

(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
2016年9月22日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号

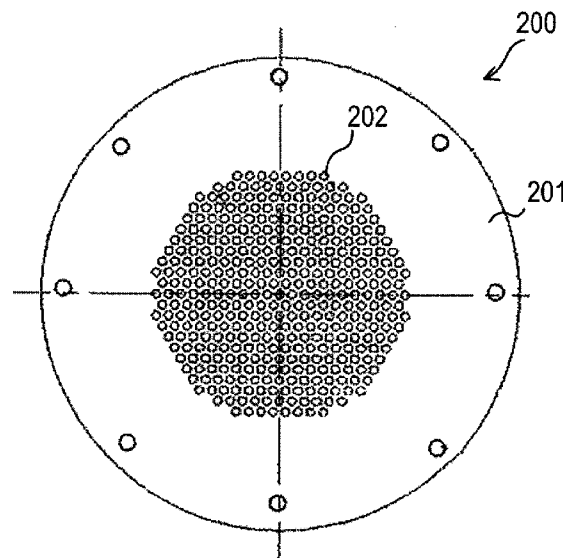
WO 2016/147232 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/04 (2006.01) H01J 37/08 (2006.01)
H01J 27/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/005851
- (22) 国際出願日: 2015年11月25日(25.11.2015)
- (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 2015-052363 2015年3月16日(16.03.2015) JP
- (71) 出願人: キヤノンアネルバ株式会社(CANON ANELVA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 辻山 公志(TSUJIYAMA, Masashi); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 中川 行人(NAKAGAWA, Yukito); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP). 安松 保志(YASUMATSU, Yasushi); 〒2158550 神奈川県川崎市麻生区栗木2-5-1 キヤノンアネルバ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 岡部 譲, 外(OKABE, Yuzuru et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-6-5丸の内北口ビル2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, 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロパ (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).

[続葉有]

(54) Title: GRID, PRODUCTION METHOD THEREFOR AND ION BEAM PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: グリッド及びその製造方法並びにイオンビーム処理装置



(57) Abstract: Provided is a grid that is readily machined, wherein the likelihood of a protruding portion of carbon fiber being formed on the wall surface of a hole during machining of the hole is low. The plate-shaped grid (200) has holes (202), the grid (200) comprising a carbon/carbon composite containing carbon fibers, as materials, disposed in random orientations in the direction of the plane of the grid (200). The holes (202) of the grid (200) are formed in such a manner as to cut-off the carbon fibers.

(57) 要約: 加工が容易で、孔の加工時に孔の壁面に炭素繊維の突出部が形成されにくいグリッドを提供する。孔(202)を有する板状のグリッド(200)であって、前記グリッド(200)は、前記グリッド(200)の面方向にランダムな向きに配置された炭素繊維を含むカーボン/カーボンコンポジットを材料とするものであり、前記グリッド(200)の孔(202)は、前記炭素繊維を切断するように形成されている。

WO 2016/147232 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

グリッド及びその製造方法並びにイオンビーム処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、グリッド板及びその製造方法並びにイオンビーム処理装置に関する。

背景技術

[0002] 電子部品等の製造工程において、エッチング、イオン注入等のイオンビームによる処理が広く行われている。このような処理に用いられるイオンビーム処理装置には、プラズマからイオンを引き出すための複数の孔を有する薄板（以下グリッドと呼ぶ）が設けられていることがある。このようなイオンビーム処理装置においては、プラズマからグリッドの孔を通過することによりビーム状となったイオンが被処理物に照射されることにより、処理が行われる。

[0003] 特許文献１には、グリッドを備える粒子ビームエッチング装置が記載されている。当該粒子ビームエッチング装置には、炭素とシリコンとからなる積層膜又は炭素繊維によって構成されたメッシュ状のグリッドが用いられている。

[0004] 特許文献２には、カーボン／カーボンコンポジットを材料として用いたグリッドが記載されている。特許文献２のカーボン／カーボンコンポジットは、複数の孔が形成された炭素マトリクス（母材）中に、糸状の炭素繊維を複数本束ねた織物状の炭素繊維が埋め込まれた構造となっている。織物状の炭素繊維の配置の例として、 60° ずつ向きが異なる３軸に沿って配置させる例（特許文献２の図７）、孔を避けるように蛇行させる例（特許文献２の図８）、格子状に配置する例（特許文献２の図９）が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平4－180621号公報

特許文献2：米国特許第5548953号明細書

発明の概要

[0006] 特許文献1に記載されているグリッドは、炭素とシリコンの積層膜又は炭素繊維によって構成されており、母材を有しない。そのため剛性が低く、イオンビームソースの大口径化のためにグリッドを大型化した際に強度が不足するおそれがある。

[0007] 特許文献2に記載のグリッドは、カーボン／カーボンコンポジットを材料として用いているので、剛性が高く、イオンビームソースの大口径化のためにグリッドを大型化した際に強度が不足するおそれはない。しかし、特許文献2に記載されているグリッドは、炭素マトリクス中に配置された織物状の炭素繊維を避けるように孔が形成されている。そのため、孔の加工時の位置決めが難しく、安定的な製造が難しい。

[0008] 一方、特許文献2と異なり、炭素マトリクス中に配置された織物状の炭素繊維を避けるように孔が形成されていない場合、カーボン／カーボンコンポジットに孔を形成しなければならない。この場合、以下に示すような問題が生じるおそれがあることを本願発明者らは発見した。

[0009] なお、本明細書においては、縦横方向に規則的に編みこまれた織物状の炭素繊維を「クロス材」と呼ぶ。クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは、クロス材に熱硬化性樹脂等の炭素を含有するマトリクスの原料を含浸させ、加熱して炭化させることにより製造される。したがって、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは互いに垂直な縦方向と横方向の2方向に伸びる炭素繊維を含んでいる。

[0010] 図4及び図5はクロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットに孔を形成する際の炭素繊維と孔の位置関係を示す概念図である。図4は、炭素繊維401が孔202の形成箇所の中心に位置している場合の位置関係を示す概念図である。図5は、炭素繊維401が孔202の形成箇所の端部付近に位置している場合の位置関係を示す概念図である。上述のクロス材を用いた

カーボン／カーボンコンポジットに対し、炭素繊維の配置に対して特に位置決めを行わずに孔を形成することによって、図4及び図5のいずれの位置関係となる場合があり得る。

[0011] 図4のケースにおいて、ドリルで貫通加工を行う場合、ドリルビットは孔202の円周方向（図4の矢印A又は矢印A'の方向）に運動する。すなわち、ドリルビットの運動方向は炭素繊維401の繊維方向に対して垂直となる。繊維方向に対し垂直な方向に対する炭素繊維401の強度は他の方向と比べて弱いので、この場合、炭素繊維401は比較的容易に切断される。

[0012] 図5のケースにおいて、ドリルビットは孔202の円周方向（図5の矢印Bの方向）に運動する。すなわち、ドリルビットの運動方向は炭素繊維401の繊維方向に対して平行となる。繊維方向に対し平行な方向に対する炭素繊維401の強度は他の方向と比べて強いので、この場合、炭素繊維401は切断されにくい。クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットでは、炭素繊維401が縦横に編み込まれている。クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットを回転運動するドリルビットによって円形に貫通加工した場合、ドリルビットの運動方向は90°ごとに縦方向又は横方向の繊維と平行な方向と一致する。よって、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットの加工において、図5に示すような位置関係は高頻度で生じ得る。

[0013] 図6は、孔202を形成した後のグリッド200の上面拡大図である。図5のケースでは貫通加工時に炭素繊維401が切断されずに残ってしまう場合がある。このような場合、図6に示されるように孔の壁面に炭素繊維の突出部601が形成される場合がある。さらに、炭素繊維が回転運動するドリルビットにより引っ張られる等の原因により、図6の突出部602のように、突出した炭素繊維が孔202の壁面に沿うように折れ曲がってしまうこともある。このような状態になると突出した炭素繊維を除去することが困難となる。

[0014] なお、図7のように、炭素繊維401の繊維方向をカーボン／カーボンコ

ンポジットの板厚方向の向きとなるようにすることも考えられる。この場合、貫通加工時にドリルビットは繊維方向に対して垂直に運動するので、炭素繊維401は比較的切断されやすい。よって、この場合は孔202の壁面からの炭素繊維の突出は起こりにくい。しかしながら、炭素繊維の繊維が水平方向を向いていないため、カーボン／カーボンコンポジットを用いることによる剛性強化の効果が弱まる。したがって、炭素繊維の繊維方向を板厚方向の向きとすることは好ましくない。

[0015] そのため、剛性が高いカーボン／カーボンコンポジットを材料として用いたグリッドを製造しようとする、図6に示すように、孔の加工時に、孔の壁面に炭素繊維の突出部601が形成される場合がある。

[0016] 本発明は、上述した技術的課題に鑑みて行われたものであり、加工が容易で、孔の加工時に孔の壁面に炭素繊維の突出部が形成されにくいグリッドを提供することを目的とする。

[0017] 本発明の一態様は、孔を有する板状のグリッドであって、前記グリッドは、前記グリッドの面方向にランダムな向きに配置された炭素繊維を含むカーボン／カーボンコンポジットを材料とするものであり、前記グリッドの孔は、前記炭素繊維を切断するように形成されていることを特徴とする。

[0018] 本発明によれば、加工が容易で、孔の加工時に、孔の壁面に炭素繊維の突出部が形成されにくいグリッドを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施形態に係るグリッドが用いられるイオンビームエッチング装置の構造図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るグリッドの構造図である。

[図3]カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリッドの製造方法を示すフローチャートである。

[図4]炭素繊維が孔の形成箇所の中心に位置している場合の位置関係を示す概念図である。

[図5]炭素繊維が孔の形成箇所の端部付近に位置している場合の位置関係を示

す概念図である。

[図6]孔を形成した後のグリッドの上面拡大図である。

[図7]炭素繊維の繊維方向をカーボン／カーボンコンポジットの板厚方向の向きとした状態を示す図である。

[図8A]クロス材とチョップ材の繊維方向の違いを示す図である。

[図8B]クロス材とチョップ材の繊維方向の違いを示す図である。

[図9]クロス材の繊維方向を示す拡大図である。

[図10A]クロス材とチョップ材を用いて、グリッドの孔を形成した場合の概念図である。

[図10B]クロス材とチョップ材を用いて、グリッドの孔を形成した場合の概念図である。

[図11A]カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリッドの孔付近の第1の顕微鏡写真である。

[図11B]カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリッドの孔付近の第1の顕微鏡写真である。

[図11C]カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリッドの孔付近の第1の顕微鏡写真である。

[図11D]カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリッドの孔付近の第1の顕微鏡写真である。

[図12A]カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリッドの孔付近の第2の顕微鏡写真である。

[図12B]カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリッドの孔付近の第2の顕微鏡写真である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明するが、本発明は本実施形態に限定されるものではない。なお、以下で説明する図面で、同機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略することもある。

[0021] (実施形態)

イオンビーム処理装置の一例として、本発明の一実施形態に係るグリッドが用いられるイオンビームエッチング装置の構造図を図１に示す。イオンビームエッチング装置１００は、プラズマを発生させるためのプラズマ発生室１０２とエッチング処理が行われる処理室１０１とを備える。プラズマ発生室１０２には、プラズマを形成するためのプラズマ形成手段として、ベルジャ（放電容器）１０４、ガス導入部１０５、アンテナ１０６及びファラデーシールド１１８が設置されている。ベルジャ１０４は、プラズマ発生室１０２の放電空間を画成するとともに内部を真空中に保つチャンバ外壁の一部である。ガス導入部１０５はプラズマの発生に必要なアルゴン（Ar）などのプロセスガスを導入する部分であり、不図示のボンベ等に接続される。アンテナ１０６は、導電性配線等により構成される電力印加手段であり、ベルジャ１０４内にプラズマを発生させるために用いられる。ファラデーシールド１１８は、ベルジャ１０４の内壁面に設置される金属製の格子状電極であり、アンテナから放射される高周波電場を均一化させる機能を有する。

[0022] ベルジャ１０４の外部にはアンテナ１０６に高周波電力（ソース電力）を供給する放電用電源１１２、放電用電源１１２とアンテナ１０６の間に設けられた整合器１０７及びベルジャ１０４内部に磁界を発生させる電磁コイル１０８が備えられている。放電用電源１１２から整合器１０７を介してアンテナ１０６に高周波電力が供給されることにより、ガス導入部１０５から導入されるプロセスガスが電離し、プラズマ発生室１０２の内部にプラズマが形成される。

[0023] 処理室１０１はイオンビームを中和するニュートライザー１１３と、処理の対象物である基板１１１を保持するための保持部である基板ホルダ１１０と、プラズマ発生室１０２と処理室１０１の内部を排気して真空中に保つための排気ポンプ１０３とを備える。基板ホルダ１１０は、クランプチャック等の種々の基板固定部材を備える。また、基板ホルダ１１０は基板に入射されるイオンビームを所定の位置又は角度で照射させるための自公転機構等の駆動機構を備えていてもよい。

[0024] プラズマ発生室102と処理室101とを区分する境界にはイオンを引き出す孔を有するグリッドアセンブリ109が設置されている。グリッドアセンブリ109は1つ又は複数のグリッド200を有する。プラズマ発生室102で発生したプラズマはグリッド200の孔を通過して処理室101に引き出され、基板111に照射される。グリッド200にはイオンの加速等のために不図示の電圧源により電圧が印加される。

[0025] イオンビームエッチング装置100を用いたイオンビーム照射の動作を説明する。まず、ガス導入部105からプラズマ発生室102内にアルゴン（Ar）等の不活性ガスを含むプロセスガスを導入する。次に、アンテナ106に放電用電源112から高周波電力を印加することによりプラズマ発生室102内のプロセスガスをイオン化し、イオンを含むプラズマを発生させる。プラズマ発生室102に形成されたプラズマに含まれるイオンは、グリッドアセンブリ109に設けられた孔を通過する際に、グリッド200に与えられた電圧により加速される。このようにして、プラズマ発生室102から処理室101にイオンビームが引き出される。該イオンビームは処理室101に引き出された後、ニュートラライザー113により中和される。中和されたビームは基板111に照射され、基板表面のエッチング処理が行われる。

[0026] 図1に示すように、グリッドアセンブリ109が複数のグリッド200を重ねあわせた構造となっている場合、それぞれのグリッド200は、グリッドアセンブリ109の面に対して垂直な方向からみて、孔の位置が重なるように配置されていることが好ましい。このように配置することにより、イオンビームをグリッドアセンブリ109に対して垂直、かつ均一に引き出すことができる。

[0027] なお、本実施形態では、本発明が適用される装置としてイオンビームエッチング装置を例示しているが、本発明はこれ以外の装置にも適用可能である。本発明は、例えば、イオン注入装置、イオンビームスパッタ装置など、プラズマからイオンを引き出すことにより加速粒子を生成するイオンビーム処

理装置に広く適用することができる。また、イオンビーム処理装置以外であっても、複数の孔を有し、かつ強度を要する板状の部材を用いる用途に適用してもよい。

[0028] 図2は、本発明の一実施形態に係るグリッドの構造図である。グリッド200は、グリッド板201上に形成された複数の孔202を有する。グリッド板201は、カーボン／カーボンコンポジットを材料とする円盤状の部材である。本実施形態ではグリッド板201の形状を円形としているが、グリッド200が適用されるイオンソースの形状にあわせて適宜変更可能である。孔202は、グリッド板201上に形成された円形の孔である。なお、孔202の形状は円形に限られず、多角形や楕円形等の円形以外の形状であってもよい。

[0029] 上述のように、グリッドアセンブリ109はイオンビーム処理装置等の内部に設置される。近年、半導体基板の大口径化に伴い、イオンビーム処理装置も大型化しており、グリッドアセンブリ109にも大型化が求められている。グリッドアセンブリ109はイオンビーム処理装置内に水平、又は斜めに設置されることがある。この場合、グリッドアセンブリ109を構成するグリッド200が自重でたわみ、それぞれのグリッド200の孔202同士のギャップが変化してしまうことがある。それぞれのグリッド200の孔202同士のギャップが変化する場合、イオンビームを垂直、かつ均一に引き出しにくくなる。本実施形態では強度が強く、軽量のカーボン／カーボンコンポジットを用いているためこのような問題が起こりにくい。また、カーボン／カーボンコンポジットは線膨張係数が小さいので、熱膨張に起因する孔202の位置ずれも起こりにくい。さらに、カーボン／カーボンコンポジットは主に炭素を原料としているので、イオンビーム処理装置を用いて電子部品等を製造する際にコンタミネーションが問題となりにくい。以上の観点により、グリッド板201の材料として、カーボン／カーボンコンポジットを用いることが好適である。

[0030] 図3は、カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリッドの製造方法を

示すフローチャートである。ステップS301において、グリッド200の材料となるグリッド板201を準備する。グリッド板201にはイオンビームエッチング装置100の設計に応じて所定の厚さ、所定の大きさに加工されたカーボン／カーボンコンポジットの板が用いられる。詳細は後述するが、本ステップで用いられるカーボン／カーボンコンポジットは、チョップ材の炭素繊維を有する。

[0031] ステップS302において、グリッド板201に複数の孔202を形成する。孔202の配置、孔の大きさ等により、イオンビームエッチング装置100のエッチングレートやビームの直進性等の性能が変化する。そのため、イオンビーム処理装置用のグリッド200の加工において、多数の孔202を所定のピッチ、寸法で安定して形成できることが要求される。このような要求事項に鑑みて、安定的かつ安価に孔を形成するため、ドリルやエンドミル等の回転運動によって切削加工を行う加工工具を備えた装置を用いて孔を形成することが好適である。以下、ドリルを用いて孔202を形成するものとして説明する。

[0032] 次にグリッド板201の材料として用いられるカーボン／カーボンコンポジットについて説明する。カーボン／カーボンコンポジットは、強化材である炭素繊維を支持材である炭素マトリクス（母材）中に配置した複合材料である。複数の材料を複合させることにより、剛性等の機械的強度を向上させることができる。特に、炭素繊維の繊維方向の強度がより向上する。

[0033] 上記の通り、カーボン／カーボンコンポジットの製造に用いられる炭素繊維の一例として、クロス材とチョップ材とが挙げられる。クロス材は炭層繊維の束を縦横方向に規則的に編んで織物状としたものである。クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは、クロス材に熱硬化性樹脂等の炭素を含有するマトリクスの原料を含浸させ、加熱して炭化させることにより製造される。したがって、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは互いに垂直な縦方向と横方向との2方向に伸びる炭素繊維を含んでいる。

[0034] これに対し、チョップ材（チョップド炭素繊維とも呼ばれる）は、糸状の

炭素繊維を所定の長さにチョップする（みじん切り状に切断する）ことにより、短繊維化した材料である。チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは、マット状に加工したチョップ材に樹脂を含浸させ、熱処理することによって製造される。このとき、チョップ材の繊維は特定の向きに揃っておらず、２次元方向（面方向）に対してランダム、又は３次的にランダムな向きとなっている。したがって、チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは面方向又は３次的にランダムな向きの炭素繊維を含んでいる。ここで、「ランダムな向き」とは、グリッド内において、炭素繊維が全体として周期構造や対称性等の一定の秩序を有しない乱雑な状態であることを指す。例えば、部分的に炭素繊維が平行になっている領域が含まれているが、全体としては炭素繊維の向きに一定の秩序がないという状態も「ランダムな向き」の炭素繊維を含んでいる状態に含まれるものとする。

[0035] 本実施形態においては、上述したクロス材ではなく、チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットをグリッド２００の材料として用いる。以下、チョップ材を用いることが好適である理由を、クロス材を用いた場合と比較しながら説明する。

[0036] 上述したように、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットをイオンビームエッチング装置１００用のグリッド２００の材料として用いる場合、加工後に孔から炭素繊維が突出してしまうことがある。このようなグリッド２００をイオンビームエッチング装置１００に適用する場合、イオンビームエッチング装置１００の動作時に、炭素繊維の突出部６０１、６０２を起点とした異常放電が発生し得る。この問題を解決するには、グリッド２００の加工後に孔から突出した炭素繊維を除去することが考えられる。例えば、ドリルによる再加工、エージング処理による除去等が想定され得る。しかしながら、このような除去処理は高コストである。したがって、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットをイオンビームエッチング装置１００用のグリッド２００の材料として用いることは困難である。

[0037] 図８Ａは、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットに形成され

る孔と炭素繊維の配置の関係を示す図である。図 8 B は、チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットに形成される孔と炭素繊維の配置の関係を示す図である。これらの図では省略のため孔の下側のみに炭素繊維が存在しているように描かれているが、実際には孔の周囲全体に同様に炭素繊維が配置されている。図 8 A に示されるような、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは、炭素繊維 4 0 1 の向きが図中の垂直方向及び水平方向に揃っている。よって、孔 2 0 2 の円周上に孔下端 2 0 2 a のような炭素繊維 4 0 1 が切断されにくい箇所が存在する。そのため、孔 2 0 2 の壁面から炭素繊維が突出する第 1 の問題点が発生し得る。

[0038] 一方、図 8 B に示されるように、チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは、炭素繊維 4 0 1 の向きがランダムであり、特定の方向に揃っていない。そのため、孔 2 0 2 の円周上の特定の箇所が特に切断しにくいということもない。したがって、チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットを用いることにより、上述のクロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットの加工における孔の壁面における炭素繊維の突出が抑制される。

[0039] 次に、図 8 A のクロス材を用いて、孔を形成したグリッドをイオンビーム処理装置に用いた場合の第 2 の問題点を、図 9 及び図 1 0 A、図 1 0 B を用いて説明する。図 9 は、クロス材の繊維方向を示す拡大図である。図 1 0 A は、クロス材を用いて、グリッドの孔を形成した場合の概念図、図 1 0 B は、チョップ材を用いて、グリッドの孔を形成した場合の概念図を示す。

[0040] 図 8 A に示すような、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは、炭素繊維 4 0 1 の向きが図中の垂直方向と水平方向に揃っている。図 9 に示すように、クロス材は、垂直方向の炭素繊維の束 4 0 1 a と水平方向の炭素繊維の束 4 0 1 b とが、一定の間隔 W となるように織られた構造となっている。そのため、間隔 W より小さな間隔でグリッド板 2 0 1 に左孔 2 0 2 b 及び右孔 2 0 2 c を形成した場合、図 9 のように左孔 2 0 2 b と右孔 2 0 2 c との間に、垂直方向の炭素繊維の束 4 0 1 a と水平方向の炭素繊維の 4

01bとが織られた部分が無くなることがある。このような箇所では、孔202を加工した際、炭素繊維401の一部がまとまって脱離し、段差402が発生する場合がある。この場合、図10Aに示すように、左孔202bと右孔202cとの間のグリッド板201の表面の一部に段差402が発生して、この段差402により孔202の形状が変わるという第2の問題点が発生する可能性がある。

[0041] この第2の問題点について説明する。図10Aの左孔202bの中央右側及び右孔202cの中央左側以外の外周部においては、第1層の水平方向の炭素繊維の束401bが表面に残存しており、段差は発生しない。これに対し、例えば、図10Aの左孔202bの中央右側及び右孔202cの中央左側の間付近に位置する第1層の水平方向の炭素繊維の束401bは、孔の形成によって炭素繊維の束401cと401dとに切断される。左孔202b及び右孔202cにより切断され孤立した第1層の水平方向の炭素繊維の束401dは、まとまって脱離する。これにより、第2層の垂直方向の炭素繊維の束401aが表面に現れる。このようにして、左孔202bの右円周上と右孔202cの左円周上との間に段差402が発生する。この段差402により、左孔202bの中央右側及び右孔202cの中央左側付近が欠けて形状が変わるため、上記の第2の問題点が生じる。

[0042] イオンビーム処理装置において、グリッドの孔202の形状が変化する場合、イオンビームの形状がいびつになる。イオンビームの形状がいびつになることにより、イオンビームの飛散角に影響を及ぼし、加工精度（例えば、イオンビームエッチング装置ではエッチング断面形状、イオンビーム成膜装置では基板に成膜される成膜物質の膜厚分布）が低下するという問題が発生する。

[0043] これに対し、図8Bに示すように、チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットは、炭素繊維401の向きがランダムであり、特定の方向に揃っていない。そのため、図10Bに示すように、孔202を加工した際、一部の炭素繊維401がまとまって脱離することが生じにくい。これにより

、孔 202 の円周上が一部欠けて、孔 202 の形状が変わるという問題が生じにくくなる。

[0044] 次に、図 8 A のクロス材を用いて、孔を形成したグリッドをイオンビーム処理装置に用いた場合の第 3 の問題点について説明する。

[0045] イオンビーム処理装置を用いてイオンビーム処理を行う際に、基板からグリッドに被処理物が飛来して付着する。図 8 A のクロス材を用いたグリッドの場合、グリッドに付着した処理物が、グリッドから剥離して基板に付着するという第 3 の問題点が生じることがある。一方、図 8 B のチョップ材を用いたグリッドをイオンビーム処理装置に用いた場合、グリッドに付着した被処理物がグリッドから剥離して基板に付着するという第 3 の問題点を解決することが可能である。

[0046] 図 8 B のチョップ材を用いたグリッドをイオンビーム処理装置に使用した場合、グリッドに付着した被処理物が、グリッドから剥離しない理由について、技術的考察に基づいて説明する。

[0047] 図 8 A のクロス材を用いたグリッドの場合、炭素繊維 401 の向きが図中の垂直方向と水平方向に揃っているため、グリッドの表面に形成される凹凸のパターンが規則性を有しており、かつ表面が平滑なため、付着物を保持する力が弱い。そのため、図 8 A のクロス材を用いたグリッドをイオンビーム処理装置に用いた場合、グリッドに付着した被処理物が、グリッドから剥離して基板に付着してしまうことがあり、第 3 の問題点を解決することはできない。

[0048] 一方、図 8 B のチョップ材の場合、グリッドの表面に形成される凹凸のパターンが不規則な形状を有し、かつ炭素繊維の末端が一部露出しているため、付着物を保持する力が強い。そのため、図 8 B のクロス材を用いたグリッドをイオンビーム処理装置に用いた場合、グリッドに付着した被処理物は炭素繊維に保持されるので、第 3 の問題点を解決することができる。

[0049] (試作例 1)

図 11 A から図 11 D に、カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリ

ットの孔付近の第1の顕微鏡写真を示す。図11Aは、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットの孔の顕微鏡写真である。図11Bは、図11Aに図示された孔の1つを拡大したものである。特に図11Bを参照すると、孔の壁面から複数の繊維状の突起が形成されているという第1の問題点があることが確認できる。

[0050] これに対し、図11Cは、チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットを適用したグリッドの孔付近の顕微鏡写真である。図11Dは、図11Cに図示された孔の1つを拡大したものである。特に図11Dを参照すると、図11Bにみられるような繊維状の突起がないことが確認できる。したがって、チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットをグリッド板の材料として適用することにより、孔の壁面における炭素繊維の突出が抑制されることが確認された。

[0051] (試作例2)

図12A及び図12Bに、カーボン／カーボンコンポジットを用いたグリッドの孔付近の第2の顕微鏡写真を示す。図12Aは、クロス材を用いたカーボン／カーボンコンポジットの孔の顕微鏡写真である。図12Aを参照すると、左側の孔の中央右側と右側の孔の中央左側において、第1層の炭素繊維が、孔の形成によって切断され、炭素繊維がまとまって脱離している。これにより、当該箇所では、第2層の炭素繊維が表面（図12Aの顕微鏡写真の場合は、中央部の白く見える部分）に現れており、左側の孔の右円周上と右側の孔の左円周上に段差が発生するという第2の問題点があることが確認できる。

[0052] これに対し、図12Bは、チョップ材を用いたカーボン／カーボンコンポジットを適用したグリッドの孔付近の顕微鏡写真である。図12Bを参照すると、上述の第2の問題点は生じておらず、左側の孔と右側の孔の孔形状が変わることがないこと（図12Bの顕微鏡写真の場合、中央部に白く見える部分が発生しない）が確認された。

[0053] 上記実施形態及び試作例によれば、炭素繊維の材料としてチョップ材を採

用することにより、剛性が高いカーボン／カーボンコンポジットを用いたイオンビームエッチング装置用のグリッドを作製することができる。炭素繊維はランダムに配置されているので、炭素繊維の位置に対する孔の形成部の位置決めは行わなくてもよい。また、孔における炭素繊維の突出が抑制されているので、イオンビームエッチング装置 100 の動作時に、突出部から発生し得る異常放電が抑制される。よって、突出した炭素繊維を除去する工程を少なくすること、あるいは無くすことができる。これらの理由によりグリッドの製造が容易かつ低コストとなる。したがって、剛性が高く、加工が容易なグリッドを提供することができる。

[0054] (変形例)

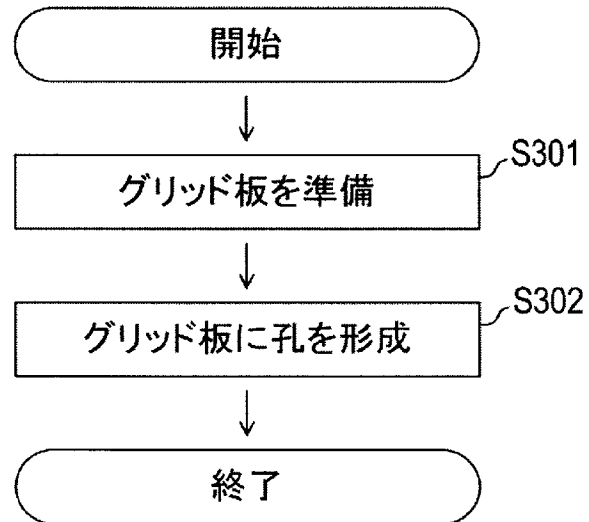
本実施形態のグリッド 200 には、少なくとも一部にカーボン／カーボンコンポジットの主成分である炭素とは異なる材料による被覆が施されていてもよい。例えば金属や気相成長炭素、ガラス状炭素等の炭素コート、または絶縁体を被覆材として用いることができる。孔 202 の形成後に被覆を行うことにより、炭素繊維の突出をより確実に抑制することができる。

[0055] 本実施形態のグリッド 200 は、図 1 に示すイオンビームエッチング装置だけでなく、イオンビーム成膜装置等のイオンビーム処理装置に用いることができる。なお、本実施形態のグリッド 200 をイオンビーム成膜装置に使用する場合には、公知のイオンビーム成膜装置を使用する。

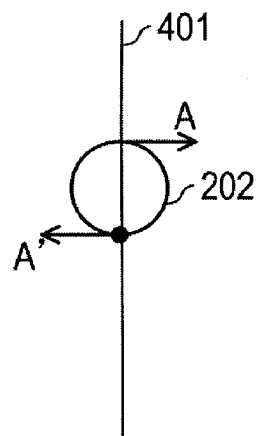
請求の範囲

- [請求項1] 孔を有する板状のグリッドであって、
前記グリッドは、前記グリッドの面方向にランダムな向きに配置された炭素繊維を含むカーボン／カーボンコンポジットを材料とするものであり、
前記グリッドの孔は、前記炭素繊維を切断するように形成されていることを特徴とするグリッド。
- [請求項2] 前記カーボン／カーボンコンポジットに含まれる炭素繊維はチョップド炭素繊維であることを特徴とする請求項1に記載のグリッド。
- [請求項3] 前記グリッドは、カーボン／カーボンコンポジットとは異なる材料により、カーボン／カーボンコンポジットの少なくとも一部が被覆されていることを特徴とする請求項1に記載のグリッド。
- [請求項4] プラズマ発生手段と、
処理室と、
前記プラズマ発生手段で発生されたプラズマから前記処理室にイオンを引き出すための、請求項1に記載のグリッドを含むグリッドアセンブリと
を備えることを特徴とするイオンビーム処理装置。
- [請求項5] 面方向にランダムな向きに配置された炭素繊維を含む、板状のカーボン／カーボンコンポジットを準備する工程と、
回転運動による切削加工を行う加工工具を用いて、前記炭素繊維を切断するように前記カーボン／カーボンコンポジットに孔を形成する工程と
を備えることを特徴とするグリッドの製造方法。

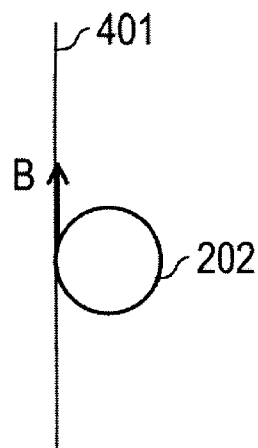
[図3]



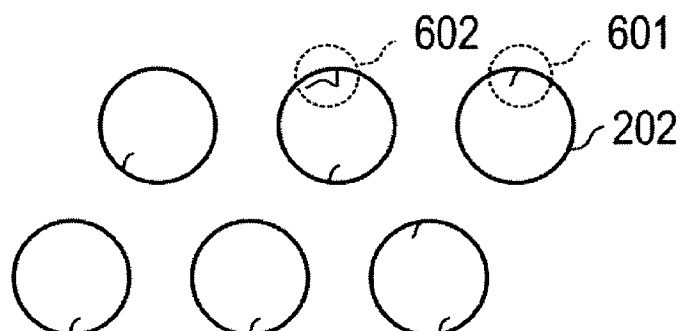
[図4]



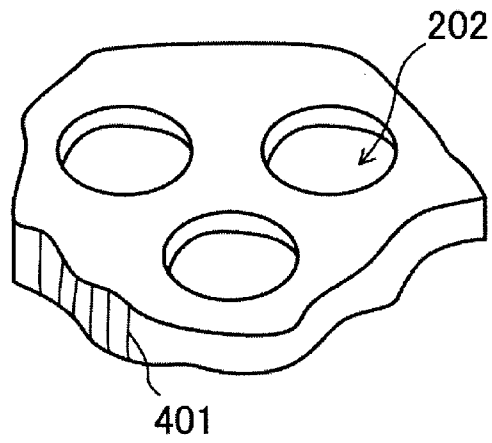
[図5]



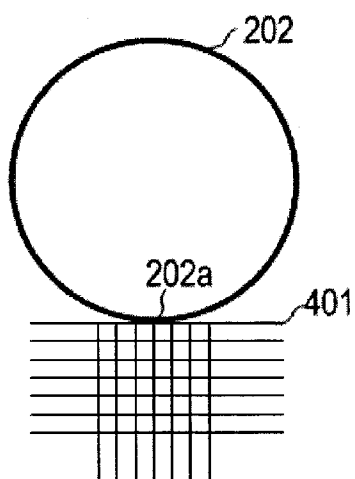
[図6]



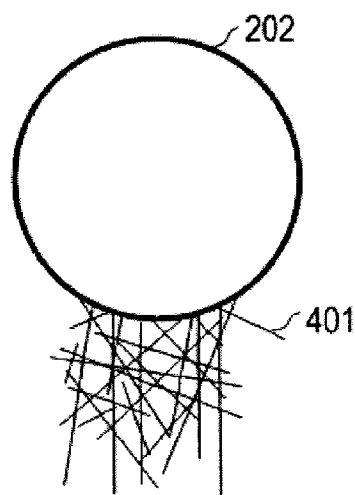
[図7]



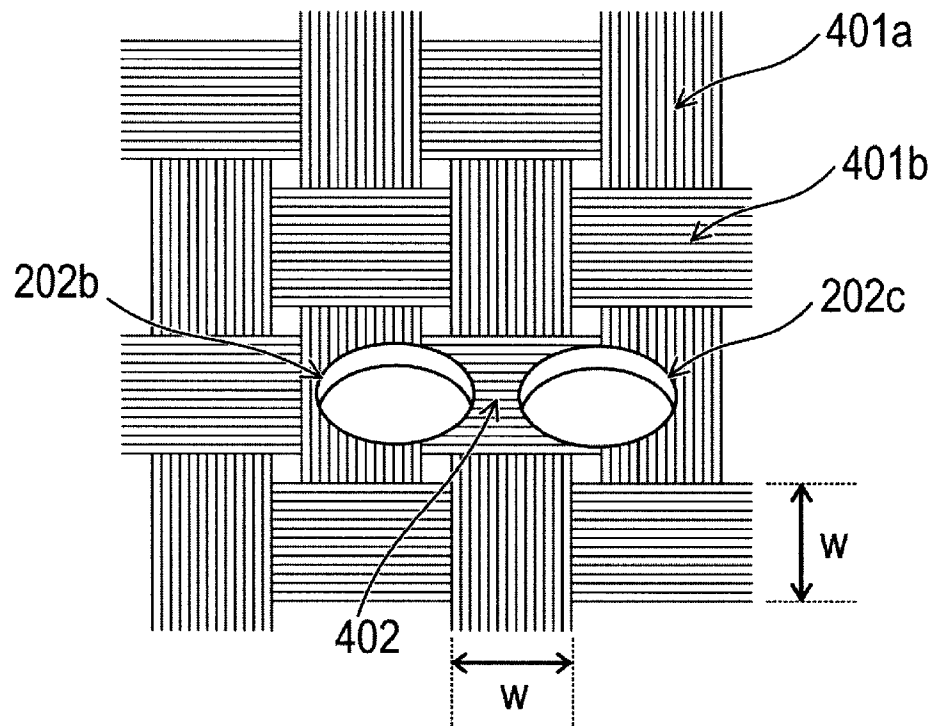
[図8A]



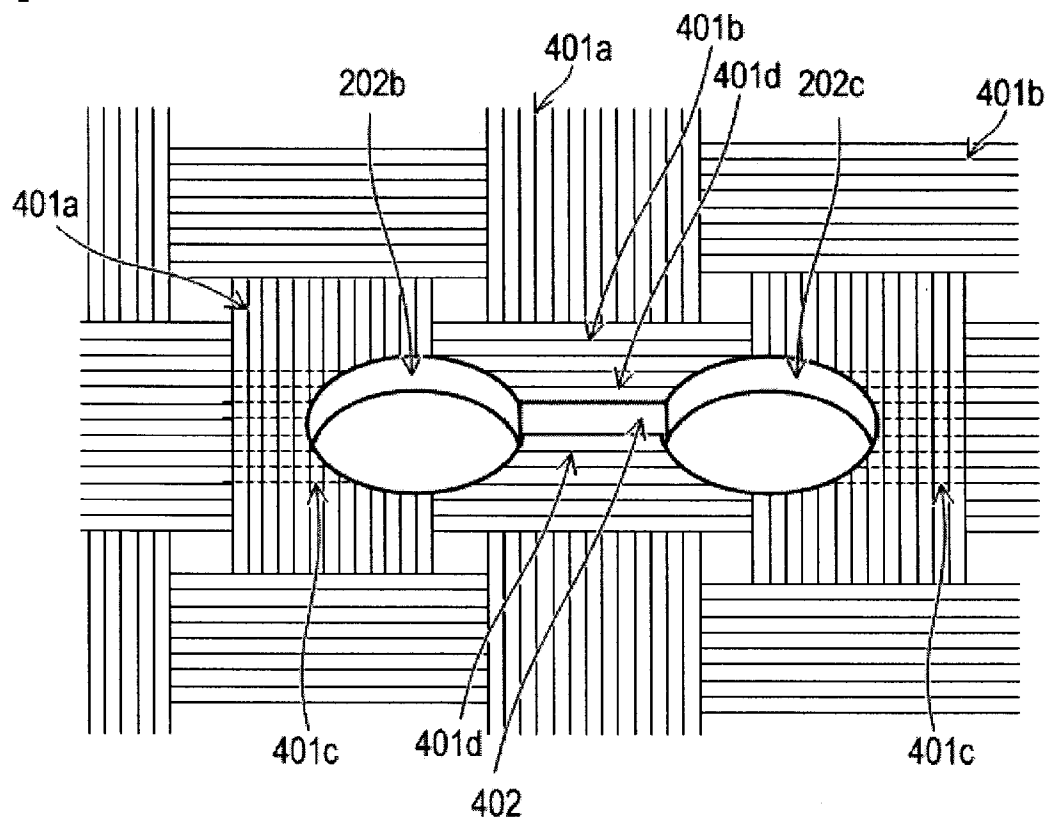
[図8B]



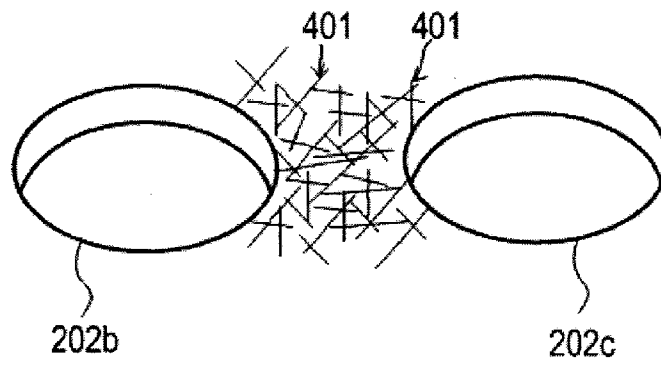
[図9]



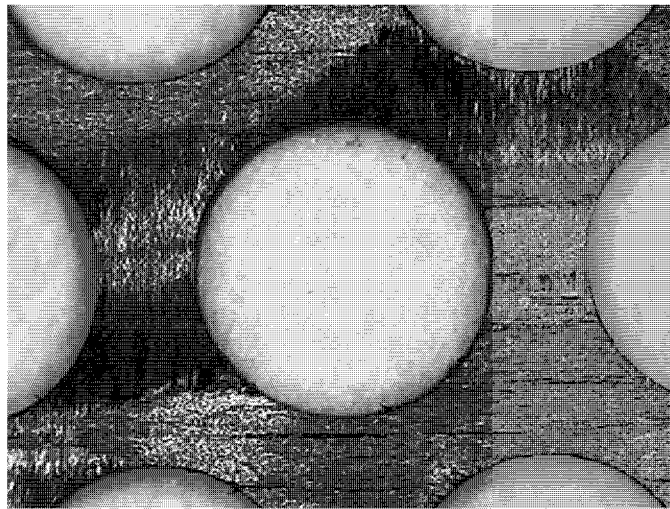
[図10A]



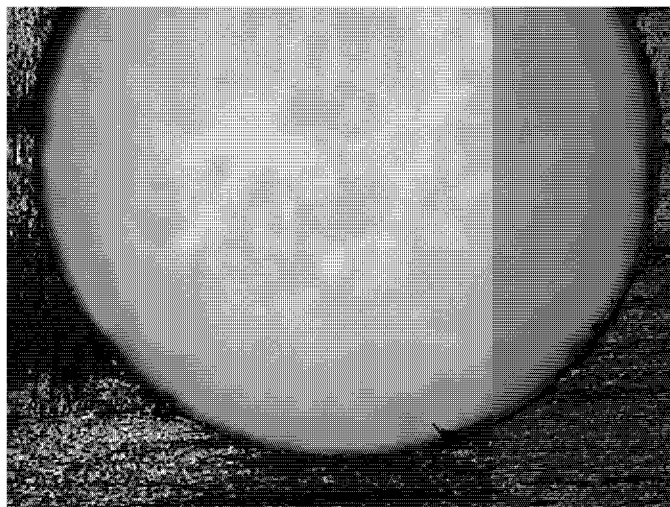
[図10B]



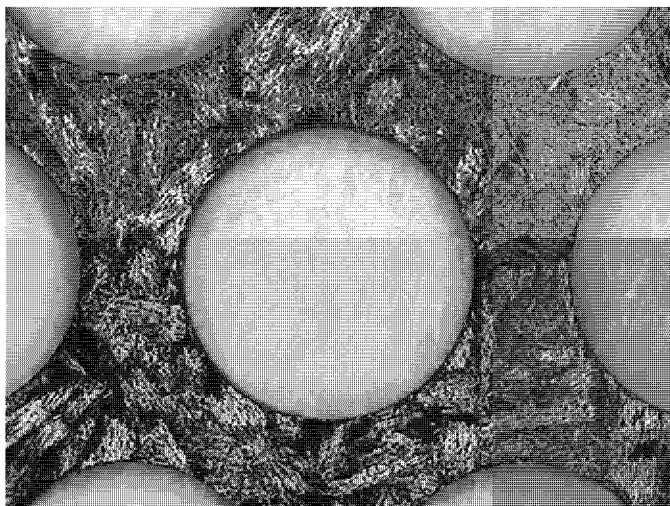
[図11A]



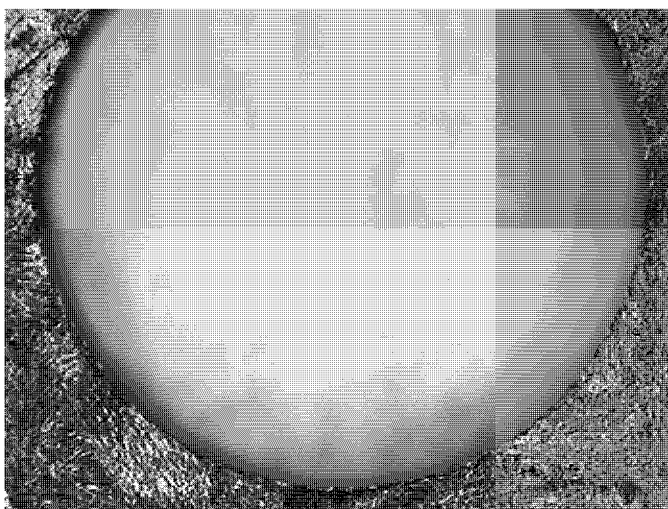
[図11B]



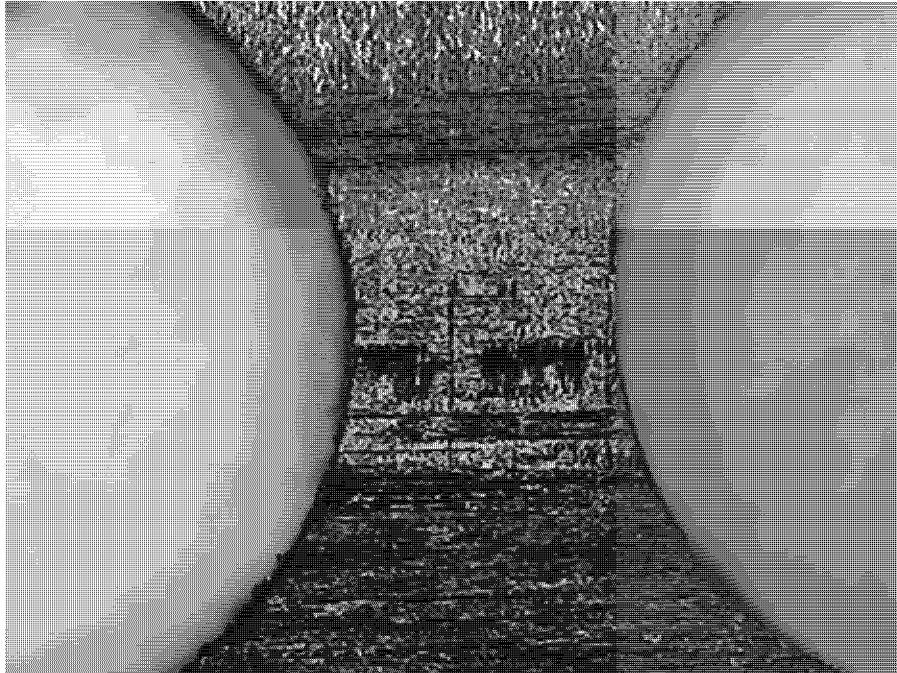
[図11C]



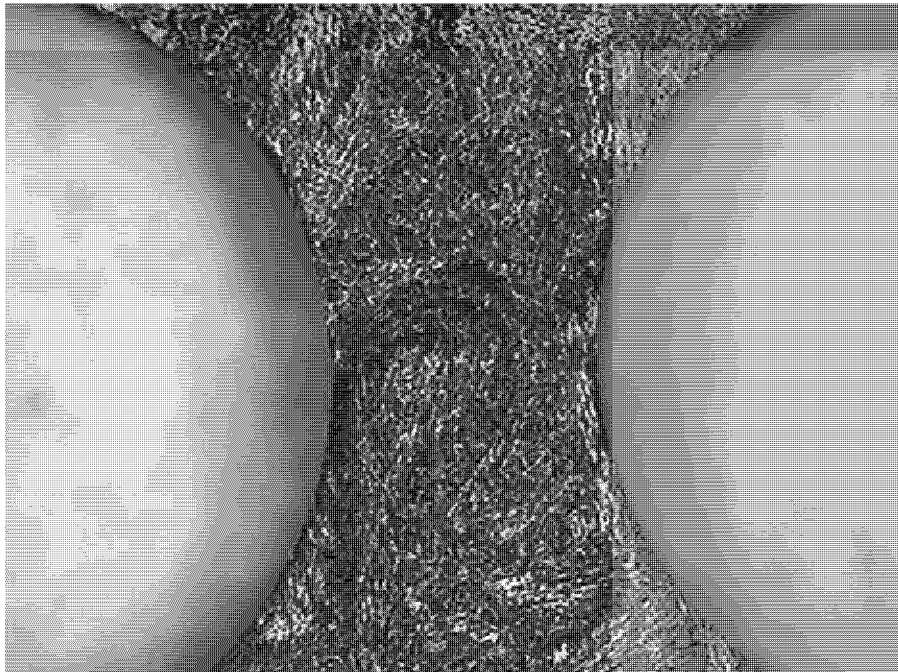
[図11D]



[図12A]



[図12B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/005851

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/04(2006.01)i, H01J27/16(2006.01)i, H01J37/08(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)

H01J37/04, H01J27/16, H01J37/08

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	US 5548953 A (THE BOEING CO.), 27 August 1996 (27.08.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ 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
11 December 2015 (11.12.15)

Date of mailing of the international search report
22 December 2015 (22.12.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

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. H01J37/04(2006.01)i, H01J27/16(2006.01)i, H01J37/08(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. H01J37/04, H01J27/16, H01J37/08

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	US 5548953 A (THE BOEING COMPANY) 1996.08.27, 全文全図 (ファミリーなし)	1 - 5

☐ 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 1 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 2 . 2 0 1 5

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）

桐畑 幸▲廣▼

2 G

9 6 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 2 6