

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4774510号
(P4774510)

(45) 発行日 平成23年9月14日(2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int. Cl.		F I		
C 2 3 C	14/24	(2006.01)	C 2 3 C	14/24
H 0 5 H	1/32	(2006.01)	H 0 5 H	1/32

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-154901 (P2005-154901)	(73) 特許権者	304036743
(22) 出願日	平成17年5月27日(2005.5.27)		国立大学法人宇都宮大学
(65) 公開番号	特開2006-328490 (P2006-328490A)		栃木県宇都宮市峰町350番地
(43) 公開日	平成18年12月7日(2006.12.7)	(74) 代理人	100077827
審査請求日	平成20年5月16日(2008.5.16)		弁理士 鈴木 弘男
		(72) 発明者	長澤 武
			栃木県宇都宮市陽東7-1-2 国立大学 法人宇都宮大学工学部内
		審査官	村上 騎見高

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ蒸着装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リング状または円筒状電極と、棒状電極と、高圧電源とを有し、前記リング状または円筒状電極と前記棒状電極との間に前記高圧電源による所定の電圧を印加することによって、前記リング状または円筒状電極と前記棒状電極との間に放電を発生させ、該放電の熱によって前記リング状または円筒状電極と前記棒状電極との間に配置した蒸着原料を蒸発させてプラズマ化し、該プラズマをエアポンプによるガスの注入によって、そのガスとともに対象物に向けて大気中で噴出することによって該対象物に対する前記蒸着原料の蒸着を行うことを特徴とするプラズマ蒸着装置。

【請求項2】

前記棒状電極が、前記リング状または円筒状電極の中心軸上の位置に設けられたことを特徴とする請求項1に記載のプラズマ蒸着装置。

【請求項3】

請求項1または2に記載のプラズマ蒸着装置を複数備えてなることを特徴とするマルチ型のプラズマ蒸着装置。

【請求項4】

前記リング状または円筒状電極と該棒状電極との間に放電を発生させたときに該棒状電極の先端を冷却する手段を設けたことを特徴とする請求項1または2に記載のプラズマ蒸着装置。

【請求項5】

10

20

前記棒状電極が中空の円筒状であり、前記リング状または円筒状電極と該棒状電極との間に放電を発生させたとき、該棒状電極の中空内部にガスを通過させることによって、該棒状電極の先端を冷却することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のプラズマ蒸着装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、密閉された真空環境などではなく、大気中でプラズマを生成し、そのプラズマによる蒸着を行うプラズマ蒸着装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、たとえば対象物の表面に膜を形成して、その対象物の保護等を行なう表面処理や、また、対象物の上にその対象物と同一種類の原料または異なる種類の原料を積層して所望の構造のものを得る技術がよく知られている。

【0003】

この実現手段の例としては、対象物にメッキを施したり、ペンキを用いて吹き付け塗装を行ったりすること、また対象物上に所望の原料の蒸着を行うことなどが挙げられる。

【0004】

特許文献 1 では、真空中にて、蒸着原料をアーク放電によって蒸発させ、プラズマ化し、たとえば磁場によってこれを基板上に誘導し、基板上に蒸着原料の膜を形成する真空アーク蒸着装置について開示している。

【0005】

【特許文献 1】特開 2002 - 266066 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところが、特許文献 1 に記載の発明では真空中で蒸着を行う構成であり、たとえば真空領域に収めるのが困難な大きさの対象物に蒸着を行うことは不可能であり、汎用性に欠けるという問題があった。また、メッキを行うにしても対象物をメッキ溶液に浸ける必要があることから対象物の大きさの制限等があり、やはり汎用性に欠けるという問題があった。

【0007】

ペンキを用いて吹き付け塗装を行う方法は、大気中で対象物の塗装を行うことができ、対象物の大きさの制限はないが、対象物に塗布するペンキの原料は限られており、たとえば金属といった原料を対象物上に積層するようなことは、金属を粉末状にして塗料に混ぜたりする必要があり、金属そのものを積層するようなことは困難であった。

【0008】

また、大気中でペンキを用いて塗装作業をする場合、塗装面の汚れやペンキの粒子の粗さなどの影響で、塗装面に対するペンキの接着力が弱く、比較的容易に剥がれてしまうという問題があった。

【0009】

本発明は上記の点にかんがみてなされたもので、大気中で、所望の蒸着原料を用いた蒸着を行うことができるプラズマ蒸着装置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】

【0010】

本発明は上記課題を解決するため、リング状または円筒状電極と、棒状電極と、高圧電源とを有し、前記リング状または円筒状電極と前記棒状電極との間に前記高圧電源による所定の電圧を印加することによって、前記リング状または円筒状電極と前記棒状電極との間に放電を発生させ、該放電の熱によって蒸着原料を蒸発させてプラズマ化し、該プラズマを対象物に向けて噴出することによって該対象物に対する前記蒸着原料の蒸着を行うこ

10

20

30

40

50

とを特徴とする。

【0011】

また本発明は請求項1に記載の発明において、前記棒状電極が、前記リング状または円筒状電極の中心軸上の位置に設けられたことを特徴とする。

【0012】

また本発明は請求項1または2に記載のプラズマ蒸着装置を複数備えてなることを特徴とする。

【0013】

また本発明は請求項1または2に記載の発明において、前記リング状または円筒状電極と該棒状電極との間に放電を発生させたときに該棒状電極の先端を冷却する手段を設けたことを特徴とする。

10

【0014】

また本発明は請求項1または2に記載の発明において、前記棒状電極が中空の円筒状であり、前記リング状または円筒状電極と該棒状電極との間に放電を発生させたとき、該棒状電極の中空内部にガスを通過させることによって、該棒状電極の先端を冷却することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、大気中で、所望の蒸着原料を用いた蒸着を行うことができるプラズマ蒸着装置を提供することができる。

20

【0016】

すなわち本発明によれば、円筒電極と棒電極とを用いることによって、大気中でも、円筒電極の円周方向に広がったアーク放電を発生させることができ、これによって効率よくプラズマを生成することができるので、大気中における蒸着が可能となる。

【0017】

また本発明によれば、アーク放電による熱を用いることによって、蒸着原料として金属、非金属を問わずに用いることができ、対象物に様々な原料を積層する蒸着塗装を行うことができる。

【0018】

また本発明によれば、蒸着原料をプラズマ化して対象物に蒸着させるプラズマ蒸着を行うので、きめ細かい蒸着塗装を行うことができる。

30

【0019】

また本発明によれば、プラズマ蒸着によるきめ細かい蒸着塗装を行うことができるので、対象物の表面にてきめ細かく蒸着可能で対象物に対する接着力が強く、塗装面から剥がれにくくなる。

【0020】

また本発明によれば、異なる原料の複数の蒸着原料を同時に用いてその混合物を対象物に蒸着させることができ、従来は不可能であった新材料の蒸着塗装を行うことができる。

【0021】

また本発明によれば、プラズマ蒸着によるきめ細かい蒸着塗装を行うことができるので、蒸着対象の対象物の塗装面の材質や凹凸具合などを問わず、自在に蒸着塗装を行うことができる。

40

【0022】

また本発明によれば、蒸着塗装を行う前に、蒸着原料を装着しない状態でプラズマによる塗装面の清掃を行うことができ、より接着力が強い蒸着塗装を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0024】

図1は、本発明の一実施の形態によるプラズマ蒸着装置の構成を示す斜視図である。

50

【 0 0 2 5 】

また、図 2 は、図 1 に示したプラズマ蒸着装置 1 を、ケーシング 6 の円筒の軸線上の面であって、絶縁管 1 4、1 6 に挿入した蒸着原料 1 5、1 7 の位置で切断して示す断面図である。

【 0 0 2 6 】

さらに、図 3 は、図 1 に示したプラズマ蒸着装置 1 を、ケーシング 6 の円筒の軸と垂直な面であって、絶縁管 1 4、1 6 に挿入した蒸着原料 1 5、1 7 の位置で切断して示す断面図、すなわち図 2 に示す I I I - I I I 断面図である。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態のプラズマ蒸着装置 1 は、円筒形状のケーシング 6 内に円筒電極 3 や棒電極 2 等を収容して構成される。ケーシング 6 の外径はたとえば 2 0 m m 程度であり、外部との電氣的絶縁を確保するため、ケーシング 6 は絶縁部材で構成されるのが望ましい。

【 0 0 2 8 】

ケーシング 6 の先端には先端部蓋 7 が設けられ、この先端部蓋 7 には、ケーシング 6 の外部にプラズマを噴出するための噴出口 1 3 が複数（本実施の形態では 9 個）設けられている。先端部蓋 7 は絶縁体でも導体でもよいし、電氣的に浮遊していても接地されていてもよい。

【 0 0 2 9 】

ケーシング 6 の後端には後端部蓋 8 が設けられており、この後端部蓋 8 には、ケーシング 6 内にガス（たとえば空気）を注入するためのガス注入管 9 が設けられている。後端部蓋 8 は、さらに円筒電極 3 と棒電極 2 との間に電圧印加するための配線が貫通可能なように構成されている。後端部蓋 8 としては絶縁体が用いられる。

【 0 0 3 0 】

また、ケーシング 6 の側面には、図 2 にも示すようにケーシング 6 等を貫通する、円筒形状の絶縁物で形成された絶縁管 1 4、1 6 が設けられており、この絶縁管 1 4、1 6 に蒸着原料 1 5、1 7 が挿入され、円筒電極 3 内の空間で蒸着原料 1 5、1 7 を絶縁管 1 4、1 6 よりも突出させることによって、ケーシング 6 内にて蒸着原料 1 5、1 7 のプラズマ化が行われる。なお、本実施の形態では、図 1 ~ 図 3 に示すように絶縁管 1 4、1 6 というように蒸着原料の挿入口を 2 つ設けているが、状況に応じて、1 つでもよいし、3 つ以上であってもよい。

【 0 0 3 1 】

蒸着原料 1 5、1 7 としては、同じ原料のものを用いてもよいし、異なる原料を用いてもよい。原料の種類としては、銅、アルミニウム、金、銀そのほかの金属でもよいし、カーボンそのほかの非金属であってもよい。

【 0 0 3 2 】

エアポンプ 1 8 は、ガス注入管 9 を介してケーシング 6 内にガスを注入するポンプである。このエアポンプ 1 8 によるガスの供給量は、たとえば 3 0 [リットル/分] 程度で用いられる。

【 0 0 3 3 】

高圧電源 1 9 は、円筒電極 3 と棒電極 2 との間に印加する高電圧を供給する回路であり、この高電圧は、パルス電圧でもよいし、直流電圧でもよいし、交流電圧でもよい。この高圧電源 1 9 による電圧は、たとえば 6 [k V] 程度で用いられる。高圧電源 1 9 からの電圧供給のための 2 本の配線のうちの一方は、図 1、図 2 に示すように電氣的に接地されている。

【 0 0 3 4 】

ところで、ケーシング 6 の内面には、たとえば銅製、ステンレス製である円筒管 5 が設けられており、この円筒管 5 は電氣的に接地されている。円筒管 5 の内側の先端部蓋 7 寄りの位置には円筒状の円筒電極 3 が設けられている。円筒電極 3 はたとえばステンレス製であり、第 1 の支持部材 1 0 が嵌る切り欠きが設けられており、円筒電極 3 と棒電極 2 との位置決めがされるようになっている。円筒管 5 と円筒電極 3 とは通電しており、円筒電

10

20

30

40

50

極 3 は電氣的に接地されることになる。円筒電極 3 の内径はたとえば 10 mm 程度である。円筒電極 3 の形状は、円筒状でもリング状でもよい。

【 0 0 3 5 】

円筒管 5 の内側の、円筒電極 3 よりも後端部蓋 8 寄りの位置には、円筒電極 3 の切り欠きに嵌るように、棒電極 2 を支持する第 1 の支持部材 10 が設けられ、第 1 の支持部材 10 の中心軸の貫通孔には、棒電極 2 を支持する第 2 の支持部材 4 が嵌め込まれ、第 2 の支持部材 4 の中心軸の貫通孔には、棒電極 2 が嵌め込まれる。第 1 の支持部材 10 や第 2 の支持部材 4 の材質は絶縁物が用いられる。第 1 の支持部材 10 には、ガス注入管 9 を介してケーシング 6 内に注入されたガスの通路となる貫通孔 11 および 12 が設けられている。

10

【 0 0 3 6 】

棒電極 2 はたとえばタングステン製の棒や、ニクロム線等を用いることができる。棒電極 2 の直径はたとえば 2 mm 程度である。この棒電極 2 は円筒電極 3 の中心軸上に位置するように設けられている。

【 0 0 3 7 】

棒電極 2 には高圧電源 19 からの配線が接続されており、円筒電極 3 と棒電極 2 との間に高圧電源 19 による高電圧が印加される。このように高電圧が印加されると、円筒電極 3 の内周面と棒電極 2 の先端との間にアーク放電が発生し、図 3 に示すように絶縁管 14、16 に挿入された蒸着原料 15、17 はアーク放電の熱で蒸発し、プラズマ化される。またエアポンプ 18 によるガスの注入によって、そのガスとともに、プラズマ化された蒸着原料 15、17 がケーシング 6 の先端の噴出口 13 から噴出され、蒸着の対象物 20 に蒸着層 21 を形成し、蒸着塗装がされる。

20

【 0 0 3 8 】

図 4 は、図 1 および図 2 に示した第 1 の支持部材 10 を示す図であり、(a) は第 1 の支持部材 10 の斜視図であり、(b) は図 2 に示した I V B - I V B 断面図であり、(c) は図 2 に示した I V C - I V C 断面図である。

【 0 0 3 9 】

図 2、図 4 (a)、図 4 (b) に示すように、第 1 の支持部材 10 は貫通孔 11 を有し、ガス注入管 9 を介して注入されたガスは、この貫通孔 11 を通過して先端方向へと進む。貫通孔 11 の孔径はたとえば 2 mm 程度である。

30

【 0 0 4 0 】

図 2、図 4 (a)、図 4 (c) に示すように、第 1 の支持部材 10 は貫通孔 12 をさらに有する。貫通孔 11 を通過したガスはこの貫通孔 12 を通過してさらに先端へと進む。貫通孔 12 の孔径はたとえば 3 mm 程度である。

【 0 0 4 1 】

ところで、図面を参照して分かるように、本実施の形態においては、ガス流を所定方向に向かわせるよう、貫通孔 12 は所定方向に向けて形成されている。この実施の形態では、貫通孔 12 のガス出口をガス入口よりも先端方向にずらすことによって、ガス流がスムーズに先端方向に向かうようにし、また、貫通孔 12 のガス入口とガス出口とを周方向でずらすことによって、棒電極 2 を中心として回転するガス流が形成されるようにしている。

40

【 0 0 4 2 】

このようなガス流によれば、円筒電極 3 の内側であって蒸着原料 15、17 の周辺の雰囲気と攪拌することができ、蒸着原料 15、17 が同種原料であるか異種原料であるかにかかわらず両者のプラズマを混ぜ合わせて効率よく混合プラズマを生成することができ、本実施の形態のプラズマ蒸着装置 1 によればこの混合プラズマによる蒸着塗装を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態のプラズマ蒸着装置 1 によって対象物 20 に蒸着塗装を行う場合は、先に対象物 20 の蒸着面を清掃しておくことが望ましい。そうすれば、蒸着層 21 の対象物 2

50

0 に対する接着力がより高まるからである。この清掃の方法としては、本実施の形態のプラズマ蒸着装置 1 を利用することができる。

【0044】

すなわち、蒸着原料 15、17 を絶縁管 14、16 に沿って引っ込め、円筒電極 3 内の空間で蒸着原料 15、17 が絶縁管 14、16 よりも突出しないようにした状態で、プラズマ蒸着装置 1 を作動させ、噴出口 13 を対象物 20 の蒸着面に向けると、対象物 20 の蒸着面に向けてプラズマが噴出され、このプラズマによって対象物 20 の蒸着面を清掃することができる。蒸着塗装を行う場合には、その後に、蒸着原料 15、17 を絶縁管 14、16 よりも突出させるように押し込んだ状態でプラズマ蒸着装置 1 を作動させればよい。

10

【0045】

次に本発明の別の実施の形態について説明する。

【0046】

図 5 は、本発明の、図 1 とは別の実施の形態によるプラズマ蒸着装置の、図 2 に相当する断面図である。

【0047】

プラズマ蒸着装置 1 では、円筒電極 3 の内周面と棒電極 2 の先端との間にアーク放電を発生させ、その熱で蒸着原料 15、17 を蒸発させるようにしている。このため、蒸着原料 15、17 の周辺とともに棒電極 2 の先端も高温状態にさらされることになり、その温度によっては棒電極 2 の先端も蒸発してプラズマ化する可能性がある。

20

【0048】

図 5 に示す実施の形態では、棒電極 2 の先端のプラズマ化を防ぐ構成として、図 2 の棒電極 2 の代わりに円筒電極 102 を用いることとした。その他の構成は図 1 に示した実施の形態と同様であるので、同じ参照番号を付して、詳しい説明は省略する。

【0049】

円筒電極 102 には高圧電源 19 からの配線が接続されており、円筒電極 3 と円筒電極 102 との間に高圧電源 19 による高電圧が印加される。

【0050】

また円筒電極 102 内には、エアポンプ 18 によってガス注入管 109 を介してガスの注入が行われ、このガスは円筒電極 102 の先端から放出される。このようにすることによって、円筒電極 3 と円筒電極 102 との間に高電圧が印加されて円筒電極 3 の内周面と円筒電極 102 の先端との間にアーク放電が発生したときであっても、円筒電極 102 内を通過してきたガスによって円筒電極 102 の先端が冷やされ、円筒電極 102 がアーク放電の熱で蒸発しプラズマ化するのを防ぐことができる。

30

【0051】

このほかにかなる手段によって棒電極 2、円筒電極 102 の先端を冷やすようにしてもよい。

【0052】

次に、図 1 または図 5 に示したプラズマ蒸着装置 1 を複数備えてなるマルチ型プラズマ蒸着装置について説明する。

40

【0053】

図 6 は、図 1 または図 5 に示したプラズマ蒸着装置 1 を複数備えてなるマルチ型プラズマ蒸着装置の構成を示す斜視図である。

【0054】

図 6 に示すマルチ型プラズマ蒸着装置 100 では、図 1 または図 5 に示したプラズマ蒸着装置 1 を 3 つ並べて構成され、その先端には先端部蓋 107 を設けている。この先端部蓋 107 は噴出口 108 を複数有し、3 つのプラズマ蒸着装置 1 のそれぞれで生成したプラズマを噴出口 108 から噴出する。

【0055】

このように複数のプラズマ蒸着装置 1 を備えることによって噴出口 108 の面積を大き

50

くすることができ、自動車や電車等の車体の塗装などといった広範囲の蒸着塗装を行う場合に作業を効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明の一実施の形態によるプラズマ蒸着装置の構成を示す斜視図である。

【図2】図1に示したプラズマ蒸着装置1を、ケーシング6の円筒の軸線上の面であって、絶縁管14、16に挿入した蒸着原料15、17の位置で切断して示す断面図である。

【図3】図1に示したプラズマ蒸着装置1を、ケーシング6の円筒の軸と垂直な面であって、絶縁管14、16に挿入した蒸着原料15、17の位置で切断して示す断面図、すなわち図2に示すIII-III断面図である。

【図4】図1および図2に示した第1の支持部材10を示す図であり、(a)は第1の支持部材10の斜視図であり、(b)は図2に示したIVB-IVB断面図であり、(c)は図2に示したIVC-IVC断面図である。

【図5】本発明の、図1とは別の実施の形態によるプラズマ蒸着装置の、図2に相当する断面図である。

【図6】図1または図5に示したプラズマ蒸着装置1を複数備えてなるマルチ型プラズマ蒸着装置の構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

【0057】

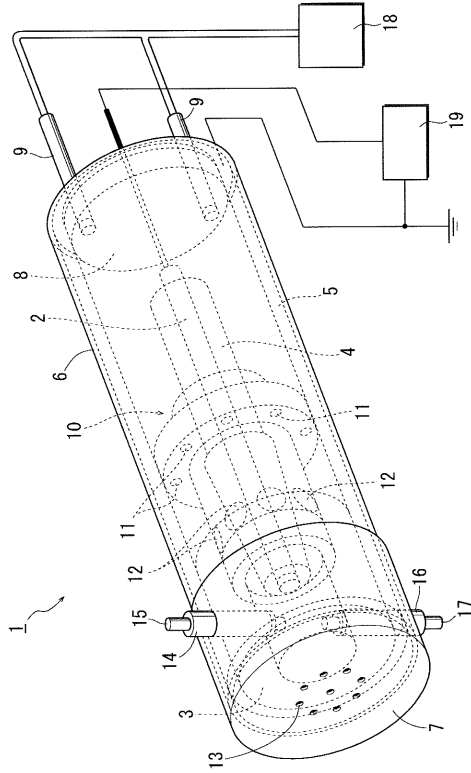
- 1 プラズマ蒸着装置
- 2 棒電極
- 3 円筒電極
- 4 第2の支持部材
- 5 円筒管
- 6 ケーシング
- 7 先端部蓋
- 8 後端部蓋
- 10 第1の支持部材
- 11、12 貫通孔
- 13 噴出口
- 14、16 絶縁管
- 15、17 蒸着原料
- 18 エアポンプ
- 19 高圧電源
- 20 蒸着対象物
- 21 蒸着層

10

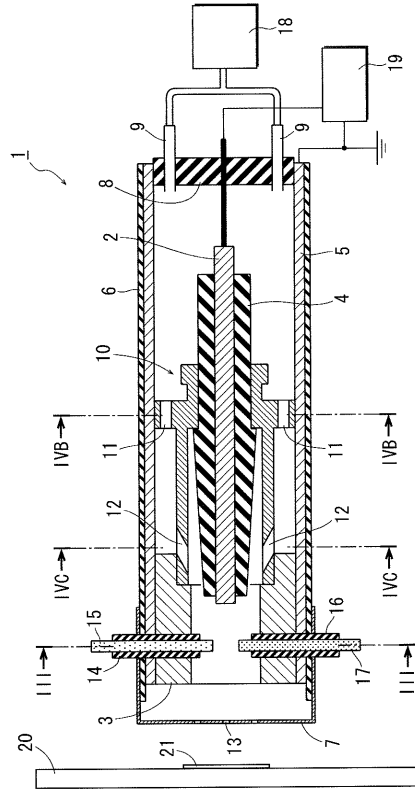
20

30

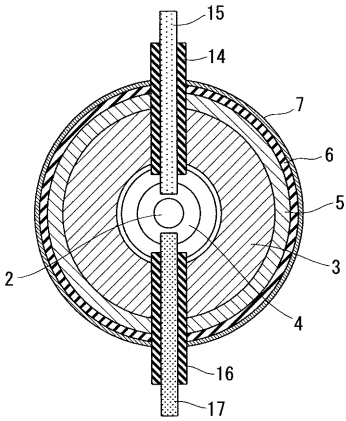
【図 1】



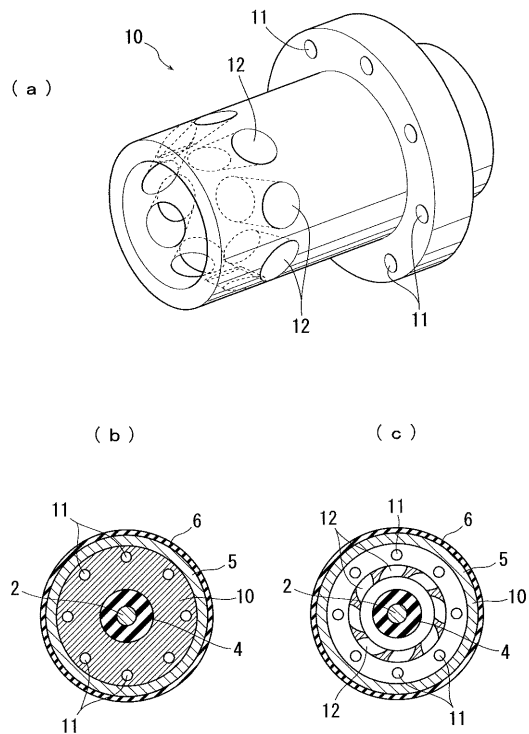
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 6 1 3 8 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 7 2 4 1 9 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 9 2 8 3 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 2 3 C 1 4 / 0 0 ~ 1 4 / 5 8
H 0 5 H 1 / 3 2 ~ 1 / 4 4