

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3924051号

(P3924051)

(45) 発行日 平成19年6月6日(2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月2日(2007.3.2)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 3 C 16/26 (2006.01)

C 2 3 C 16/26

B 2 3 B 13/12 (2006.01)

B 2 3 B 13/12

B

C 2 3 C 16/50 (2006.01)

C 2 3 C 16/50

請求項の数 20 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願平9-220467	(73) 特許権者	000001960
(22) 出願日	平成9年8月15日(1997.8.15)		シチズン時計株式会社
(65) 公開番号	特開平10-121247		東京都西東京市田無町六丁目1番12号
(43) 公開日	平成10年5月12日(1998.5.12)	(74) 代理人	100080931
審査請求日	平成16年8月11日(2004.8.11)		弁理士 大澤 敬
(31) 優先権主張番号	特願平8-215556	(72) 発明者	杉山 修
(32) 優先日	平成8年8月15日(1996.8.15)		埼玉県所沢市大字下富字武野840番地
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		シチズン時計株式会社技術研究所内
(31) 優先権主張番号	特願平8-215559	(72) 発明者	宮 行男
(32) 優先日	平成8年8月15日(1996.8.15)		埼玉県所沢市大字下富字武野840番地
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		シチズン時計株式会社技術研究所内
(31) 優先権主張番号	特願平8-217352	(72) 発明者	小池 ▲龍▼太
(32) 優先日	平成8年8月19日(1996.8.19)		埼玉県所沢市大字下富字武野840番地
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		シチズン時計株式会社技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】被膜形成用治具およびそれを用いてガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自動旋盤に装着されるガイドブッシュの被加工物と摺接する内周面に、プラズマCVD法によって硬質カーボン膜を形成する際に、真空槽内で該ガイドブッシュを支持すると共にそれに通電するための被膜形成用治具であって、

前記ガイドブッシュの内周面を形成する中心開口内に挿入されるロッド状の補助電極と、該補助電極を前記中心開口の軸線に沿って前記内周面と対向するように支持する導電材料からなる補助電極支持部材と、

前記ガイドブッシュの中心開口内の前記内周面より内径が大きい段差部に嵌入され、前記補助電極支持部材を該ガイドブッシュに固定すると共に前記軸線に沿って前記補助電極と反対方向に突出させる補助電極絶縁部材と、

前記ガイドブッシュを前記軸線を垂直方向にして前記段差部側の端部を電氣的に導通させて載置する導電材料からなる第1の電極板と、

前記真空槽内でその底面上に載置される導電材料からなる脚部と、

該脚部と一体的に設けられ前記補助電極支持部材の前記補助電極絶縁部材から突出する部分と接続する導電材料からなる第2の電極板と、

前記第1の電極板と前記第2の電極板とを絶縁して前記脚部に固定する絶縁部材とからなることを特徴とする被膜形成用治具。

【請求項2】

請求項1記載の被膜形成用治具において、前記ガイドブッシュの前記段差部側の端部また

10

20

は前記第 1 の電極板に装着され、両者の接触面積を広げるための導電材料からなるガイドブッシュ受けを有することを特徴とする被膜形成用治具。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の被膜形成用治具において、前記ガイドブッシュの中心開口の前記内周面を形成する部分と同じ内径を有する円筒状の導電材料からなり、前記中心開口内の段差部の前記内周面と前記補助電極絶縁部材との間に挿入される挿入部材を有することを特徴とする被膜形成用治具。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の被膜形成用治具において、前記補助電極絶縁部材が、前記ガイドブッシュの中心開口の軸線方向に分割された 2 個の碍子からなり、該 2 個の碍子によって前記補助電極支持部材を挟持すると共に、その一方の碍子から該補助電極支持部材に支持された前記補助電極を突出させ、他方の碍子から該補助電極支持部材の一部を突出させるようにしたことを特徴とする被膜形成用治具。

10

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の被膜形成用治具において、前記第 1 の電極板と第 2 の電極板とを絶縁して前記脚部に固定する絶縁部材が、前記第 1 の電極板と第 2 の電極板の間に介在する絶縁板と、前記第 1 の電極板と第 2 の電極板のそれぞれ露出部分を被覆する絶縁部材とからなる被膜形成用治具。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の被膜形成用治具において、前記ガイドブッシュの中心開口の前記内周面を形成する部分と略同じ内径を有する円筒状の導電材料からなり、該ガイドブッシュの前記内周面が開口する端面上に載置されるダミー部材を有することを特徴とする被膜形成用治具。

20

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 記載の被膜形成用治具を用いてガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法であって、

前記補助電極を支持する補助電極支持部材を前記補助電極絶縁部材によってガイドブッシュの中心開口内に固定して、前記補助電極を前記中心開口の軸線に沿って前記内周面と対向するように配設し、

ガス導入孔と排気孔を備えた真空槽内の底面上に、前記脚部および該脚部に固定された前記第 1 の電極板と前記第 2 の電極板と前記絶縁部材とを載置し、

30

前記ガイドブッシュを前記中心開口の軸線を垂直方向にして前記段差部側の端部を前記第 1 の電極板上に載置して該第 1 の電極板と電気的に導通させ、該第 1 の電極板を電源に接続すると共に、前記補助電極支持部材の前記補助電極絶縁部材から突出する部分を前記第 2 の電極板と接続して、前記補助電極を該補助電極支持部材、前記第 2 の電極板、前記脚部、および前記真空槽を介して接地し、

前記真空槽内を排気した後、前記ガス導入口から炭素を含むガスを該真空槽内に導入し、前記ガイドブッシュに前記電源から前記第 1 の電極板を介して給電して、前記真空槽内にプラズマを発生させ、該ガイドブッシュの前記内周面に水素化アモルファス・カーボンによる硬質カーボン膜を形成することを特徴とするガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法。

40

【請求項 8】

請求項 3 記載の被膜形成用治具を用いてガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法であって、

前記ガイドブッシュの中心開口内の段差部に前記挿入部材を前記内周面に隣接させるように挿入し、

前記補助電極を支持する補助電極支持部材を前記補助電極絶縁部材によってガイドブッシュの中心開口内に固定して、前記補助電極を前記中心開口の軸線に沿って前記内周面と対向するように配設すると共に、該補助電極絶縁部材を前記挿入部材に当接させ、

ガス導入孔と排気孔を備えた真空槽内の底面上に、前記脚部および該脚部に固定された

50

前記第 1 の電極板と前記第 2 の電極板と前記絶縁部材とを載置し、

前記ガイドブッシュを前記中心開口の軸線を垂直方向にして前記段差部側の端部を前記第 1 の電極板上に載置して該第 1 の電極板と電氣的に導通させ、該第 1 の電極板を電源に接続すると共に、前記補助電極支持部材の前記補助電極絶縁部材から突出する部分を前記第 2 の電極板と接続して、前記補助電極を該補助電極支持部材，前記第 2 の電極板，前記脚部，および前記真空槽を介して接地し、

前記真空槽内を排気した後、前記ガス導入口から炭素を含むガスを該真空槽内に導入し、

前記ガイドブッシュおよび前記挿入部材に前記電源から前記第 1 の電極板を介して給電して、前記真空槽内にプラズマを発生させ、該ガイドブッシュの前記内周面に水素化アモルファス・カーボンによる硬質カーボン膜を形成することを特徴とするガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法。

10

【請求項 9】

請求項 6 記載の被膜形成用治具を用いてガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法であって、

前記ダミー部材を前記ガイドブッシュの前記内周面が開口する端面上に前記中心開口と中心を一致させて配置し、

前記補助電極を支持する補助電極支持部材を前記補助電極絶縁部材によってガイドブッシュの中心開口内に固定して、前記補助電極を前記中心開口の軸線に沿って前記内周面および前記ダミー部材の内周面と対向するように配設し、

20

ガス導入孔と排気孔を備えた真空槽内の底面上に、前記脚部および該脚部に固定された前記第 1 の電極板と前記第 2 の電極板と前記絶縁部材とを載置し、

前記ガイドブッシュを前記中心開口の軸線を垂直方向にして前記段差部側の端部を前記第 1 の電極板上に載置して該第 1 の電極板と電氣的に導通させ、該第 1 の電極板を電源に接続すると共に、前記補助電極支持部材の前記補助電極絶縁部材から突出する部分を前記第 2 の電極板と接続して、前記補助電極を該補助電極支持部材，前記第 2 の電極板，前記脚部，および前記真空槽を介して接地し、

前記真空槽内を排気した後、前記ガス導入口から炭素を含むガスを該真空槽内に導入し、

前記ガイドブッシュおよび前記ダミー部材に前記電源から前記第 1 の電極板を介して給電して、前記真空槽内にプラズマを発生させ、該ガイドブッシュの前記内周面に水素化アモルファス・カーボンによる硬質カーボン膜を形成することを特徴とするガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法。

30

【請求項 10】

請求項 1 又は 2 記載の被膜形成用治具を複数組用いて複数のガイドブッシュの内周面にそれぞれ硬質カーボン膜を形成する方法であって、

前記補助電極を支持する補助電極支持部材を前記補助電極絶縁部材によって複数のガイドブッシュの中心開口内にそれぞれ固定して、前記補助電極を該ガイドブッシュの中心開口の軸線に沿って前記内周面と対向するように配設し、

ガス導入孔と排気孔を備えた一つの真空槽内の底面上に、複数の前記被膜形成用治具の前記脚部および該脚部に固定された前記第 1 の電極板と前記第 2 の電極板と前記絶縁部材とをそれぞれ載置し、

40

前記複数の各ガイドブッシュをそれぞれ前記中心開口の軸線を垂直方向にして前記段差部側の端部を前記第 1 の電極板上に載置して該第 1 の電極板と電氣的に導通させ、該第 1 の電極板をそれぞれ電源に接続すると共に、前記補助電極支持部材の前記補助電極絶縁部材から突出する部分を前記第 2 の電極板と接続して、前記各補助電極を該補助電極支持部材，前記第 2 の電極板，前記脚部，および前記真空槽を介して接地し、

前記真空槽内を排気した後、前記ガス導入口から炭素を含むガスを該真空槽内に導入し、

50

前記複数のガイドブッシュに前記電源からそれぞれ前記第 1 の電極板を介して給電して、前記真空槽内にプラズマを発生させ、該各ガイドブッシュの前記内周面にそれぞれ水素化アモルファス・カーボンによる硬質カーボン膜を形成することを特徴とするガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法。

【請求項 1 1】

自動旋盤に装着されるガイドブッシュの被加工物と摺接する内周面に、プラズマ CVD 法によって硬質カーボン膜を形成する際に、真空槽内で該ガイドブッシュを支持すると共にそれに通電するための被膜形成用治具であって、

複数のガイドブッシュの前記内周面を形成する中心開口内にそれぞれ挿入されるロッド状の複数の補助電極と、

その各補助電極をそれぞれ前記複数のガイドブッシュの各中心開口の軸線に沿って前記内周面と対向するように支持する導電材料からなる複数の補助電極支持部材と、

前記各ガイドブッシュの中心開口内の前記内周面より内径が大きい段差部に嵌入され、前記各補助電極支持部材を該各ガイドブッシュに固定すると共に前記軸線に沿って前記各補助電極と反対方向に突出させる複数の補助電極絶縁部材と、

前記複数のガイドブッシュをそれぞれ前記軸線を垂直方向にして前記段差部側の端部を電氣的に導通させて載置する導電材料からなる共通の第 1 の電極板と、

前記真空槽内でその底面上に載置される導電材料からなる共通の脚部と、

該脚部と一体的に設けられ前記各補助電極支持部材の前記各補助電極絶縁部材から突出する部分と接続する導電材料からなる共通の第 2 の電極板と、

前記第 1 の電極板と前記第 2 の電極板とを絶縁して前記脚部に固定する絶縁部材とからなることを特徴とする被膜形成用治具。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の被膜形成用治具において、前記の複数のガイドブッシュの前記各段差部側の端部または前記第 1 の電極板に装着され、両者の接触面積を広げるための導電材料からなる複数のガイドブッシュ受けを有することを特徴とする被膜形成用治具。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 又は 1 2 記載の被膜形成用治具において、前記複数の各ガイドブッシュの中心開口の前記内周面を形成する部分と同じ内径を有する円筒状の導電材料からなり、前記各ガイドブッシュの中心開口内の段差部の前記内周面と前記補助電極絶縁部材との間にそれぞれ挿入される複数の挿入部材を有することを特徴とする被膜形成用治具。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の被膜形成用治具において、前記補助電極絶縁部材が、前記ガイドブッシュの中心開口の軸線方向に分割された 2 個の碍子からなり、該 2 個の碍子によって前記補助電極支持部材を挟持すると共に、その一方の碍子から該補助電極支持部材に支持された前記補助電極を突出させ、他方の碍子から該補助電極支持部材の一部を突出させるようにしたことを特徴とする被膜形成用治具。

【請求項 1 5】

請求項 1 1 乃至 1 4 のいずれか一項に記載の被膜形成用治具において、前記第 1 の電極板と前記第 2 の電極板とを絶縁して前記脚部に固定する絶縁部材が、前記第 1 の電極板と第 2 の電極板の間に介在する絶縁板と、前記第 1 の電極板と第 2 の電極板のそれぞれ露出部分を被覆する絶縁部材とからなることを特徴とする被膜形成用治具。

【請求項 1 6】

請求項 1 1 乃至 1 5 のいずれか一項に記載の被膜形成用治具において、前記複数のガイドブッシュの各中心開口の前記内周面を形成する部分と略同じ内径を有する円筒状の導電材料からなり、該各ガイドブッシュの前記内周面が開口する端面上にそれぞれ載置される複数のダミー部材を有することを特徴とする被膜形成用治具。

【請求項 1 7】

請求項 1 1 又は 1 2 記載の被膜形成用治具を用いて複数のガイドブッシュの内周面にそれぞれ硬質カーボン膜を形成する方法であって、

前記複数の各補助電極を支持する補助電極支持部材を前記補助電極絶縁部材によって複数のガイドブッシュの各中心開口内に固定して、前記補助電極を前記各中心開口の軸線に沿って前記内周面と対向するように配設し、
ガス導入孔と排気孔を備えた一つの真空槽内の底面上に、前記共通の脚部および該脚部に固定された前記共通の第１の電極板と第２の電極板と絶縁部材とを載置し、
前記複数のガイドブッシュをそれぞれ前記中心開口の軸線を垂直方向にして前記段差部側の各端部を前記第１の電極板上に載置して該第１の電極板と電氣的に導通させ、該第１の電極板を電源に接続すると共に、前記各補助電極支持部材の前記各補助電極絶縁部材から突出する部分をそれぞれ前記第２の電極板と接続して、前記各補助電極を該各補助電極支持部材、前記第２の電極板、前記脚部、および前記真空槽を介して接地し、
前記真空槽内を排気した後、前記ガス導入口から炭素を含むガスを該真空槽内に導入し、前記複数のガイドブッシュに前記電源から前記第１の電極板を介してそれぞれ給電して、前記真空槽内にプラズマを発生させ、該各ガイドブッシュの前記内周面にそれぞれ水素化アモルファス・カーボンによる硬質カーボン膜を形成することを特徴とするガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法。

10

【請求項１８】

請求項７乃至１０及び１７のいずれか一項に記載のガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法において、
前記真空槽として、内部にアノードとフィラメントを備えたものを使用し、前記ガイドブッシュに前記電源から前記第１の電極板を介して直流電圧を印加するとともに、前記アノードに直流電圧を、前記フィラメントに交流電圧をそれぞれ印加して、前記真空槽内にプラズマを発生させることを特徴とするガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法。

20

【請求項１９】

請求項７乃至１０及び１７のいずれか一項に記載のガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法において、
前記ガイドブッシュに前記電源から前記第１の電極板を介して高周波電力を印加して、前記真空槽内にプラズマを発生させることを特徴とするガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法。

【請求項２０】

30

請求項７乃至１０及び１７のいずれか一項に記載のガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法において、
前記ガイドブッシュに前記電源から前記第１の電極板を介して直流電圧を印加して、前記真空槽内にプラズマを発生させることを特徴とするガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法。

【発明の詳細な説明】**【０００１】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、自動旋盤に装着され、丸棒状の被加工物を切削工具（刃物）の近くで回転及び軸方向に摺動可能に保持するガイドブッシュの被加工物と摺接する内周面に硬質カーボン膜を形成する際に使用する被膜形成用治具と、それを用いてガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法に関する。

40

【０００２】**【従来の技術】**

自動旋盤のコラムに設けられ、丸棒状の被加工物を切削工具の近くで回転可能に保持するガイドブッシュには、回転型と固定型とがある。回転型のものは常に被加工物と共に回転しながらその被加工物を軸方向に摺動可能に保持し、固定型のものは回転せずに被加工物を回転及び軸方向に摺動可能に保持する。

【０００３】

いずれの型のガイドブッシュも、外周テーパ面と、それに弾力を持たせるための摺り割り

50

、コラムに取り付けるためのネジ部と、被加工物を保持する内周面とを備えており、その内周面は常に被加工物と摺接するため摩耗しやすく、特に固定型の場合はその摩耗が激しい。

【0004】

そのため、この被加工物の回転や摺動により被加工物と摺接するガイドブッシュの内周面に、超硬合金やセラミックスをロー付けなどによって固着して設けるものが、たとえば特開平4-141303号公報に見られるように提案されている。このように、耐摩耗性や耐熱性に優れた超硬合金やセラミックスをガイドブッシュの内周面に設けることにより、ある程度のその摩耗を抑制する効果が認められる。

【0005】

しかしながら、このように超硬合金やセラミックスを内周面に設けても、自動旋盤で切削量が大きく加工速度が大きな重切削に対しては、超硬合金やセラミックスも摩擦係数が大きく熱伝導率が低いいため、被加工物にキズが発生したり、ガイドブッシュと被加工物との直径方向の隙間寸法が減少して焼き付きが発生したりするという問題があり、切削量及び加工速度を上げることができなかった。

【0006】

固定型のガイドブッシュの方が、被加工物をその軸心のブレがなく保持できるので、真円度が高く精度のよい加工ができ、しかも騒音が少なく、自動旋盤の構造も複雑にならずコンパクトにできるなどの利点がある。

しかしながら、ガイドブッシュの内周面の摩耗は、回転型の場合よりはるかに大きくなるため、一層切削量及び加工速度を上げることが困難であるという問題があった。

【0007】

この問題を解決するために、我々はこのようなガイドブッシュにおける被加工物と摺接する内周面に硬質カーボン膜を形成することにより、内周面の耐摩耗性を飛躍的に高め、被加工物へのキズの発生や焼き付きを発生することなく、自動旋盤による切削量及び加工速度を上げることができるようになることを提案した。

【0008】

この硬質カーボン膜とは、水素化アモルファス・カーボン膜であり、ダイヤモンドによく似た性質をもつため、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)とも云われるものである。この、硬質カーボン膜(DLC)は、硬度が高く(ピッカース硬度で3000HV以上)、耐摩耗性に優れ、摩擦係数が小さく(超硬合金の1/8位)、耐蝕性にも優れている。

【0009】

この硬質カーボン膜をガイドブッシュの内周面に形成する方法としては、たとえば、真空槽内の炭素を含むガスの雰囲気中で被膜形成圧力である 5×10^{-3} torrにして、ガイドブッシュに直流電源からマイナス3kVの直流電圧を印加してプラズマを発生させて硬質カーボン膜を形成するプラズマCVD法がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このプラズマCVD法では、ガイドブッシュの周囲領域に発生するプラズマが主になって、炭素を含むガスを分解して硬質カーボン膜を形成しているため、ガイドブッシュの外周部には、硬質カーボン膜を均一性よく形成することができるが、ガイドブッシュの中心開口の内面に形成する硬質カーボン膜は、密着性が悪く、硬度などの膜質も劣るという問題がある。

【0011】

この原因は、ガイドブッシュの中心開口内は同電位の電極同士が対向している空間となっているため、その中心開口内でのプラズマはホロー放電と呼ばれる異常放電が発生するからである。このホロー放電によって形成される硬質カーボン膜は、ポリマーライクな密着性の悪い被膜であり、ガイドブッシュの内周面から剥離しやすく、その硬度も低い。

【0012】

また、上述した硬質カーボン膜の形成方法においては、被膜形成圧力である 5×10^{-3} to

10

20

30

40

50

rrにて、ガイドブッシュ11に直流電源73からマイナス3kVの直流電圧を印加する。このように、真空槽内部の圧力が 5×10^{-3} torrのように高い状態では、真空槽内の空間に電子などの電荷が多い状態となり、空間インピーダンスが低い。そのため、プラズマ放電開始の瞬間にガイドブッシュに異常放電であるアーク放電が発生しやすい。

【0013】

さらに、このプラズマ放電開始時というのは、硬質カーボン膜の被膜形成初期でもあるため、この被膜形成初期に形成される膜質によって、ガイドブッシュとの密着性を左右する重要な時間である。

したがって、プラズマ放電の最初期に、異常放電であるアーク放電が発生すると、硬質カーボン膜の膜質及び密着性が低下し、ガイドブッシュから剥離するという問題点が発生する。

10

【0014】

この発明は、これらの問題を解決して、ガイドブッシュの被加工物と摺接する内周面に、プラズマCVD法によって膜質のよい硬質カーボン膜を密着性よく、容易に形成できるようにすることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

この発明は上記の目的を達成するため、次のような被膜形成用治具を提供するとともに、その被膜形成用治具を使用してガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法を提案する。

20

【0016】

この発明による被膜形成用治具は、自動旋盤に装着されるガイドブッシュの被加工物と摺接する内周面に、プラズマCVD法によって硬質カーボン膜を形成する際に、真空槽内で該ガイドブッシュを支持すると共にそれに通電するための被膜形成用治具である。

【0017】

そして、この被膜形成用治具は、ガイドブッシュの内周面を形成する中心開口内に挿入されるロッド状の補助電極と、

その補助電極を中心開口の軸線に沿ってその内周面と対向するように支持する導電材料からなる補助電極支持部材と、

ガイドブッシュの中心開口内の内周面より内径が大きい段差部に嵌入され、上記補助電極支持部材を該ガイドブッシュに固定すると共に上記軸線に沿って補助電極と反対方向に突出させる補助電極絶縁部材と、

30

【0018】

ガイドブッシュを上記軸線を垂直方向にして上記段差部側の端部を電氣的に導通させて載置する導電材料からなる第1の電極板と、

真空槽内でその底面上に載置される導電材料からなる脚部と、

その脚部と一体的に設けられ上記補助電極支持部材の上記補助電極絶縁部材から突出する部分と接続する導電材料からなる第2の電極板と、

その第1の電極板と第2の電極板とを絶縁して上記脚部に固定する絶縁部材とからなる。

【0019】

40

この被膜形成用治具にさらに、ガイドブッシュの上記段差部側の端部または上記第1の電極板に装着され、両者の接触面積を広げるための導電材料からなるガイドブッシュ受けを設けるとよい。

また、ガイドブッシュの中心開口の上記内周面を形成する部分と同じ内径を有する円筒状の導電材料からなり、上記中心開口内の段差部の上記内周面と補助電極絶縁部材との間に挿入される挿入部材を設けるとよい。

【0020】

上記補助電極絶縁部材を、ガイドブッシュの中心開口の軸線方向に分割された2個の碍子とし、その2個の碍子によって補助電極支持部材を挟持すると共に、その一方の碍子から該補助電極支持部材に支持された補助電極を突出させ、他方の碍子から該補助電極支持部

50

材の一部を突出させるようにすることができる。

【 0 0 2 1 】

さらに、上記第 1 の電極板と第 2 の電極板とを絶縁して脚部に固定する絶縁部材を、上記第 1 の電極板と第 2 の電極板の間に介在する絶縁板と、第 1 の電極板と第 2 の電極板のそれぞれ露出部分を被覆する絶縁部材とによって構成するとよい。

【 0 0 2 2 】

また、ガイドブッシュの中心開口の内周面を形成する部分と略同じ内径を有する円筒状の導電材料からなり、該ガイドブッシュの上記内周面が開口する端面上に載置されるダミー部材を設けるとよい。

【 0 0 2 3 】

なお、上記補助電極と補助電極支持部材と補助電極絶縁部材とを、複数のガイドブッシュにそれぞれ装着するために複数個ずつ設け、上記第 1 の電極板と第 2 の電極板と脚部と絶縁部材とは、複数のガイドブッシュに対して共通に設けて、複数のガイドブッシュ用の被膜形成用治具を構成することもできる。

【 0 0 2 4 】

この発明によるガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法は、上記被膜形成用治具を使用して、次のようにして行なう。

被膜形成用治具の補助電極を支持する補助電極支持部材を補助電極絶縁部材によってガイドブッシュの中心開口内に固定して、補助電極をその中心開口の軸線に沿って内周面と対向するように配設する。

【 0 0 2 5 】

一方、真空槽内の底面上に、被膜形成用治具の脚部とそれに固定された第 2 の電極板と絶縁部材を介して設けた第 1 の電極板とを載置する。

そして、上記ガイドブッシュをその中心開口の軸線を垂直方向にして段差部側の端部を第 1 の電極板上に載置して該第 1 の電極板と電氣的に導通させ、その第 1 の電極板を電源に接続すると共に、補助電極支持部材の補助電極絶縁部材から突出する部分を第 2 の電極板と接続して、上記補助電極を補助電極支持部材、第 2 の電極板、脚部、および真空槽を介して接地する。

【 0 0 2 6 】

次いで、上記真空槽内を排気した後、炭素を含むガスを該真空槽内に導入し、上記ガイドブッシュに電源から第 1 の電極板を介して給電して、真空槽内にプラズマを発生させ、該ガイドブッシュの上記内周面に水素化アモルファス・カーボンによる硬質カーボン膜を形成する。

【 0 0 2 7 】

上記プラズマを発生させる方法としては、上記真空層として、内部にアノードとフィラメントを備えたものを使用し、上記ガイドブッシュに電源から第 1 の電極板を介して直流電圧を印加するとともに、アノードに直流電圧を、フィラメントに交流電圧をそれぞれ印加する方法がある。

【 0 0 2 8 】

あるいは、上記ガイドブッシュに電源から第 1 の電極板を介して高周波電力を印加して、上記真空槽内にプラズマを発生させることもできる。

さらに、上記ガイドブッシュに電源から第 1 の電極板を介して直流電圧を印加するだけで上記真空槽内にプラズマを発生させることもできる。

【 0 0 2 9 】

このように、この発明による被膜形成用治具を用いることにより、ガイドブッシュを真空槽内でその中心開口の軸線を垂直にして確実に支持し、その中心開口内に軸線に沿って補助電極を配置してそれを容易に接地でき、ガイドブッシュへの給電も容易に安定して行なうことができるので、ガイドブッシュの中心開口内に安定したプラズマを発生させ、その内周面に良質な硬質カーボン膜を密着性よく形成することができる。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

また、ガイドブッシュと第１の電極板との接触面積を広げるためのガイドブッシュ受けを該ガイドブッシュと第１の電極板との間に設けることにより、プラズマ放電がより安定し、硬質カーボン膜の膜厚や膜質のばらつきをさらに抑制することができる。

【００３１】

上記ガイドブッシュの中心開口内の段差部に上記被膜形成用治具の挿入部材を上記内周面に隣接させるように挿入すれば、ガイドブッシュの硬質カーボン膜を形成する内周面の奥側の段差をなくして、補助電極との間の隙間寸法が均一になり、補助電極の周囲領域に形成されるプラズマも均一になり、硬質カーボン膜をその膜質および膜厚共一層均一に形成することができる。

【００３２】

また、上記ダミー部材をガイドブッシュの上記内周面が開口する端面上に上記中心開口と中心を一致させて配置することにより、内周面の開口部でも均一な硬質カーボン膜を形成することができる。

【００３３】

さらに、上記第１の電極板と第２の電極板のそれぞれの露出部分を絶縁部材によって被覆することにより、硬質カーボン膜の膜厚を厚くするために被膜形成時間を長くしても、これらの電極板の露出部で異常放電であるアーク放電等が発生する恐れもなくなる。

【００３４】

上記被膜形成用治具を複数組み用いるか、上記複数のガイドブッシュ用被膜形成用治具を使用すれば、一つの真空槽内で、複数のガイドブッシュの各内周面に同時に硬質カーボン膜を形成することができる。

【００３５】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施例を図面に基づいて説明する。

〔ガイドブッシュを用いる自動旋盤の説明：図１４，１５〕

先ず、この発明の対象とするガイドブッシュを用いる自動旋盤の構造について簡単に説明する。

【００３６】

図１４は、数値制御自動旋盤の主軸近傍のみを示す断面図である。この自動旋盤は、ガイドブッシュ１１を固定して、その内周面１１ｂで被加工物５１（仮想線で示す）を回転自在に保持する状態で使用する固定型のガイドブッシュ装置３７を設けたものである。主軸台１７は、この数値制御自動旋盤の図示しないベッド上を、図で左右方向に摺動可能となっている。

【００３７】

この主軸台１７には、軸受２１によって回転可能な状態で支持された主軸１９を設けている。そして主軸１９の先端部には、コレットチャック１３を取り付けている。このコレットチャック１３は、チャックスリーブ４１の中心孔内に配置する。そしてコレットチャック１３の先端の外周テーパ面１３ａと、チャックスリーブ４１の内周テーパ面４１ａとが互いに面接触している。

【００３８】

さらに中間スリーブ２９内のコレットチャック１３の後端部に、帯状のバネ材をコイル状にしたスプリング２５を設けている。そして、このスプリング２５の働きによって、中間スリーブ２９内からコレットチャック１３を押し出すことができる。コレットチャック１３の先端位置は、主軸１９の先端にネジ固定するキャップナット２７に接触して位置を規制している。このため、コレットチャック１３がスプリング２５のバネ力によって、中間スリーブ２９から飛び出すことを防止している。

【００３９】

中間スリーブ２９の後端部には、この中間スリーブ２９を介してチャック開閉機構３１を設ける。そしてチャック開閉爪３３を開閉することによって、コレットチャック１３は開閉し、被加工物５１を把持したり解放したりする。

10

20

30

40

50

すなわち、チャック開閉機構 3 1 のチャック開閉爪 3 3 の先端部が相互に開くように移動すると、チャック開閉爪 3 3 の中間スリーブ 2 9 と接触している部分が、図 1 4 で左方向に移動して中間スリーブ 2 9 を左方向に押す。この中間スリーブ 2 9 の左方向への移動により、中間スリーブ 2 9 の左端に接触しているチャックスリーブ 4 1 が左方向に移動する。

【 0 0 4 0 】

そして、コレットチャック 1 3 は、主軸 1 9 の先端にネジ止めしているキャップナット 2 7 によって、主軸 1 9 から飛び出すのを防止されている。

このため、このチャックスリーブ 4 1 の左方向への移動によって、コレットチャック 1 3 の摺り割りが形成されている部分の外周テーパ面 1 3 a と、チャックスリーブ 4 1 の内周テーパ面 4 1 a とが強く押されて、互いにテーパ面に沿って移動することになる。

10

【 0 0 4 1 】

その結果、コレットチャック 1 3 の内周面の直径が小さくなり、被加工物 5 1 を把持することができる。

コレットチャック 1 3 の内周面の直径を大きくして被加工物 5 1 を解放するときは、チャック開閉爪 3 3 の先端部が相互に閉じるように移動することにより、チャックスリーブ 4 1 を左方向に押す力を除く。

するとスプリング 2 5 の復元力によって中間スリーブ 2 9 とチャックスリーブ 4 1 とが、図で右方向に移動する。

【 0 0 4 2 】

20

このため、コレットチャック 1 3 の外周テーパ面 1 3 a と、チャックスリーブ 4 1 の内周テーパ面 4 1 a との押圧力が除かれることになる。それによって、コレットチャック 1 3 は自己のもつ弾性力で内周面の直径が大きくなり、被加工物 5 1 を解放することができる。

さらに、主軸台 1 7 の前方にはコラム 3 5 が設けられており、そこに、ガイドブッシュ装置 3 7 をその中心軸線を主軸中心線と一致させるようにして配置している。

【 0 0 4 3 】

このガイドブッシュ装置 3 7 は、ガイドブッシュ 1 1 を固定して、このガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b で被加工物 5 1 を回転可能な状態で保持する固定型のガイドブッシュ装置 3 7 である。

30

コラム 3 5 に固定したホルダ 3 9 の中心孔に、ブッシュスリーブ 2 3 を嵌入し、そのブッシュスリーブ 2 3 の先端部には内周テーパ面 2 3 a を設けている。そして、このブッシュスリーブ 2 3 の中心孔に、先端部に外周テーパ面 1 1 a 及び摺り割り 1 1 c を形成したガイドブッシュ 1 1 を嵌入させて配置している。

【 0 0 4 4 】

ガイドブッシュ装置 3 7 の後端部に、ガイドブッシュ 1 1 のネジ部に螺着して設けた調整ナット 4 3 を回転することによって、ガイドブッシュ 1 1 の内径と被加工物 5 1 の外形との隙間寸法を調整することができる。

すなわち、調整ナット 4 3 を右回転させると、ブッシュスリーブ 2 3 に対してガイドブッシュ 1 1 が図で右方向に移動し、コレットチャック 1 3 の場合と同様に、ブッシュスリーブ 2 3 の内周テーパ面 2 3 a とガイドブッシュ 1 1 の外周テーパ面 1 1 a とが相互に押圧されて、ガイドブッシュ 1 1 の先端部の内径が小さくなるためである。

40

【 0 0 4 5 】

ガイドブッシュ装置 3 7 のさらに前方には、切削工具(刃物) 4 5 を設けている。そして、被加工物 5 1 を主軸 1 9 のコレットチャック 1 3 で把持すると共に、ガイドブッシュ装置 3 7 で支持し、しかもこのガイドブッシュ装置 3 7 を貫通して加工領域に突き出した被加工物 5 1 を、切削工具 4 5 の前進後退と主軸台 1 7 の移動との合成運動によって所定の切削加工を行なう。

【 0 0 4 6 】

つぎに、被加工物を把持するガイドブッシュ 1 1 を回転する状態で使用する回転型のガイ

50

ドブッシュ装置を備えた自動旋盤について、図 1 5 によって説明する。この図 1 5 において、図 1 4 と対応する部分には同一の符号を付している。

回転型のガイドブッシュ装置としては、コレットチャック 1 3 とガイドブッシュ 1 1 とが同期して回転するガイドブッシュ装置と、同期しないで回転するガイドブッシュ装置とがある。この図に示すガイドブッシュ装置 3 7 は、コレットチャック 1 3 とガイドブッシュ 1 1 とが同期して回転するものである。

【 0 0 4 7 】

この回転型のガイドブッシュ装置 3 7 は、主軸 1 9 のキャップナット 2 7 から突き出した回転駆動棒 4 7 によって、ガイドブッシュ装置 3 7 を駆動する。この回転駆動棒 4 7 に代

えて、歯車やベルトプーリによってガイドブッシュ装置 3 7 を駆動するものもある。この回転型のガイドブッシュ装置 3 7 は、コラム 3 5 に固定するホルダ 3 9 の中心孔に、軸受 2 1 を介して回転可能な状態にブッシュスリーブ 2 3 を嵌入させて配置している。さらに、このブッシュスリーブ 2 3 の中心孔にガイドブッシュ 1 1 を嵌入させて配置している。

【 0 0 4 8 】

ブッシュスリーブ 2 3 とガイドブッシュ 1 1 とは、図 1 4 によって説明したものと同様な構成である。そして、このガイドブッシュ装置 3 7 の後端部に、ガイドブッシュ 1 1 のネジ部に螺着して設けた調整ナット 4 3 を回転することによって、ガイドブッシュ 1 1 の内径を小さくして、ガイドブッシュ 1 1 の内径と被加工物 5 1 の外形との隙間寸法を調整することができる。

【 0 0 4 9 】

この図 1 5 に示す自動旋盤において、ガイドブッシュ装置 3 7 が回転型である以外の構成は、図 1 4 によって説明した自動旋盤の構成と同じであるのでそれらの説明は省略する。

【 0 0 5 0 】

〔ガイドブッシュの説明：図 1 2 , 1 3 〕

つぎに、上述した自動旋盤に装着されるガイドブッシュの被加工物と摺接する内周面に、この発明の方法によって硬質カーボン膜を形成したガイドブッシュの構造例を、図 1 2 および図 1 3 によって説明する。

【 0 0 5 1 】

図 1 2 はそのガイドブッシュの縦断面図、図 1 3 は外観を示す斜視図である。これらの図に示すガイドブッシュ 1 1 は、先端部が開いた自由な状態を示している。このガイドブッシュ 1 1 は、軸方向に中心開口 1 1 j を有する略円筒状に形成され、長手方向の一端部に外周テーパ面 1 1 a を形成し、他端部にネジ部 1 1 f を有する。

【 0 0 5 2 】

そして、このガイドブッシュ 1 1 の中心開口 1 1 j は、外周テーパ面 1 1 a を設けた一端部の内側に、被加工物 5 1 を保持する内周面 1 1 b を形成し、この内周面 1 1 b 以外の領域には、内周面 1 1 b の内径より大きな内径をもつ段差部 1 1 g を形成している。

また、このガイドブッシュ 1 1 は、外周テーパ面 1 1 a からバネ部 1 1 d にまで、外周テーパ面 1 1 a を円周方向に 3 等分するように摺り割り 1 1 c を、1 2 0 ° 間隔で 3 箇所

【 0 0 5 3 】

そして、前述したブッシュスリーブの内周テーパ面にこのガイドブッシュ 1 1 の外周テーパ面 1 1 a を押圧することによって、バネ部 1 1 d が撓み、内周面 1 1 b と図 1 2 に仮想線で示す被加工物 5 1 との隙間寸法を調整することができる。

さらに、このガイドブッシュ 1 1 には、バネ部 1 1 d とネジ部 1 1 f との間に嵌合部 1 1 e を設けている。そして、この嵌合部 1 1 e を図 1 4 及び図 1 5 に示したブッシュスリーブ 2 3 の中心孔に嵌合させることによって、ガイドブッシュ 1 1 を主軸の中心線上で、しかも主軸中心線に平行に配置することができる。

【 0 0 5 4 】

このガイドブッシュ 11 の材料としては、合金工具鋼 (SKS) を用い、外形形状と内形形状とを形成した後、焼き入れ処理と焼き戻し処理とを行なう。

さらに、好ましくはこのガイドブッシュ 11 の内周面 11b に、図 12 に示すように肉厚が 2 mm から 5 mm の寸法を有する超硬部材 12 を口ウ付け手段により固定する。

【0055】

この超硬部材としては、例えばタングステン (W) が 85% ~ 90% と、炭素 (C) が 5% ~ 7% と、バインダーとしてコバルト (Co) が 3% ~ 10% の組成のものを用いる。

しかし、このガイドブッシュ 11 は、外周テーパ面 11a が閉じた状態で、内周面 11b と被加工物 51 との間に半径方向で 5 μ m ~ 10 μ m の隙間を設けている。それにより、被加工物 51 が出入りして内周面 11b と摺接するため、その摩耗が問題となる。

【0056】

さらに、固定型のガイドブッシュ装置に使用する場合は、固定されたガイドブッシュ 11 に保持され被加工物 51 が高速で回転して加工されるため、内周面 11b と被加工物 51 との間で高速摺動し、しかも切削負荷による内周面 11b への過大な被加工物 51 の押圧力によって、焼き付きを発生させる問題がある。

そのため、このガイドブッシュ 11 の内周面 11b に、前述した硬質カーボン膜 (DLC) 15 を設けている。その硬質カーボン膜 15 の膜厚は 1 μ m から 5 μ m とする。

【0057】

この硬質カーボン膜は、前述したようにダイヤモンドとよく似た性質をもち、機械的強度が高く、摩擦係数が小さく潤滑性があり、腐食性にも優れている。

そのため、内周面 11b に硬質カーボン膜 15 を設けたこのガイドブッシュ 11 は、耐摩耗性が飛躍的に向上し、長期間の使用や重切削加工においても、被加工物 51 と接触する内周面 11b の摩耗を抑えることができる。また、被加工物 51 へのキズの発生を抑えることも可能になり、ガイドブッシュ 11 と被加工物 51 との焼き付きの発生を抑制することもできる。

【0058】

ガイドブッシュ 11 の基材 (SKS) の内周面、あるいは超硬部材 12 の内周面にこの硬質カーボン膜を直接形成することもできるが、内周面 11b との密着性を高めるために薄い中間層 (図示はしていない) を介して、硬質カーボン膜を形成するとよい。

【0059】

この中間層としては、周期律表の第 IV b 族のシリコン (Si) やゲルマニウム (Ge)、あるいはシリコンやゲルマニウムの化合物、またはシリコンカーバイド (SiC) やチタンカーバイド (TiC) のような炭素を含む化合物を用いるとよい。また、この中間層 16 として、チタン (Ti)、タングステン (W)、モリブデン (Mo)、あるいはタンタル (Ta) とシリコン (Si) との化合物も適用できる。

さらに、この中間層 16 を、チタン (Ti) 又はクロム (Cr) による下層と、シリコン (Si) 又はゲルマニウム (Ge) による上層との 2 層膜に形成してもよい。

【0060】

このようにすると、中間層の下層のチタンやクロムはガイドブッシュ 11 の基材あるいは超硬部材 12 との密着性を保つ役割を果たし、上層のシリコンやゲルマニウムは硬質カーボン膜 15 と共有結合して、この硬質カーボン膜 15 と強く結合する役割を果たす。これらの中間層の形成膜厚は 0.5 μ m 程度とする。ただし、2 層の場合は上層と下層共に 0.5 μ m 程度とする。

【0061】

そして、この中間層形成方法としては、スパッタリング法やイオンプレーティング法、あるいは化学気相成長 (CVD) 法や溶射法を適用すればよい。

なお、硬質部材 12 としてシリコンカーバイド (SiC) を用いる場合には、この中間層の形成を省略することができる。なぜなら、シリコンカーバイドは周期律表の第 IV b 族のシリコンと炭素との化合物であり、その表面に形成される硬質カーボン膜 15 と共有結

10

20

30

40

50

合して、高い密着性が得られるからである。

【 0 0 6 2 】

このガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b に直接、あるいはそこに形成された中間層上への硬質カーボン膜の形成は、真空槽内でこの発明による被膜形成用治具を用いてプラズマ CVD 法によって行なうが、その詳細は後述する。

【 0 0 6 3 】

〔この発明による被膜形成用治具：図 1 , 2 〕

つぎに、この発明による被膜形成用治具の最良の実施形態を図 1 と図 2 によって説明する。図 1 はその被膜形成用治具の構造を使用状態で示す断面図であり、図 2 はそのガイドブッシュに装着される部材のみを示す断面図である。

なお、この図 1 と図 2 に示すガイドブッシュ 1 1 は、図 1 に示した超硬部材 1 2 を設けずに内周面 1 1 b を形成した例を示している。しかし、超硬部材を設けて内周面 1 1 b を形成したガイドブッシュにも全く同様に使用できる。

【 0 0 6 4 】

この被膜形成用治具 8 0 は、ガイドブッシュ 1 1 に装着される部材と、真空槽内の底面上に固定設置される部材とからなる。

ガイドブッシュ 1 1 に装着される部材は、ロッド状の補助電極 7 1 と、補助電極支持部材 7 2 と、補助電極絶縁部材である第 1 の碍子 8 1 および第 2 の碍子 8 2 と、挿入部材 8 3 と、ガイドブッシュ受け 8 4 と、ダミー部材 5 3 とからなる。

【 0 0 6 5 】

補助電極 7 1 は、補助電極支持部材 7 2 の太径部 7 2 a に嵌入して支持され、ガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b を形成する中心開口 1 1 j 内に挿入される。この補助電極 7 1 は、ステンレスのような金属材料でロッド状に形成される。

補助電極絶縁部材である第 1 の碍子 8 1 および第 2 の碍子 8 2 は、ガイドブッシュ 1 1 の中心開口 1 1 j の軸線方向に分割されており、共に段差部 1 1 g に嵌入される。この第 1 の碍子 8 1 と第 2 の碍子 8 2 とは、いずれもセラミックスからなる絶縁材料で構成される。

【 0 0 6 6 】

そして、この第 1 の碍子 8 1 と第 2 の碍子 8 2 とに、補助電極 7 1 と、この補助電極 7 1 を嵌入させて支持する補助電極支持部材 7 2 を挿入する貫通孔を設け、さらに第 2 の碍子 8 2 にはガイドブッシュ 1 1 から突き出すような突出部 8 2 a を設けている。補助電極 7 1 は補助電極支持部材 7 2 によって、ガイドブッシュ 1 1 の中心開口 1 1 j 内の中央部に配置されるように支持される。

【 0 0 6 7 】

第 1 の碍子 8 1 には、補助電極 7 1 を 0 . 0 1 mm から 0 . 0 5 mm 程度の隙間寸法をもって通す小径の孔部 8 1 a と、補助電極支持部材 7 2 の太径部 7 2 a を位置決めする大径の孔部 8 1 b とを設ける。すなわち第 1 の碍子 8 1 には段付きの孔部を設けている。

【 0 0 6 8 】

これに対して、第 2 の碍子 8 2 には、補助電極支持部材 7 2 の太径部 7 2 a と細径部 7 2 b とを位置決めする段付き孔部 8 2 b を設ける。

この 2 個の碍子 8 1 , 8 2 によって補助電極支持部材 7 2 の太径部 7 2 a を挟持し、第 2 の碍子 8 2 の突出部 8 2 a から補助電極支持部材 7 2 の細径部 7 2 b を突出させる。

【 0 0 6 9 】

また、挿入部材 8 3 は、ガイドブッシュ 1 1 の中心開口 1 1 j の内周面 1 1 b を形成する部分と同じ内径を有する円筒状の導電材料からなり、その外形形状はガイドブッシュ 1 1 の中心開口 1 1 j の内周面 1 1 b の近傍の内面形状に合わせている。そして、この挿入部材 8 3 は、ガイドブッシュ 1 1 の中心開口 1 1 j の段差部 1 1 g における内周面 1 1 b の近傍に嵌入され、第 1 の碍子 8 1 によってその下端面が押さえられる。

【 0 0 7 0 】

さらに、ガイドブッシュ 1 1 の段差部 1 1 g 側の端部に設けられたネジ部 1 1 f の雄ネジ

10

20

30

40

50

に、雌ネジを設けたガイドブッシュ受け 8 4 を螺着する。このガイドブッシュ受け 8 4 は、ステンレスのような金属材料で構成され、その面積の大きい底面によって、ガイドブッシュ 1 1 と後述する第 1 の電極板 8 5 との接触面積を大きくすると共に、第 1 の碍子 8 1 と第 2 の碍子 8 2 がガイドブッシュ 1 1 の中心開口 1 1 j 内から脱落するのを防止する役割をもつ。

【 0 0 7 1 】

ダミー部材 5 3 は、ガイドブッシュ 1 1 の中心開口 1 1 j の内周面 1 1 b を形成する部分と略同じ内径を有する円筒状の導電材料からなり、該ガイドブッシュの前記内周面が開口する端面 1 1 h 上に載置され、端面相互の離脱容易な接着等によって固定される。

なお、これらのうち挿入部材 8 3 とガイドブッシュ受け 8 4、およびダミー部材 5 3 は必須のものではないが、これらを全てガイドブッシュ 1 1 に装着すると、図 2 に示すようになる。

【 0 0 7 2 】

一方、真空槽内の底面上に固定設置される部材は、図 1 に示ように、ガイドブッシュ 1 1 と電氣的に接続するための第 1 の電極板 8 5 と、真空槽の底面上に載置される脚部 1 0 0 と、補助電極支持部材 7 2 と電氣的に接続するための第 2 の電極板 8 6 と、第 1 の電極板 8 5 と第 2 の電極板 8 6 とを絶縁して脚部 1 0 0 に固定する絶縁部材とからなる。第 1 の電極板 8 5 と第 2 の電極板 8 6 および脚部 1 0 0 は、いずれもステンレス鋼等の導電材料で構成される。

【 0 0 7 3 】

絶縁部材は、第 1 の電極板 8 5 の露出部分を被覆する第 1 の絶縁部材 8 7 と、第 2 の電極板 8 6 の露出部分を被覆する第 2 の絶縁部材 8 9 と、第 1 の電極板 8 5 と第 2 の電極板 8 6 の間に介在する絶縁板である第 3 の絶縁部材 8 8 とからなる。これらはいずれも絶縁性材料であるアルミナやジルコニアなどのセラミックス、またはテフロン（登録商標）などのフッ素樹脂材料で構成するとよい。

【 0 0 7 4 】

第 1 の絶縁部材 8 7 には、ガイドブッシュ受け 8 4 の外形寸法に合致する開口部 8 7 a を設けている。また、第 1 の電極板 8 5 には、第 2 の碍子 8 2 の突出部 8 2 a を嵌入させる孔部 8 5 a を形成し、第 2 の電極板 8 6 にはその突出部 8 2 a から突出する補助電極支持部材 7 2 の細径部 7 2 b を嵌入させる中心孔 8 6 a を設けている。

第 3 の絶縁部材 8 8 にも補助電極支持部材 7 2 の細径部 7 2 b を貫通させる孔部を設けている。この第 3 の絶縁部材 8 8 を載置する第 2 の絶縁部材 8 9 に凹部 8 9 a を設け、そこに第 2 の電極板 8 6 を嵌合させて面一に保持している。

【 0 0 7 5 】

この被膜形成用治具 8 0 を使用する際には、図 2 に示すようにガイドブッシュ 1 1 の中心開口 1 1 j 内に、挿入部材 8 3 と、補助電極および補助電極支持部材 7 2 を保持する第 1 の碍子 8 1 と第 2 の碍子 8 2 を挿入した後、ガイドブッシュ受け 8 4 をネジ部 1 1 f にねじ込んでこれらを固定保持し、このガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b が開口する端面 1 1 h 上にダミー部材を載置固定する。

【 0 0 7 6 】

そして、このガイドブッシュ 1 1 を持って、そのガイドブッシュ受け 8 4 を第 1 の絶縁部材 8 7 の開口部 8 7 a に嵌合させ、図 1 に示すようにそのガイドブッシュ受け 8 4 の底面を第 1 の電極板 8 5 の上面に接触させて、ガイドブッシュ 1 1 を軸線を垂直方向にして第 1 の電極板 8 5 上に載置する。

【 0 0 7 7 】

このとき、ガイドブッシュ受け 8 4 を設けているため、ガイドブッシュ 1 1 と第 1 の電極板 8 5 との接触面積が大きくなる。そのため第 1 の電極板 8 5 に直流電源 7 3 を接続すれば、ガイドブッシュ 1 1 に直流負電圧を安定して印加することができる。なお、このガイドブッシュ受け 8 4 を、第 1 の電極板 8 5 側に固定して設けるようにしてもよい。

【 0 0 7 8 】

この時また、第2の碍子82の突出部82aが第1の電極板85の孔部85aに嵌入する。そして、補助電極支持部材72の細径部72bは、第2の碍子82から下方に突出して、第3の絶縁部材88を貫通し、第2の電極板86の中心孔86aに嵌入する。したがって、補助電極71は、補助電極支持部材72、第2の電極板86、脚部100、及び図示しない真空槽を介して接地されることになる。

【0079】

そして、ガイドブッシュ11の段差部11gに、第1の碍子81と第2の碍子82を介して補助電極71を支持する補助電極支持部材72を保持することにより、ガイドブッシュ11の中心開口11jの中心に正確に補助電極71を配置することができる。

補助電極71がガイドブッシュ11の中心開口11jの中心からずれて配置されると、補助電極71とガイドブッシュ11の内周面11bとの間のプラズマ放電のバランスがくずれ、硬質カーボン膜の膜厚や膜質にばらつきが生じる。

10

【0080】

そこで、ガイドブッシュ11の段差部11gの内径寸法に合うように第1の碍子81と第2の碍子82の外形を設定し、さらにこの碍子81、82の孔部81a、81b、82bで補助電極71を位置規制することにより、ガイドブッシュ11の中心開口11jの中心に補助電極71を正確に配置することができる。そのため、内周面11bに形成される硬質カーボン膜の膜厚や膜質にばらつきが発生しない。

【0081】

さらに、第2の碍子82のガイドブッシュ11から突き出す突出部82aが、前述のように第1の電極板85の孔部85aに嵌合するので、この突出部82aによって、ガイドブッシュ11と補助電極71との絶縁分離を完全に行なうことができる。

20

補助電極71の先端位置は、ダミー部材53を使用する場合には、図示のようにダミー部材53の上端面より1mm～2mm内側になるようにし、ダミー部材53を使用しない場合には、ガイドブッシュ11の上端面11hより1mm～2mm内側になるようにする。

【0082】

また、この被膜形成用治具80において、ガイドブッシュ11に電圧を印加する第1の電極板85は、その露出する面が第1の絶縁部材87で覆われているため、硬質カーボン膜を厚く形成するために長時間の成膜処理を行なっても、第1の電極板85でアーク放電などの異常放電が発生することはない。

30

【0083】

なお、この実施形態では、ガイドブッシュ受け84を設け、その底面が第1の電極板85の上面と接触するようにして、ガイドブッシュ11を第1の電極板85上に載置することにより、その安定性を高めると共にガイドブッシュ11への通電面積を増加させることができるが、このガイドブッシュ受け84を省略して、ガイドブッシュ11を直接第1の電極板85上に載置することも可能である。

【0084】

つぎに、この被膜形成用治具80、あるいは後述する複数のガイドブッシュ用の被膜形成用治具80を用いてガイドブッシュ11の内周面11bに硬質カーボン膜を形成する方法の各実施例について図3乃至図11を用いて説明する。

40

【0085】

〔方法の第1実施例：図3〕

図3は、この発明によるガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法の第1実施例を説明するための装置の断面図である。

この第1実施例では、図3に示すようにガス導入口63と排気口65とを有する真空槽61内に、前述した被膜形成用治具80を用いてガイドブッシュ11を設置する。そのガイドブッシュ11と被膜形成用治具80の各部材との関係は図1に詳細に示したとおりであるから、その説明は省略する。

【0086】

真空槽61は接地されており、第1の電極板85は直流電源73の負極に接続される。

50

この真空槽 6 1 は内部の上方にアノード 7 9 とフィラメント 9 0 を備えており、アノード 7 9 はアノード電源 7 5 に、フィラメント 9 0 はフィラメント電源 7 7 にそれぞれ接続されている。

そして、この真空槽 6 1 内を真空度が 3×10^{-5} torr 以下になるように、図示しない排気手段によって排気口 6 5 から真空排気する。

【 0 0 8 7 】

その後、ガス導入口 6 3 から炭素を含むガスとしてベンゼン (C_6H_6) を真空槽 6 1 内に導入して、真空槽 6 1 内の圧力を 5×10^{-3} torr になるように制御する。

ついで、ガイドブッシュ 1 1 に直流電源 7 3 から第 1 の電極板 8 5 を介してマイナス 3 kV の直流電圧を印加し、さらにアノード 7 9 にはアノード電源 7 5 からプラス 5 0 V の直流電圧を印加し、さらにフィラメント 9 0 にはフィラメント電源 7 7 から 3 0 A の電流が流れるように 1 0 V の交流電圧を印加する。

10

【 0 0 8 8 】

すると、真空槽 6 1 内のガイドブッシュ 1 1 の周囲領域にプラズマが発生して、プラズマ CVD プロセスによって、ガイドブッシュ 1 1 の内周面を含む表面に、水素化アモルファス・カーボンによる硬質カーボン膜が形成される。

【 0 0 8 9 】

この場合、ガイドブッシュ 1 1 の中心開口の中央に補助電極 7 1 が配置されているため、中心開口内の領域において同電位どうしが対向することがなくなるため、異常放電であるホロー放電の発生はなく、ガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b に形成される硬質カーボン膜の密着性が向上する。さらに、ガイドブッシュ 1 1 の中心開口内の長手方向で電位特性が均一になり、硬質カーボン膜の膜厚が、内周面 1 1 b の開口端面側から開口奥側まで均一な膜厚で形成される。

20

【 0 0 9 0 】

この実施例および以下に説明する各実施例でもダミー部材 5 3 を使用しているが、その効果について説明する。

図示の硬質カーボン膜の被膜形成方法においては、ガイドブッシュ 1 1 の内面と外周部とにプラズマが発生する。そして、ダミー部材 5 3 を使用しない場合には、ガイドブッシュ 1 1 の端面に電荷が集中しやすく、ガイドブッシュ 1 1 の内面に比べて端面領域は電荷が高い状態、いわゆるエッジ効果が発生する。

30

【 0 0 9 1 】

ここでは、ガイドブッシュ 1 1 の端面近傍のプラズマ強度は他の領域より大きく、しかも不安定でもある。さらにガイドブッシュ 1 1 の端部領域は、ガイドブッシュ 1 1 内面のプラズマと外周部のプラズマとの双方のプラズマの影響を受けることになる。

【 0 0 9 2 】

そのような状態で硬質カーボン膜を形成すると、ガイドブッシュ 1 1 の開口端面から数 mm 奥側の領域と他の領域とでは、硬質カーボン膜の密着性および膜質が若干異なる。そこで、ガイドブッシュ 1 1 の開口端面にダミー部材 5 3 を配置して硬質カーボン膜を形成すれば、この膜質や密着性が異なる領域はガイドブッシュ 1 1 内面に形成されず、ダミー部材 5 3 の開口内面に形成されることになる。その結果、ガイドブッシュ 1 1 の内面には膜質や密着性が異なる領域はまったく形成されなくなる。

40

【 0 0 9 3 】

また、この実施例によれば、第 1 の電極板 8 5 の露出部分を第 1 の絶縁部材 8 7 で覆っている。そのため、膜形成時間を長くしても、第 1 の電極板 8 5 でアーク放電が発生するようなことがなく、長時間のプラズマ放電が可能となったことにより、ガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b に形成する硬質カーボン膜の厚膜化を達成でき、ガイドブッシュの寿命を大幅に伸ばし、長期使用に対する信頼性を向上させることができる。さらに、ガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b に形成する硬質カーボン膜の膜質と膜厚の再現性も向上する。

【 0 0 9 4 】

さらに、この実施例においては、ガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b の近傍領域に、挿入

50

部材 8 3 を配置している。この挿入部材 8 3 の内径は、ガイドブッシュの中心開口 1 1 j の内周面 1 1 b を形成する部分の内径と略同じである。そのため、ガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b の近傍に段差がなくなる。

【 0 0 9 5 】

すなわち、ガイドブッシュ 1 1 の硬質カーボン膜を形成する内周面 1 1 b およびその近傍と補助電極 7 1 との間の隙間寸法が均一になり、補助電極 7 1 の周囲領域に形成されるプラズマが均一になり、プラズマ放電も安定する。したがって、ガイドブッシュ内周面に形成する硬質カーボン膜の膜厚の均一性と膜質とを向上させることができる。

【 0 0 9 6 】

〔方法の第 2 実施例：図 4〕

図 4 は、この発明によるガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法の第 2 実施例を説明するための装置の断面図である。

この図 4 において、図 3 と対応する部分には同一の符号を付してあり、またガイドブッシュ 1 1 と被膜形成用治具 8 0 の各部材との関係は図 1 に示したとおりであるから、それらの説明は省略する。

【 0 0 9 7 】

この第 2 実施例に使用する真空槽 6 1 は、図 1 に示したアノード 7 9 とフィラメント 9 0 は備えていない。

この真空槽 6 1 内に、前述の第 1 実施例の場合と同様に被膜形成用治具 8 0 を用いて、ガイドブッシュ 1 1 を設置する。

【 0 0 9 8 】

そして、この真空槽 6 1 内を図示しない排気手段によって、真空度が 3×10^{-5} torr 以下になるように、排気口 6 5 から真空排気した後、ガス導入口 6 3 から炭素を含むガスとしてメタンガス (CH₄) を真空槽 6 1 内に導入して、真空度を 0.1 torr になるように調整する。

その後、ガイドブッシュ 1 1 と接続する第 1 の電極板 8 5 に、発振周波数が 13.56 MHz の高周波電源 6 9 からマッチング回路 6 7 を介して高周波電力を印加して、真空槽 6 1 内にプラズマを発生させる。

【 0 0 9 9 】

この第 2 実施例においても、ガイドブッシュ 1 1 の中心開口内に補助電極 7 1 を配置しているので、ガイドブッシュ 1 1 の外周部だけでなく中心開口内にも均一なプラズマが発生し、その内周面 1 1 b に良質の硬質カーボン膜を均一に形成することができる。その他の作用・効果についても前述の第 1 実施例の場合と同様である。

【 0 1 0 0 】

〔方法の第 3 実施例：図 5〕

図 5 は、この発明によるガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法の第 3 実施例を説明するための装置の断面図である。

この図 5 において、図 3 と対応する部分には同一の符号を付してあり、またガイドブッシュ 1 1 と被膜形成用治具 8 0 の各部材との関係は図 1 に示したとおりであるから、それらの説明は省略する。

【 0 1 0 1 】

この第 3 実施例において、図 3 に示した第 1 実施例の硬質カーボン膜の形成方法と相違する点は、真空槽 6 1 の内部にアノード 7 9 及びフィラメント 9 0 を設けないことと、真空槽 6 1 内を真空度が 3×10^{-5} torr 以下になるように真空排気した後、ガス導入口 6 3 から炭素を含むガスとしてメタンガス (CH₄) を真空槽 6 1 内に導入して、真空度を 0.1 torr になるように調整することと、ガイドブッシュ 1 1 に接続する第 1 の電極板 8 5 に直流電源 7 4 からマイナス 600 V の直流電圧を印加して、真空槽 6 1 内にプラズマを発生させることである。

【 0 1 0 2 】

この第 3 実施例においても、ガイドブッシュ 1 1 の内周面 1 1 b に良質の硬質カーボン膜

10

20

30

40

50

を均一に形成することができる。その他の作用・効果についても、前述の各実施例の場合と同様である。

【0103】

〔方法の第4実施例：図6〕

つぎに、図6から図8によって、複数の被膜形成治具80を用いて複数のガイドブッシュの内周面に同時に硬質カーボン膜を形成する方法の実施例を説明する。

【0104】

図6に示す第4実施例は、図3によって説明した第1実施例と同じプラズマ発生方法によるものである。そして、一つの真空槽61内に複数（図では2組）の被膜形成治具80、80を用いて複数のガイドブッシュ11、11を設置し、その各被膜形成用治具80、80の第1の電極板85、85に、それぞれ独立した直流電源73、73から、マイナス3kVの直流電圧を印加するようにしたこと以外は、図3の第1実施例の場合と同じである。

10

【0105】

このように、それぞれに独立した直流電源73、73から、各ガイドブッシュ11、11に直流負電圧を印加することにより、プラズマ放電の独立性を高めることができ、プラズマ放電間の干渉がなく、各ガイドブッシュ11の中心開口内におけるプラズマ放電が安定する。したがって、各ガイドブッシュ11の内周面11bに形成される硬質カーボン膜の膜厚のばらつきが少なく、膜質や密着性を向上させることができる。

【0106】

20

この実施例によれば、複数のガイドブッシュ11の各内周面11bに、同時に良質の硬質カーボン膜を均一に形成することができる。その他の作用・効果については前述の第1実施例の場合と同様である。

なお、一つの真空槽61内で、2個のガイドブッシュ11の内周面11bに同時に硬質カーボン膜を形成する例を示したが、3個以上のガイドブッシュ11の内周面11bに同時に硬質カーボン膜を形成することもできる。

【0107】

〔方法の第5実施例：図7〕

図7に示す第5実施例は、図4によって説明した第2実施例と同じプラズマ発生方法によるものである。そして、一つの真空槽61内に複数（図では2組）の被膜形成治具80、80を用いて複数のガイドブッシュ11、11を設置し、その各被膜形成用治具80、80の第1の電極板85、85に、それぞれ独立した高周波電源69、69から、それぞれマッチング回路67、67を介して周波数が13.56MHzの高周波電力を印加するようにしたこと以外は、図4の第2実施例の場合と同じである。

30

【0108】

この実施例においても、それぞれに独立した高周波電源69、69から各ガイドブッシュ11、11に高周波電力を印加することにより、プラズマ放電の独立性を高めることができ、プラズマ放電間の干渉がなく、各ガイドブッシュ11の中心開口内におけるプラズマ放電が安定し、前述の第4実施例と同等な効果がある。

【0109】

40

この実施例によっても、複数のガイドブッシュ11の各内周面11bに、同時に良質の硬質カーボン膜を均一に形成することができる。その他の作用・効果については前述の第2実施例の場合と同様である。

【0110】

〔方法の第6実施例：図8〕

図8に示す第6実施例は、図5によって説明した第3実施例と同じプラズマ発生方法によるものである。そして、一つの真空槽61内に複数（図では2組）の被膜形成治具80、80を用いて複数のガイドブッシュ11、11を設置し、その各被膜形成用治具80、80の第1の電極板85、85に、それぞれ独立した直流電源74、74からマイナス600Vの直流電圧を印加するようにしたこと以外は、図5の第3実施例の場合と同じであ

50

る。

【0111】

この実施例においても、それぞれに独立した直流電源74, 74から各ガイドブッシュ11, 11に直流正電圧を印加することにより、プラズマ放電の独立性を高めることができ、プラズマ放電間の干渉がなく、各ガイドブッシュ11の中心開口内におけるプラズマ放電が安定し、前述の第4実施例と同等な効果がある。

【0112】

この実施例によっても、複数のガイドブッシュ11の各内周面11bに、同時に良質の硬質カーボン膜を均一に形成することができる。その他の作用・効果については前述の第3実施例の場合と同様である。

10

【0113】

〔複数のガイドブッシュ用の被膜形成用治具：図9, 図10, 図11〕

図9乃至図11に示す複数のガイドブッシュの内周面に同時に硬質カーボン膜を形成する方法に使用する被膜形成用治具80は、複数のガイドブッシュ11, 11の内周面11bを形成する中心開口内にそれぞれ挿入されるロッド状の複数の補助電極71, 71と、その各補助電極71, 71をそれぞれ支持する複数の補助電極支持部材72, 72と、各ガイドブッシュ71, 71の中心開口内の段差部に嵌入され、各補助電極支持部材72, 72を各ガイドブッシュ11, 11に固定する複数組の碍子(補助電極絶縁部材)81, 81, 82, 82とを備えている。

【0114】

また、複数のガイドブッシュ受け84, 84と、複数のガイドブッシュ11, 11に挿入される複数の挿入部材83, 83と、各ガイドブッシュ11, 11の開口端面上に載置される複数のダミー部材53, 53も備えている。これらは、前述した被膜形成用治具80の各部材と同じである。

20

これらの、各部材は2個ずつに限らず、同時に設置し得るガイドブッシュ11の数に対応する数だけ備える。

【0115】

さらに、この被膜形成用治具80は、複数のガイドブッシュ11, 11をそれぞれ軸線を垂直方向にして電氣的に導通させて載置する導電材料からなる共通の第1の電極板85と、真空槽61内でその底面上に載置される導電材料からなる共通の脚部100と、その脚部100と一体的に設けられ各補助電極支持部材72, 72の細径部を嵌入させる導電材料からなる共通の第2の電極板86と、第1の電極板85と第2の電極板86とを絶縁して脚部100に固定する共通の絶縁部材87, 88, 89とを備えている。

30

第1の絶縁部材87には、複数のガイドブッシュ受け84, 84を嵌入させる複数の開口部を設けている。

【0116】

〔方法の第7実施例：図9〕

つぎに、上述した被膜形成用治具80を用いて複数のガイドブッシュの内周面に同時に硬質カーボン膜を形成する方法の実施例を説明する。

40

図9は、この発明によるガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法の第7実施例を説明するための装置の断面図である。この図9において、図6と対応する部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略する。

【0117】

この第7実施例は、複数のガイドブッシュ用の被膜形成用治具80を用いて、真空槽61内に複数のガイドブッシュ11, 11を設置し、共通の直流電源73から、共通の第1の電極板85を通して各ガイドブッシュ11, 11にマイナス3kVの直流電圧を印加するようにした以外は、図6に示した第4実施例と同じである。

【0118】

したがって、その作用・効果も第4実施例とほとんど同じであるが、被膜形成用治具の真

50

真空槽内 6 1 に固設する部材を複数のガイドブッシュ 1 1 に対して共通にし、各ガイドブッシュ 1 1 にマイナス 3 k V の直流電圧を印加する直流電源 7 3 も共通にしたので、より安価に効率よく、多数のガイドブッシュの内周面に同時に硬質カーボン膜を形成することができる。

【 0 1 1 9 】

〔方法の第 8 実施例：図 1 0〕

図 1 0 は、この発明によるガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法の第 8 実施例を説明するための装置の断面図である。この図 1 0 において、図 7 と対応する部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略する。

【 0 1 2 0 】

この第 8 実施例は、複数のガイドブッシュ用の被膜形成用治具 8 0 を用いて、真空槽 6 1 内に複数のガイドブッシュ 1 1 , 1 1 を設置し、共通の高周波電源 6 9 から、共通のマッチング回路 6 7 と第 1 の電極板 8 5 を通して各ガイドブッシュ 1 1 , 1 1 に高周波電力を印加するようにした以外は、図 7 に示した第 5 実施例と同じである。

【 0 1 2 1 】

したがって、その作用・効果も第 5 実施例とほとんど同じであるが、被膜形成用治具の真空槽内 6 1 に固設する部材を複数のガイドブッシュ 1 1 に対して共通にし、各ガイドブッシュ 1 1 に高周波電力を印加する高周波電源 6 9 およびマッチング回路 6 7 も共通にしたので、より安価に効率よく、多数のガイドブッシュの内周面に同時に硬質カーボン膜を形成することができる。

【 0 1 2 2 】

〔方法の第 9 実施例：図 1 1〕

図 1 1 は、この発明によるガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法の第 9 実施例を説明するための装置の断面図である。この図 1 1 において、図 8 と対応する部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略する。

【 0 1 2 3 】

この第 9 実施例は、複数のガイドブッシュ用の被膜形成用治具 8 0 を用いて、真空槽 6 1 内に複数のガイドブッシュ 1 1 , 1 1 を設置し、共通の直流電源 7 4 から、共通の第 1 の電極板 8 5 を通して各ガイドブッシュ 1 1 , 1 1 にマイナス 6 0 0 V の直流電圧を印加するようにした以外は、図 8 に示した第 6 実施例と同じである。

【 0 1 2 4 】

したがって、その作用・効果も第 6 実施例とほとんど同じであるが、被膜形成用治具の真空槽内 6 1 に固設する部材を複数のガイドブッシュ 1 1 に対して共通にし、各ガイドブッシュ 1 1 にマイナス 6 0 0 V の直流電圧を印加する直流電源 7 4 も共通にしたので、より安価に効率よく、多数のガイドブッシュの内周面に同時に硬質カーボン膜を形成することができる。

【 0 1 2 5 】

〔補足説明〕

以上の図 3 乃至図 1 1 を用いて説明したこの発明による硬質カーボン膜の形成方法においては、炭素を含むガスとしてメタンガスやベンゼンガスを用いる実施例を説明したが、メタン以外にエチレンなどの炭素を含むガスや、あるいはヘキサンなどの炭素を含む液体の蒸発蒸気も使用することができる。

さらに、炭素を含むガスであるメタンガスやベンゼンガスやエチレンガスにアルゴン (Ar) ガス、窒素 (N₂) ガス、ヘリウム (He) ガス、水素 (H₂) ガス等を添加してもよい。

【 0 1 2 6 】

このように、炭素を含むガスにアルゴンガスや窒素ガスを添加すると、膜形成速度を制御することができる。それらによって、硬質カーボン膜を緻密化することができ、さらに窒素やアルゴンによって硬質カーボン膜の表面をスパッタし、密着性や膜質が悪い硬質カーボン膜を除去することができ、膜質が向上する。さらに炭素を含むガスに水素を添加すると、炭素のダングリングボンドを水素で埋めることができ、硬質カーボン膜の膜質を向上

10

20

30

40

50

させる効果がある。

【 0 1 2 7 】

【 発明の効果 】

以上説明してきたように、この発明による被膜形成用治具を使用して、この発明による方法でガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成すれば、膜質のよい硬質カーボン膜をガイドブッシュの内周面に密着性よく容易に形成することができ、それによってガイドブッシュの耐久性を飛躍的に高めることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 この発明による被膜形成治具の最良の実施形態の構造を使用状態で示す断面図である。

10

【 図 2 】 同じくそのガイドブッシュに装着される部材のみを示す断面図である。

【 図 3 】 この発明によるガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法の第 1 実施例を説明するための装置の断面図である。

【 図 4 】 同じく第 2 実施例を説明するための装置の断面図である。

【 図 5 】 同じく第 3 実施例を説明するための装置の断面図である。

【 図 6 】 同じく第 4 実施例を説明するための装置の断面図である。

【 図 7 】 同じく第 5 実施例を説明するための装置の断面図である。

【 図 8 】 同じく第 6 実施例を説明するための装置の断面図である。

【 図 9 】 この発明による被膜形成用治具の他の実施形態の構造とそれを使用したこの発明によるガイドブッシュの内周面に硬質カーボン膜を形成する方法の第 7 実施例を説明するための装置の断面図である。

20

【 図 1 0 】 同じく第 8 実施例を説明するための装置の断面図である。

【 図 1 1 】 同じく第 9 実施例を説明するための装置の断面図である。

【 図 1 2 】 この発明の方法によって内周面に硬質カーボン膜を形成したガイドブッシュの一例を示す縦断面図である。

【 図 1 3 】 同じくその斜視図である。

【 図 1 4 】 固定型のガイドブッシュ装置を設けた自動旋盤の主軸近傍のみを示す断面図である。

【 図 1 5 】 回転型のガイドブッシュ装置を設けた自動旋盤の主軸近傍のみを示す断面図である。

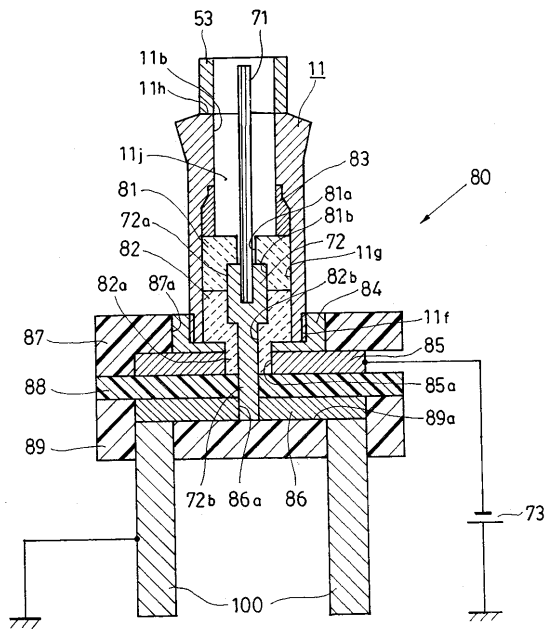
30

【 符号の説明 】

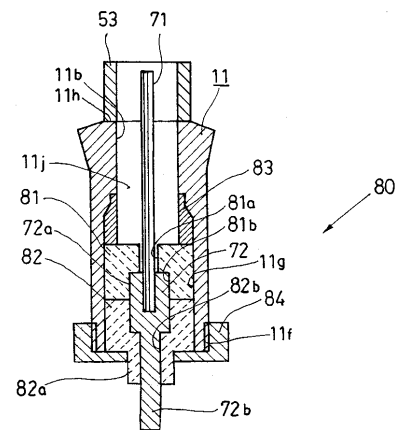
1 1 : ガイドブッシュ 1 1 a : 外周テーパ面
 1 1 b : 内周面 1 1 c : 摺り割り 1 1 d : バネ部
 1 1 e : 嵌合部 1 1 f : ネジ部 1 1 g : 段差部
 1 1 h : 端面 1 1 j : 中心開口
 5 3 : ダミー部材 6 1 : 真空槽
 6 3 : ガス導入口 6 5 : 排気口
 6 7 : マッチング回路 6 9 : 高周波電源
 7 1 : 補助電極 7 2 : 補助電極支持部材
 7 3 , 7 4 : 直流電源 7 5 : アノード電源
 7 7 : フィラメント電源 7 9 : アノード
 8 0 , 8 0 : 被膜形成用治具
 8 1 : 第 1 の碍子 8 2 : 第 2 の碍子
 8 3 : 挿入部材 8 4 : ガイドブッシュ受け
 8 5 , 8 5 : 第 1 の電極板 8 6 , 8 6 : 第 2 の電極板
 8 7 , 8 7 : 第 1 の絶縁部材
 8 8 , 8 8 : 第 3 の絶縁部材
 8 9 , 8 9 : 第 2 の絶縁部材
 9 0 : フィラメント 1 0 0 , 1 0 0 : 脚部

40

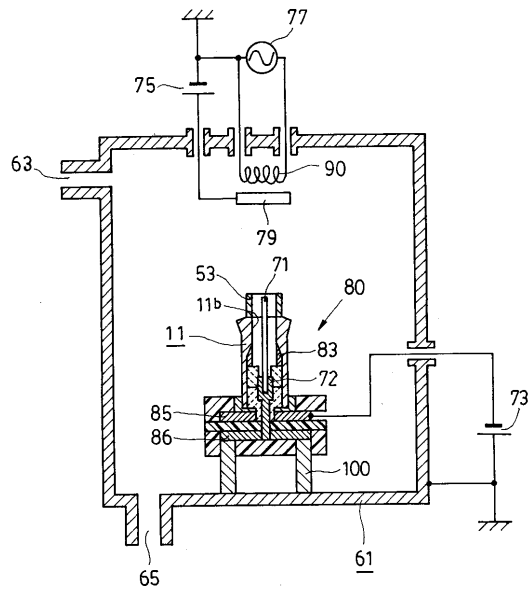
【図 1】



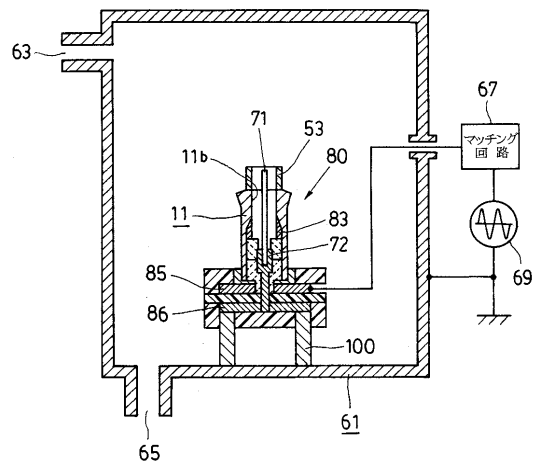
【図 2】



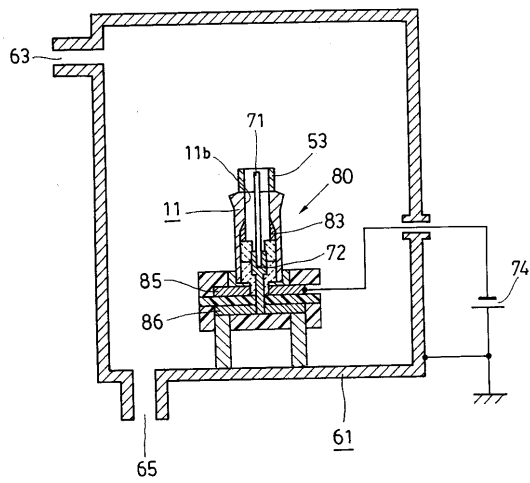
【図 3】



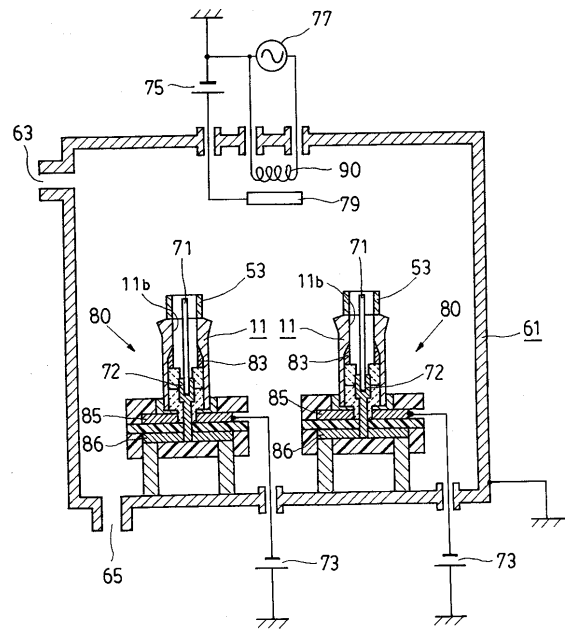
【図 4】



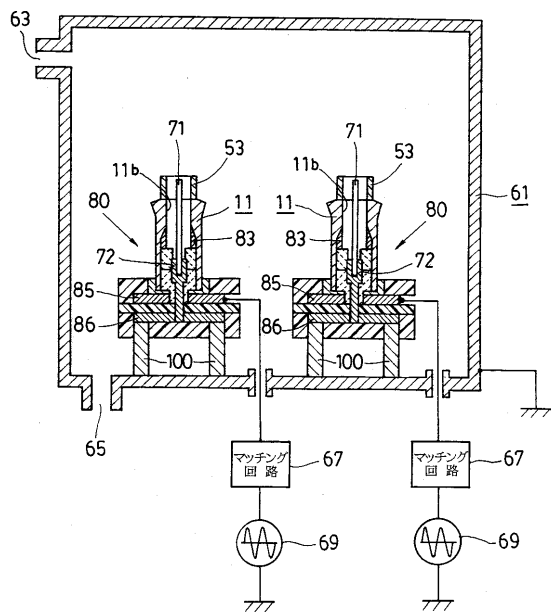
【図 5】



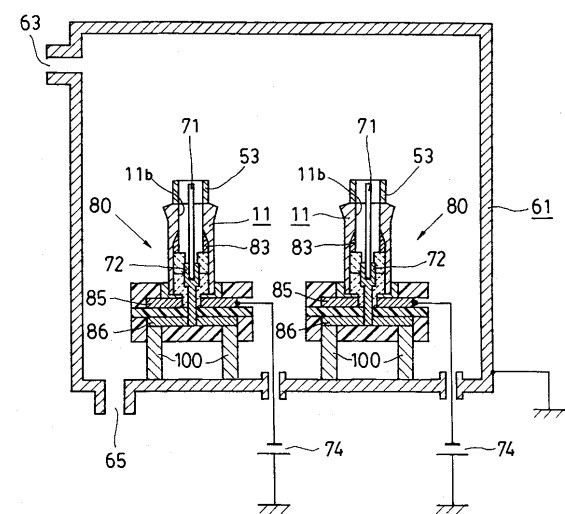
【図 6】



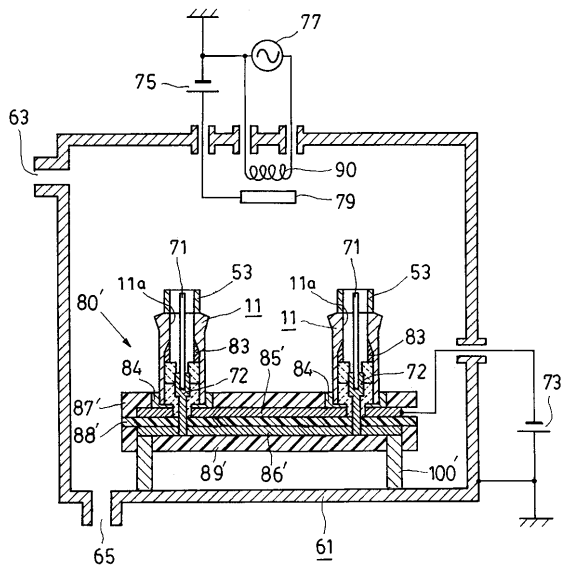
【図 7】



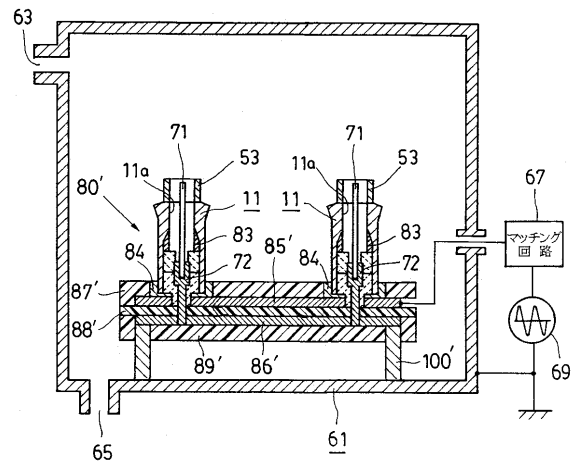
【図 8】



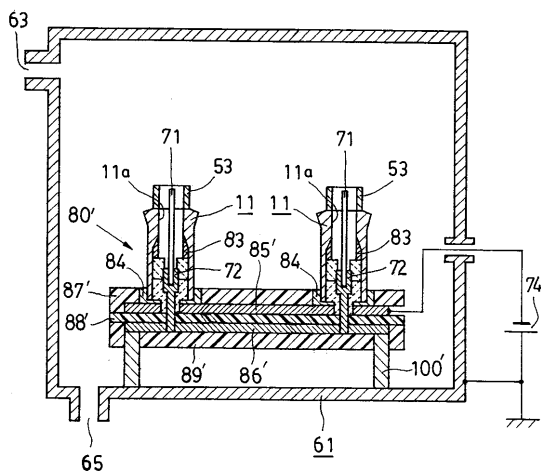
【図 9】



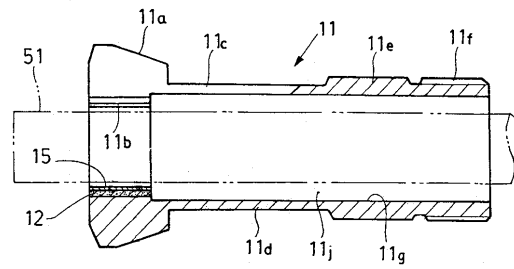
【図 10】



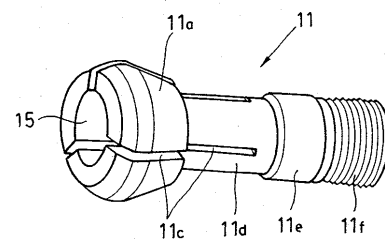
【図 11】



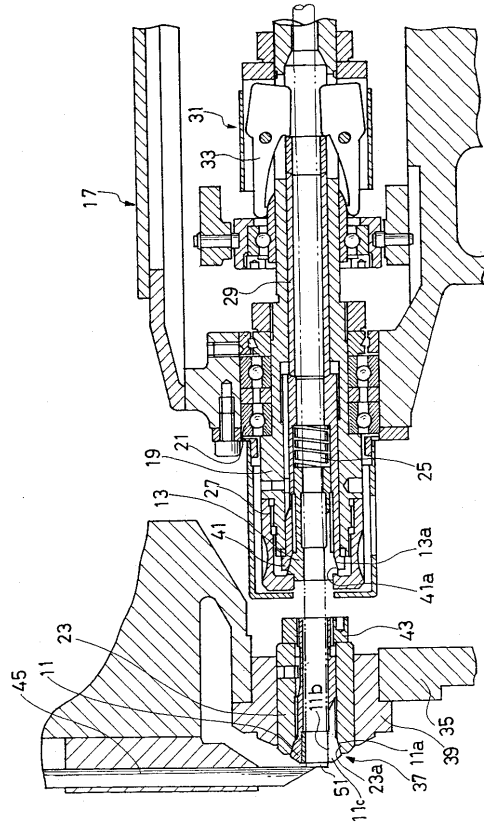
【図 12】



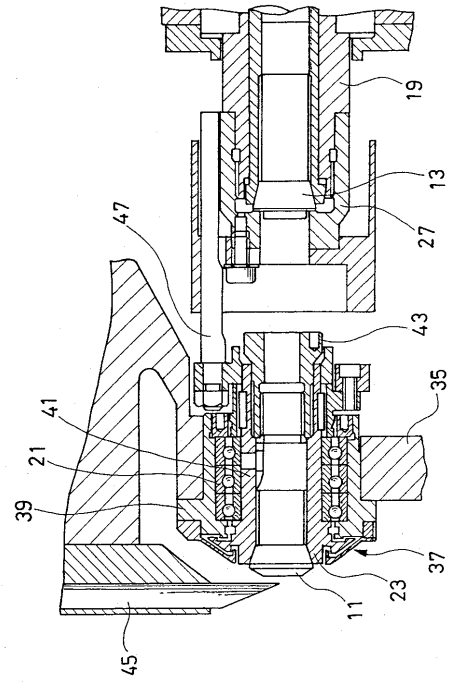
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

- (72)発明者 戸井田 孝志
埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シチズン時計株式会社所沢事業所内
- (72)発明者 関根 敏一
東京都田無市本町6丁目1番12号 シチズン時計株式会社田無製造所内

審査官 横山 敏志

- (56)参考文献 特開昭62-284081(JP,A)
特開平04-141303(JP,A)
特開平06-279998(JP,A)
特開平10-121249(JP,A)
特開平10-168582(JP,A)
特開平10-280145(JP,A)
特開平10-328904(JP,A)
特開2000-176704(JP,A)
特開2003-327248(JP,A)
国際公開第96/28270(WO,A1)
国際公開第98/06885(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C16/00-16/56
B23B13/12