It is likewise possible for the openings to be chamfered on one side of the plate and rounded on the other side of the plate.

Preferably, the openings are chamfered or rounded on only one side of the plate.

In connection with the present invention, rounded means that a geometric irregularity, for example a 90° angle, is replaced by a regular geometry, for example, a semi-circle.

In other words, "rounded" in the context of the present invention means that no edges are created in the region of the entry into an opening. Instead, the flat surface of the plate (outside the openings) merges into the surface of the openings in the region of the passage through the plate without the creation of edges.

In the context of the present invention, chamfered means that a geometric irregularity, for example a 90° angle, is replaced by a geometry that is likewise irregular but, compared with the original geometric irregularity, is more similar to a geometrically regular geometry (e.g., two 45° angles).

In other words, "chamfered" in connection with the present invention means that no sharp edges are created in the region of the entry into an opening. Instead, the flat surface of the plate (outside the openings) merges into the surface of the openings in the region of the passage through the plate without the creation of sharp edges (i.e., preferably without angles  $\alpha, \beta \geq 60$ ).

The angle  $\alpha$  is the angle between the flat surface of the plate and the surface of the opening on the inlet side of the partial fluid stream, and the angle  $\beta$  is the angle between the flat surface of the plate and the surface of the opening on the outlet side of the partial fluid stream. This is illustrated in Figure 3, where the reference numeral 4 represents the angle  $\alpha$  and the reference numeral 5 represents the angle  $\beta$ .

A distributor device including at least one plate 2 having openings 3 is preferably characterized in that the flowed-through cross-section in the region of the passage through the plate (i.e., preferably in the range from 30% to 70% of the flowed-through length of the opening, which corresponds to the thickness D of the plate) is smaller than in the region of the entry into the opening.

If the openings in the plate are rounded, the openings are preferably so rounded that the radius R of the partial circle formed by rounding is smaller than the thickness of the plate.

If the openings in the plate are chamfered, the openings are preferably so chamfered that the angle is between 40° and 60°. The opening is also preferably so chamfered that the chamfer does not extend as far as half the thickness D of the plate.

The present invention is explained in greater detail in relation to the figures, without limiting the invention thereto.

Figure 1 illustrates a distributor device suitable for carrying out the method of the present invention which includes a circular plate 2 having openings 3 in the form of holes distributed regularly in plate 2.

Figure 2 illustrates a distributor device suitable for carrying out the method of the present invention which is made up of a circular plate 2 having openings 3 in the form of slots distributed regularly in the plate 2.

Figure 3 shows a section through one of the holes **3** shown in Figure 1, the opening being chamfered on both sides at an angle  $\alpha$ ,  $\beta$ . Reference numeral **4** represents the angle  $\alpha$  and reference numeral **5** represents the angle  $\beta$ . **D** represents the thickness of the plate **2**.

Figure 4 shows a section through one of the openings **3** shown in Figure 2, the opening being rounded on one side of the plate with a radius  $R < D$ . **D** represents the thickness of the plate **2**.

Figure 5 shows a graphic representation of the test results of Example 1.

Figure 6 shows a test arrangement (Example 2) in diagrammatic form.

The present invention is explained in detail hereinbelow with reference to examples but without being limited thereto.

## **EXAMPLES**

### **Example 1**

Deposition and crystallization fouling tests were carried out in a laboratory test. Butyl rubber/hexane was used as the test liquid for the deposition fouling tests, and an aqueous sodium chloride solution was used as the test liquid for the crystallization fouling tests. The test apparatus was made up of a container into which test liquid flowed continuously. The container had in one of its perpendicular walls (thickness: 2 mm) openings of various kinds from which the test liquid flowed again in an arc in the form of a jet. The openings were two circular holes (diameter: 2 mm), the first hole being formed with sharp edges (cylindrical) and the second having a chamfer (according to the invention). A 45° chamfer was chosen, which took in half the wall thickness. In the durability test, fouling at the various openings was investigated. Evaluation was made on the one hand by dismantling the perforated plate at the end of the test and visually assessing the deposits at or in the holes, and on the other hand by measuring the projection ranges or heights of the point of impact  $h$  on the opposite wall, which was positioned about 5 cm away from the two openings in the horizontal direction. A in Figure 5 represents the hole with sharp edges (without a chamfer). B in

Figure 5 represents the chamfered hole (with a chamfer). Both the visual assessment and the measurements showed that, for both mechanisms of fouling (crystallization and deposition fouling), chamfering (according to the invention) or rounding (according to the invention) of the discharge holes results in a lower tendency to fouling. Figure 5 shows a graphical representation of the measured heights of the point of impact  $h$  at different times  $t$ .

### **Example 2**

The device for dividing liquid streams used in this Example was in the form of a flat, round plate in a series of screening tests to study the fouling behavior of distributor holes and was tested at temperatures from 80°C to 220°C. The stainless steel plate of thickness 2 mm was provided with two geometrically different holes (diameter in each case 1.4 mm in order to ensure equivalence of the effective through-flow surfaces) (Figure 6). Hole C is a simple straight bore. The second hole D was produced with a chamfer (45°). The test liquid used was a medium-viscosity liquid having a density of from 700 to 1200 kg/m<sup>3</sup> and a viscosity in the range from 1 mPas to 100 mPas, whose surface tension was in the range from 15 to 50 mN/m. The liquid contained dissolved constituents. The liquid underwent several decomposition reactions, some of which have not been explained mechanistically. Both solid constituents in the form of very fine crystals (a suspension formed during the test) and constituents in the form of high molecular weight, undefined coating-forming products (fouling) formed.

The fluid used was guided in a heated circuit under a protecting atmosphere, the distributor plate was covered with a liquid layer of from 0 to 300 mm. The rate at which the fluid that passed through the plate was re-circulated by pumping determined the liquid level on the perforated plate, the liquid level determining the run-off behavior or the run-off velocity through the distributor holes owing to the hydrostatic height.

The tests effectively lasted 10 days, with a break of 2 days in each case. On the basis of the sizes of the craters in the coating on the plate around the holes, it was possible to establish that the fluid ran off better through the chamfered hole

(higher run-off rate at hole edges). The stainless steel perforated plate was coated at the end of the test with a very solid, pasty precipitate, which was difficult to remove even at high temperatures; however, the chamfered holes were passable compared with straight holes.

In particular, with a low liquid level on the distributor plate, a difference could be observed in the run-off behavior of the fluid through the two types of holes of different geometries. The running off of the fluid through the distributor hole with a chamfer exhibited advantageous behaviour compared with the straight hole. With a very low hydrostatic pressure on the plate (liquid level between 10 and 20 mm), the chamfered hole was passable from the start due to the smaller pressure loss (lower stress factors and lower pressure drop). By contrast, the straight hole required a higher level (40-50 mm) in order to be able to observe equivalent run-off of the fluid. The tests have clearly shown that the distributor hole with chamfered geometry exhibits better run-off behaviour during stationary operation than does the hole having sharp edges.

Although the invention has been described in detail in the foregoing for the purpose of illustration, it is to be understood that such detail is solely for that purpose and that variations can be made therein by those skilled in the art without departing from the spirit and scope of the invention except as it may be limited by the claims.

## Claims

1. A method for dividing fluid streams into two or more partial fluid streams in chemical apparatuses comprising:
  - a) passing at least one fluid stream into a distributor device comprising:
    - (i) at least one plate having two or more openings, the openings being rounded or chamfered on at least one side of the plate in a manner such that partial fluid streams form, and
  - b) causing the partial fluid streams formed to exit the distributor device.
2. The method of Claim 1 in which the openings in the distributor device are rounded or chamfered on the partial fluid streams' inlet side.
3. The method of Claim 2 in which the openings are in the form of holes or slots.
4. The method of Claim 3, in which the openings are rounded to an extent such that a partial circle thus formed has a radius R smaller than the plate's thickness.
5. The method of Claim 4 in which an angle between the plate's flat surface and its chamfered side at the opening's surface near a passage through the plate is from 40° to 60°.
6. The method of Claim 5 in which the openings are so chamfered that the chamfering does not extend as far as half the thickness of the plate.
7. The method of Claim 5 in which the partial fluid streams flow with a Reynolds number of  $\leq 1$  on leaving the openings.
8. The method of Claim 1 in which the openings are in the form of holes or slots.

9. The method of Claim 1, in which the openings are rounded to an extent such that a partial circle thus formed has a radius R smaller than the plate's thickness.
10. The method of Claim 1 in which an angle between the plate's flat surface and its opening surface near a passage through the plate is from 40° to 60°.
11. The method of Claim 1 in which the openings are chamfered in a manner such that the chamfering does not extend as far as half the thickness of the plate.
12. The method of Claim 1 in which the partial fluid streams flow with a Reynolds number of  $\leq 1$  on leaving the openings.
13. A distributor device for a chemical apparatus which divides a fluid stream into two or more uniform fluid portions of the stream comprising at least one plate having at least two openings that are rounded or chamfered on at least one side of the plate.
14. The device of Claim 13 in which the rounded or chamfered openings are rounded or chamfered on the side of the plate through which the fluid stream is introduced into the distributor device.
15. The device of Claim 13 in which the openings in the plate are in the form of holes or slots.
16. The device of Claim 13 in which the openings are rounded and the radius of the rounded opening is less than the thickness of the plate.
17. The device of Claim 13 in which the openings are chamfered and an angle of from 40 to 60° is formed between the surface of the plate and each opening.
18. The device of Claim 13 in which the openings are chamfered and the chamfering of each opening does not extend to a distance greater than one-half the plate's thickness.
19. The device of Claim 13 in which the partial fluid streams flow with a Reynolds number no greater than 1 when exiting the openings.



## Abstract

One or more fluid streams are uniformly divided into two or more partial fluid streams in chemical apparatuses in a manner such that there is a reduced tendency to form deposits. Division of such stream(s) is achieved by using a distributor device that includes at least one plate having two or more openings which openings are rounded or chamfered on at least one side.

Fig. 1

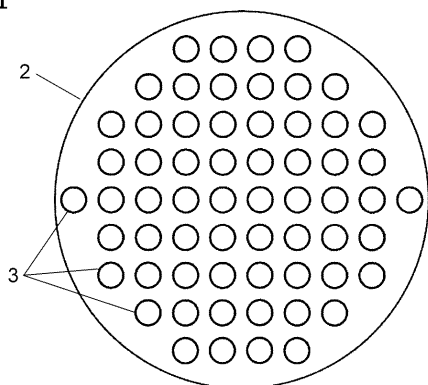


Fig. 2

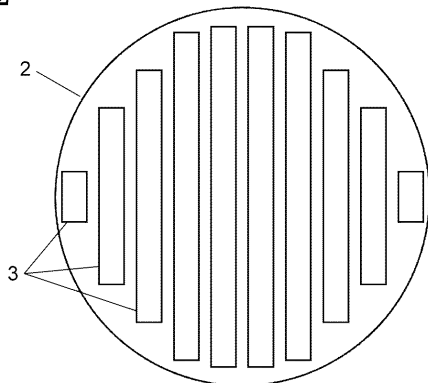


Fig. 3

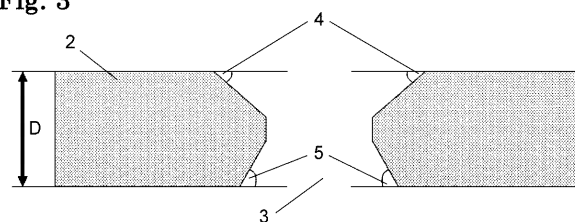


Fig. 4

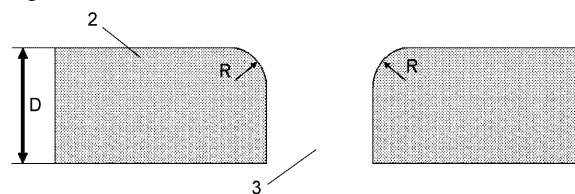


Fig. 5

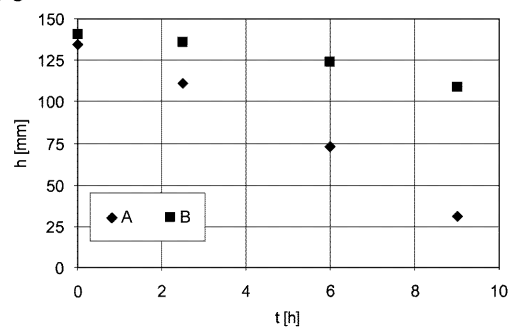


Fig. 6

