

(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2014-201392

(P2014-201392A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B65H 5/06 (2006.01)</b>	B65H 5/06 C	2H171
<b>F16C 19/06 (2006.01)</b>	F16C 19/06	3F049
<b>F16C 33/64 (2006.01)</b>	F16C 33/64	3J103
<b>F16C 13/02 (2006.01)</b>	F16C 13/02	3J701
<b>G03G 15/00 (2006.01)</b>	G03G 15/00 550	4K030

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-77858 (P2013-77858)  
 (22) 出願日 平成25年4月3日 (2013.4.3)

(71) 出願人 000001247  
 株式会社ジェイテクト  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 (74) 代理人 100087701  
 弁理士 稲岡 耕作  
 (74) 代理人 100101328  
 弁理士 川崎 実夫  
 (74) 代理人 100137062  
 弁理士 五郎丸 正巳  
 (72) 発明者 松尾 和昭  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内  
 (72) 発明者 鈴木 雅裕  
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号  
 株式会社ジェイテクト内  
 最終頁に続く

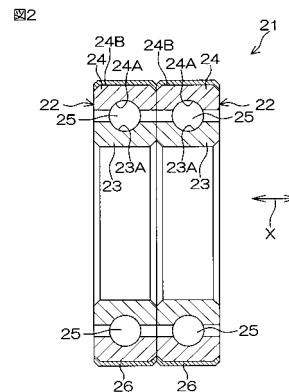
(54) 【発明の名称】 ローラおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 転がり軸受の外周面によって摺動面が形成され、かつその摺動面が優れた耐摩耗性および摺動性を有するローラおよびその製造方法を提供すること。

【解決手段】 ピンチローラ 21 は、2つの転がり軸受 22 を備える。各転がり軸受 22 は、たとえば小型の深溝玉軸受である。各転がり軸受 22 は、内周が支持軸 28 に外嵌固定された内輪 23 と、外輪 24 と、内輪 23 と外輪 24 との間に介在する転動体 25 とを含む。外輪 24 の外周面 24 B が用紙に摺動する。外輪 24 の外周面 24 B の全域は、DLC 皮膜 26 によって被覆されている。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

用紙の搬送のために用いられるローラであって、

前記ローラが、内輪と、外輪と、これら内外輪間に配置された複数の転動体とを含む転がり軸受を含み、

前記外輪の外周面が、前記用紙と摺動する前記ローラの摺動面として機能し、

前記外輪の外周面は、軸方向中央の中央領域、前記中央領域よりも軸方向の一方側に配置されて前記中央領域よりも表面が粗い一方側領域、および前記中央領域よりも軸方向の他方側に配置されて前記中央領域よりも表面が粗い他方側領域を含み、

前記外輪の前記外周面の全域が、ダイヤモンドライクカーボン皮膜によって被覆されている、ローラ。 10

## 【請求項 2】

外周面にダイヤモンドライクカーボン皮膜によって被覆された外輪を有し、用紙の搬送のために用いられるローラの製造方法であって、

処理室内に少なくとも炭素系化合物を含む原料ガスを導入しつつ、直流パルス電圧を鋼製の外輪基材に印加する直流パルスプラズマ CVD 法により、前記外輪基材の外周面に前記ダイヤモンドライクカーボン皮膜を形成する皮膜形成工程を含む、ローラの製造方法。

## 【請求項 3】

前記皮膜形成工程に先立って実行され、前記処理室内において、複数の前記外輪基材を、支持棒に外挿させて軸方向に積層配置する積層配置工程をさらに含み、 20

前記皮膜形成工程は、軸方向に積層配置された前記複数の外輪基材に直流パルス電圧を印加する工程を含む、請求項 2 に記載のローラの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、ローラおよびその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

画像形成装置等で搬送ローラとして用いられるピンチローラは、小型の従動ローラである。特許文献 1 には、画像形成装置の排紙機構や用紙搬送機構に搭載されて、駆動ローラとの間で用紙を挟持しつつ当該用紙を搬送するピンチローラが開示されている。 30

また、特許文献 2 には、真空装置に搭載される真空領域用搬送ローラが開示されている。この真空領域用搬送ローラは、転がり軸受の外輪によって構成されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 228867 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 23965 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】 40

## 【0004】

ピンチローラに、転がり軸受を組み込むことが検討されている。

図 8 は、ピンチローラ 100 が搭載された用紙搬送機構 101 の構成を模式的に示す断面図である。

図 8 に示すように、ピンチローラ 100 は、転がり軸受 102 と樹脂成形品からなる外周リング 103 とを組み合わせて一体化させている。転がり軸受 102 の内輪 104 は、たとえば用紙搬送機構 101 内の所定位置に取り付けられた支持軸 108 に外嵌固定されている。

## 【0005】

転がり軸受 102 の外輪 105 には、当該外輪 105 を覆うように外周リング 103 が 50

圧入により外嵌され、これにより外周リング 103 が外輪 105 に固定されている。このようなピンチローラ 100 では、外周リング 103 が駆動ローラ 107 に弾性的に押し付けられ、外周リング 103 の外周面 103A と駆動ローラ 107 との間に用紙 P が挟持される。そして、駆動ローラ 107 の回転に伴ってピンチローラ 100 が回転し、用紙 P を搬送する。すなわち、ピンチローラ 100 の外周面が、用紙 P に摺動する摺動面として機能する。そのため、外周リング 103 の材料には、たとえば、摺動性に優れた P T F E (polytetrafluoroethylene) が採用される。

#### 【0006】

ところが、外周リング 103 の材料として用いられる P T F E は、優れた摺動性を有するものの、耐摩耗性は劣る。そのため、用紙 P の搬送に伴う外周リング 103 の外周面 103A と用紙 P との摺動により、外周リング 103 の外周面が徐々に削れてしまう。したがって、長期間の使用はできず、定期的に交換する必要がある。

本願発明者らは、ローラ（ピンチローラ）の長寿命化を図るため、転がり軸受を樹脂製の外周リングと一体化させるのではなく、転がり軸受そのものをローラとして使用することを検討している。この場合、通常鋼により形成される外輪の外周面は摺動性が悪いので、外輪の外周面を皮膜で被覆することを検討している。外輪の外周面を被覆する皮膜は、優れた耐摩耗性および摺動性を有していることが望ましい。

#### 【0007】

そこで、この発明の目的は、転がり軸受の外周面によって摺動面が形成され、かつその摺動面が優れた耐摩耗性および摺動性を有するローラおよびその製造方法を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

前記の目的を達成するための請求項 1 に記載の発明は、用紙（P）の搬送のために用いられるローラ（21）であって、前記ローラが、内輪（23）と、外輪（24）と、これら内外輪間に配置された複数の転動体（25）とを含む転がり軸受（22）を含み、前記外輪の外周面（24B）が、前記用紙と摺動する前記ローラの摺動面として機能し、前記外輪の外周面は、軸方向中央の中央領域（29）、前記中央領域よりも軸方向（X）の一方側に配置されて前記中央領域よりも表面が粗い一方側領域（30A）、および前記中央領域よりも軸方向の他方側に配置されて前記中央領域よりも表面が粗い他方側領域（30B）を含み、前記外輪の前記外周面の全域が、ダイヤモンドライクカーボン皮膜（26）によって被覆されている、ローラである。

#### 【0009】

なお、この項において、括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素の参照符合を表すものであるが、これらの参照符号により特許請求の範囲を実施形態に限定する趣旨ではない。

この構成によれば、ダイヤモンドライクカーボン皮膜によって被覆された外輪の外周面が、用紙と摺動するローラの摺動面として機能する。ダイヤモンドライクカーボン皮膜は、優れた耐摩耗性および摺動性を有している。そのため、摺動面が優れた耐摩耗性および摺動性を有するローラを提供することができる。

#### 【0010】

また、外輪の外周面において、一方側領域および他方側領域が中央領域よりも表面が粗い。表面が粗くなるのに従って、ダイヤモンドライクカーボン皮膜の当該表面への密着性が高い。そのため、外輪の外周面においては、中央領域よりも、一方側領域および他方側領域の方が、密着性がより一層高い。これにより、ダイヤモンドライクカーボン皮膜を、外輪の外周面に強固に保持させておくことができる。

#### 【0011】

前記の目的を達成するための請求項 2 に記載の発明は、外周面（24B）にダイヤモンドライクカーボン皮膜（26）によって被覆された外輪（24）を有し、用紙（P）の搬送のために用いられるローラ（21）の製造方法であって、処理室（3）内に少なくとも

10

20

30

40

50

炭素系化合物を含む原料ガスを導入しつつ、直流パルス電圧を鋼製の外輪基材（240）に印加する直流パルスプラズマCVD法により、前記外輪基材の外周面に前記ダイヤモンドライクカーボン皮膜を形成する皮膜形成工程を含む、ローラの製造方法である。

【0012】

この発明の方法によれば、直流パルスプラズマCVD法により、前記の外輪基材の外周面にダイヤモンドライクカーボン皮膜を形成する。

ダイヤモンドライクカーボン皮膜の形成のための処理温度が、約400の焼戻し温度を超えると、鋼製の外輪基材に悪影響を及ぼすおそれがある。

これに対し、この発明の方法では、直流パルスプラズマCVD法を採用するので、処理温度が400未満（たとえば200以下）になる。これにより、鋼製の外輪基材に悪影響を及ぼすことなく、外輪基材の外周面にダイヤモンドライクカーボン皮膜を形成することができる。

10

【0013】

請求項3に記載の発明は、前記皮膜形成工程に先立って実行され、前記処理室内において、複数の前記外輪基材を、支持棒（31）に外挿させて軸方向（X）に積層配置する積層配置工程をさらに含み、前記皮膜形成工程は、軸方向に積層配置された前記複数の外輪基材に直流パルス電圧を印加する工程を含む、請求項2に記載のローラの製造方法である。

【0014】

この発明の方法によれば、複数の外輪基材が支持棒に外挿されることにより、当該複数の外輪基材が積層配置される。複数の外輪基材を積層配置するので、複数の外輪基材に対して一括して皮膜を形成することができる。

20

ところで、外輪基材の外輪軌道面にダイヤモンドライクカーボン皮膜が形成されると、外輪軌道面の面圧が高くなり、異音の原因になるばかりかその周囲にゴミが発生するおそれがある。そのため、外輪基材の外輪軌道面にダイヤモンドライクカーボン皮膜が形成されないように、ダイヤモンドライクカーボン皮膜の形成時に治具などを用いることが考えられる。

【0015】

これに対し、この発明の方法によれば、複数の外輪基材が支持棒に外挿されて、軸方向に積層配置される。保持される外輪基材の内周面（外輪軌道面を含む）と、支持棒の外周面との間の間隔は、たとえば微小間隔である。そのため、外輪基材の内周面（外輪軌道面を含む）の周囲には、イオンシース（図示しない）が形成されない。そのため、ダイヤモンドライクカーボン皮膜の形成時に、外輪基材の外輪軌道面にダイヤモンドライクカーボン皮膜は形成されない。したがって、ダイヤモンドライクカーボン皮膜を、外輪基材の外輪軌道面に形成させることなく外輪基材の外周面に形成させることを、治具等を用いることなく実現することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態に係るローラが適用されるピンチローラが搭載された用紙搬送機構の構成を模式的に示す断面図である。

40

【図2】図1に示すピンチローラの断面図である。

【図3】図2の要部を拡大して示す断面図である。

【図4】DLC皮膜の形成の前後の状態をそれぞれ示す外輪の斜視図である。

【図5】本発明の製造方法に用いるプラズマCVD装置の構成を模式的に示す図である。

【図6】図5に示す外輪保持部の構成を模式的に示す断面図である。

【図7】図5に示すプラズマCVD装置のプラズマ電源から外輪基材に印加される直流パルス電圧の波形の一例を示すグラフである。

【図8】ピンチローラが搭載された用紙搬送機構の構成を模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

50

以下では、本発明の実施形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係るローラが適用されるピンチローラ 21 が搭載された用紙搬送機構 20 の構成を模式的に示す断面図である。

用紙搬送機構 20 は、プリンタや複写機を含む画像形成装置に搭載されている。用紙搬送機構 20 は、一对の搬送ローラとして、ゴム製の駆動ローラ 27 と、従動ローラとして機能するピンチローラ 21 とを備えている。駆動ローラ 27 とピンチローラ 21 との間を用紙 P が通る。

#### 【0018】

ピンチローラ 21 は小型であり、用紙搬送機構 20 の所定位置に突設された支持軸 28 (図 2 参照) に、回転自在に取り付けられている。換言すると、ピンチローラ 21 は空転状態にある。ピンチローラ 21 は、付勢部材 (図示しない) によって、駆動ローラ 27 に弾性的に押圧されている。そのため、ピンチローラ 21 は駆動ローラ 27 を一定の力で押圧している。このような押圧力により、駆動ローラ 27 とピンチローラ 21 との間を用紙 P が挟持される。また、駆動ローラ 27 の回転に伴って、ピンチローラ 21 が従動回転することにより、用紙 P が搬送方向に向けて搬送される。

10

#### 【0019】

図 2 は、ピンチローラ 21 の断面図である。

ピンチローラ 21 は、2 つの転がり軸受 22 を備える。2 つの転がり軸受 22 は、軸方向 X に隣接して並置されており、互いに共通する諸元を有している。

各転がり軸受 22 は、たとえば小型 (直径が 20 ~ 40 mm) の深溝玉軸受である。各転がり軸受 22 は、内周が支持軸 28 に外嵌固定された内輪 23 と、外輪 24 と、内輪 23 と外輪 24 との間に介在する複数の転動体 25 とを含む。内輪 23、外輪 24 および転動体 25 は、鋼 (軸受鋼) などを用いて形成されている。内輪 23 の外周の軸方向 X の中央部には、転動体 25 を転走させるための内輪軌道面 23A が形成されている。外輪 24 の内周の軸方向 X の中央部には、転動体 25 を転走させるための外輪軌道面 24A が形成されている。なお、図 2 では、転がり軸受 22 として深溝玉軸受を採用しているが、これに代えてアンギュラ型の玉軸受を採用してもよく、その他、円筒ころ軸受や円すいころ軸受等を用いてもよい。

20

#### 【0020】

ピンチローラ 21 の外周面は、2 つの外輪 24 の外周面 24B を含む。そのため、2 つの外輪 24 の外周面 24B が、駆動ローラ 27 (図 1 参照) の外周や用紙 P (図 1 参照) と接触する。外輪 24 の外周面 24B の全域は、ダイヤモンドライクカーボン (以下、「DLC」という。) 皮膜 26 によって被覆されている。DLC 皮膜 26 の膜厚は、たとえば約 3 μm である。DLC 皮膜 26 によって被覆された外輪 24 の外周面が、用紙 P に摺動する、ピンチローラ 21 の摺動面として機能する。DLC 皮膜 26 は、優れた耐摩耗性および摺動性を有している。そのため、ピンチローラ 21 の摺動面は、優れた耐摩耗性および摺動性を呈する。

30

#### 【0021】

図 3 は、図 2 の要部を拡大して示す断面図である。

外輪 24 の外周面 24B は、軸方向 X の一方側 (図 3 に示す左側) の一方端領域 (一方側領域) 30A と、軸方向 X の他方側 (図 3 に示す右側) の他方端領域 (他方側領域) 30B と、それら端領域 30A、30B を除く円筒状の中央領域 29 とを含む。この実施形態では、一方端領域 30A および他方端領域 30B は、R 状またはテーパ状の面取り部分である。

40

#### 【0022】

外周面 24B の中央領域 29 には、研磨による鏡面加工が施されている。そのため、中央領域 29 の表面における、触針式の表面粗さ測定に基づく算術平均粗さ Ra はたとえば 0.20 μm である。これに対し、外周面 24B の一方端領域 30A および他方端領域 30B は、研磨による加工がされていない。そのため、一方端領域 30A および他方端領域 30B の表面における、触針式の表面粗さ測定に基づく算術平均粗さ Ra はたとえば 6 .

50

3 μmである。すなわち、一方端領域30Aおよび他方端領域30Bは、中央領域29よりも表面が粗い。外輪24の外周面24Bにおいて、中央領域29および一方端領域30A、他方端領域30Bを含む全域が、DLC皮膜26によって被覆されている。

#### 【0023】

外輪24の外周面24Bにおいて、一方端領域30Aおよび他方端領域30Bが、中央領域29よりも表面が粗い。表面が粗くなるのに従って、DLC皮膜26の当該表面への密着性が高い。そのため、外輪24の外周面24Bにおいては、中央領域29よりも、一方端領域30Aおよび他方端領域30Bの方が、密着性がより一層高い。これにより、DLC皮膜26を、外輪24の外周面24Bに強固に保持させることができる。

#### 【0024】

なお、外輪24の端面24Cや、外輪軌道面24Aを含む外輪24の内周面には、DLC皮膜は配置されていない。

図4は、DLC皮膜26の形成の前後の状態をそれぞれ示す外輪の斜視図である。

このような外輪24は、プラズマCVD装置1における直流パルスプラズマCVD法の実施により、外輪基材240の外周面24BにDLC皮膜26が配置されることにより、製造される。なお、この明細書において、外輪基材240とは、外周面24BにDLC皮膜26を配置する前の状態の外輪24のことをいう。

#### 【0025】

図5は、本発明の外輪24の製造方法に用いるプラズマCVD装置1の構成を模式的に示す図である。このプラズマCVD装置1を用いて、直流パルスプラズマCVD法により外輪24を製造することができる。

プラズマCVD装置1は、隔壁2で取り囲まれた処理室3と、基台5と、処理室3内に原料ガスを導入するためのガス導入管6と、処理室3内を真空排気するための排気系7と、処理室3内に導入されたガスをプラズマ化させるための直流パルス電圧を発生させるプラズマ電源8とを備えている。プラズマCVD装置1は、直流パルスプラズマCVD(Direct Current Plasma Chemical Vapor Deposition)法を実施するための装置である。

#### 【0026】

基台5は、水平の上面を有する平板状のプレート9と、プレート9上に設けられた複数(たとえば4つ。図5には2つのみ図示)外輪保持部10とを備えている。外輪保持部10は鉛直方向に延びる支持棒31を有している。プレート9および外輪保持部10は、全体が銅などの導電材料を用いて形成されている。基台5にはプラズマ電源8の負極が接続されている。

#### 【0027】

また、処理室3の隔壁2は、ステンレス鋼等の導電材料を用いて形成されている。隔壁2には、プラズマ電源8の正極が接続されている。また隔壁2はアース接続されている。また隔壁2と基台5とは絶縁部材11によって絶縁されている。そのため隔壁2はアース電位に保たれている。プラズマ電源8がオンされて直流パルス電圧が発生されると、隔壁2と基台5との間に電位差が生じる。

#### 【0028】

また、ガス導入管6は、処理室3内における基台5の上方を水平方向に延びている。ガス導入管6の基台5に対向する部分には、ガス導入管6の長手方向に沿って配列された多数の原料ガス吐出孔12が形成されている。原料ガス吐出孔12から原料ガスが吐出されることにより、処理室3内に原料ガスが導入される。

ガス導入管6には、成分ガスである原料ガスが供給される。ガス導入管6には、成分ガスの供給源(ガスボンベや液体を収容する容器等)からそれぞれの成分ガスを処理室3に導くための複数の分岐導入管(図示せず)が接続されている。各分岐導入管には、各供給源からの成分ガスの流量を調節するための流量調節バルブ(図示せず)等が設けられている。また供給源のうち液体を収容する容器には、必要に応じて、液体を加熱するための加熱手段(図示せず)が設けられている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

排気系 7 は、処理室 3 にそれぞれ連通する第 1 排気管 1 3 および第 2 排気管 1 4 と、第 1 開閉バルブ 1 5、第 2 開閉バルブ 1 6 および第 3 開閉バルブ 1 9 と、第 1 ポンプ 1 7 および第 2 ポンプ 1 8 とを備えている。

第 1 排気管 1 3 の途中部には、第 1 開閉バルブ 1 5 および第 1 ポンプ 1 7 が、処理室 3 側からこの順で介装されている。第 1 ポンプ 1 7 としては、たとえば油回転真空ポンプ（ロータリポンプ）やダイヤフラム真空ポンプなどの低真空ポンプが採用される。油回転真空ポンプは、油によってロータ、ステータおよび摺動翼板などの部品の間の気密空間および無効空間の減少を図る容積移送式真空ポンプである。第 1 ポンプ 1 7 として採用される油回転真空ポンプとしては、回転翼型油回転真空ポンプや揺動ピストン型真空ポンプが挙げられる。

10

## 【 0 0 3 0 】

また第 2 排気管 1 4 の先端は、第 1 排気管 1 3 における第 1 開閉バルブ 1 5 と第 1 ポンプ 1 7 との間に接続されている。第 2 排気管 1 4 の途中部には、第 2 開閉バルブ 1 6、第 2 ポンプ 1 8、および第 3 開閉バルブ 1 9 が、処理室 3 側からこの順で介装されている。第 2 ポンプ 1 8 としては、たとえばターボ分子ポンプ、油拡散ポンプなどの高真空ポンプが採用される。

## 【 0 0 3 1 】

図 6 は、外輪保持部 1 0 の構成を模式的に示す断面図である。

外輪保持部 1 0 の支持棒 3 1 の外周面には、研磨による鏡面加工が施されている。

20

支持棒 3 1 には、円筒状の外輪基材 2 4 0 を外挿可能である。すなわち、外輪保持部 1 0 では、複数の外輪基材 2 4 0 を支持棒 3 1 に外挿させることにより、複数の外輪基材 2 4 0 を、上下方向（外輪基材 2 4 0 の軸方向）に積層した状態で保持する。換言すると、複数の外輪基材 2 4 0 は、支持棒 3 1 に刺し通された状態で保持される。この状態では、隣接する外輪基材 2 4 0 の端面 2 4 C 同士が重なり合う。

## 【 0 0 3 2 】

図 6 では、各外輪保持部 1 0 に 7 個の外輪基材 2 4 0 を保持させる場合を例に挙げるが、保持可能な外輪基材 2 4 0 の個数は、2 個以上 7 個未満の所定数であってもよいし、8 個以上での所定数であってもよい。

支持棒 3 1 の下端は、プレート 9 の上面に接触支持されている。支持棒 3 1 の下端部には、支持棒 3 1 に支持される外輪基材 2 4 0 の下側の端面 2 4 C を規制するストッパ 3 2 が配置されている。ストッパ 3 2 は円環状をなし、支持棒 3 1 の下端部に外嵌固定されている。支持棒 3 1 が、銅などの導電材料を用いて形成されているのに対し、ストッパ 3 2 は、セラミックスや石英等の耐熱性を有する絶縁材料を用いて形成されている。

30

## 【 0 0 3 3 】

支持棒 3 1 は、丸棒である。支持棒 3 1 の直径 D は、外輪基材 2 4 0 の内径よりもやや小径（たとえば 2 mm 程度小径）に設定されている。そのため、外輪保持部 1 0 に保持される（支持棒 3 1 に外挿される）外輪基材 2 4 0 の内周面と、支持棒 3 1 の外周面とは、微小間隔 S を隔てて対向する。なお、微小間隔 S はたとえば 1 mm 程度である。

この実施形態では、プラズマ CVD 装置 1 における直流パルスプラズマ CVD 法の実施により、外輪基材 2 4 0（図 4（a）参照）の外周面 2 4 B に DLC 皮膜 2 6（図 4（b）参照）が形成される。DLC 皮膜 2 6 の膜厚は、たとえば 3 μm である。

40

## 【 0 0 3 4 】

プラズマ CVD 装置 1 を用いて外輪基材 2 4 0 の外周面 2 4 B に DLC 皮膜 2 6 を形成するには、まず、処理室 3 内の外輪保持部 1 0 に、複数個の外輪基材 2 4 0 を外輪保持部 1 0 に積層状態にする（積層配置工程）。その後、処理室 3 を閉じる。

次いで第 1、第 2 および第 3 開閉バルブ 1 5、1 6、1 9 を閉じた状態で第 1 ポンプ 1 7 を駆動させたのち、第 1 開閉バルブ 1 5 を開くことにより処理室 3 内を真空排気する。処理室 3 内が第 1 ポンプ 1 7 によって所定の真空度まで真空排気された時点で第 1 開閉バルブ 1 5 を閉じるとともに第 3 開閉バルブ 1 9 を開いて第 2 ポンプ 1 8 を駆動させた後、

50

第2開閉バルブ16を開くことにより、第1および第2ポンプ17, 18によって処理室3内をさらに真空排気する。

【0035】

処理室3内が所定の真空度に達した時点で第2開閉バルブ16を閉じ、第2ポンプ18を停止させ、第3開閉バルブ19を閉じるとともに第1開閉バルブ15を開いて第1ポンプ17だけで排気を続けながら、図示しない供給源から原料ガス導入管6を通して原料ガスを処理室3内に導入する。

原料ガスとしては、たとえば炭素系化合物に、水素ガスおよびアルゴンガス等を加えたものを用いる。炭素系化合物としては、たとえばメタン( $\text{CH}_4$ )、アセチレン( $\text{C}_2\text{H}_2$ )、ベンゼン( $\text{C}_6\text{H}_6$ )等の、常温、常圧下で気体ないし低沸点の液体である炭化水素化合物の1種または2種以上が挙げられる。水素ガスおよびアルゴンガスはプラズマを安定化させる作用をする。またアルゴンガスは、外輪基材240の外周面24Bに堆積したCを押し固めてDLC皮膜26を硬膜化させる作用も有する。

10

【0036】

分岐導入管(図示しない)の流量調節バルブ(図示しない)を調節して、各成分ガスの流量比、および各成分ガスの混合ガスである原料ガスの総流量を調節しながら、原料ガス導入管6を通して原料ガスを処理室3内に導入して、処理室3内の処理圧力を50Pa以上400Pa以下、より好ましくは約200Paに調節する。

次いでプラズマ電源8をオンして、隔壁2と基台5との間に電位差を生じさせることにより、処理室3内にプラズマを発生させる(DLC被覆処理。皮膜形成工程)。

20

【0037】

たとえば直流パルスプラズマCVD法では、プラズマ電源8をオンすることにより、隔壁2と基台5との間に直流パルス電圧を印加してプラズマを発生させる。

図7は、プラズマCVD装置1のプラズマ電源8から外輪基材24に印加される直流パルス電圧の波形の一例を示すグラフである。プラズマ電源8から複数の外輪基材240に印加される直流パルス電圧の波形の一例を示すグラフである。直流パルス電圧の設定電圧値は、たとえば1000V程度の値に設定される。すなわちプラズマ電源8がオンされると、隔壁2と基台5との間に1000Vの電位差が生じる。言い換えれば1000Vの負極性の直流パルス電圧が、処理室3内に前述のようにセットされた(図5に示す積層状態の)外輪基材240に印加される。波形がパルス状であるので、このような高電圧が印加されても処理室3内に異常放電は生じず、外輪基材240の温度上昇を抑制して、処理温度をたとえば200以下(たとえば180)に抑制することができる。

30

【0038】

直流パルス電圧においては、そのパルス幅を周波数 $f$ の逆数( $1/f$ )で表されるパルス周期で除算した値、つまり式(1)に示すようにパルス幅を周波数 $f$ で乗算した値として求められるデューティー比を5%以上、特に50%程度に設定するのが好ましい。また周波数 $f$ は200Hz以上、2000Hz以下に設定するのが好ましい。

デューティー比 =  $\text{パルス幅} \times f \cdots (1)$

図5および図6に示すように、たとえば直流パルスプラズマCVD法では、このプラズマの発生により、処理室3内において原料ガスからイオンやラジカルが生成されるとともに、隔壁2と外輪基材240との間の電位差に基づいて、複数の外輪基材240の外周面24Bに引き付けられる。そして、負極性の外輪基材240の外周面24Bの周囲に、イオンシース(図示しない)が形成される。このイオンシースの電位差でプラズマ中のイオンが加速され、イオンビームとなって、外輪基材240の外周面24Bにほぼ垂直に衝突する。イオンが繰り返し衝突することにより、外輪基材240の外周面24BにDLC皮膜26が堆積される。

40

【0039】

このとき、外輪保持部10に保持される外輪基材240の内周面(外輪軌道面24Aを含む)と、支持棒31の外周面との間の間隔が微小間隔 $S$ である。そのため、外輪基材240の内周面の周囲には、イオンシース(図示しない)が形成されない。したがって、外

50

輪軌道面 24A を含む外輪基材 240 の内周面に DLC 皮膜は形成されない。

また、外輪保持部 10 に複数の外輪基材 240 が保持された状態で、上下に隣接する外輪基材 240 の端面 24C 同士が重なり合っている。そのため、外輪基材 240 の端面 24C の周囲にイオンシース（図示しない）が形成されない。その結果、外輪基材 240 の端面 24C に DLC 皮膜は形成されない。

【0040】

したがって、DLC 皮膜 26 を、外輪基材 240 の外輪軌道面 24A に形成させることなく外輪基材 240 の外周面 24B に形成させることを、治具等を用いることなく実現することができる。

また、処理温度が 200 以下（たとえば 180 ）であるので、鋼（軸受鋼）製の外輪基材 240 に悪影響を及ぼすことなく、外輪基材 240 の外周面 24B に DLC 皮膜 26 を形成することができる。

【0041】

その後、予め定める皮膜形成時間（皮膜形成工程の処理時間）が終了した時点で、プラズマ電源 8 をオフするとともに、原料ガスの導入を停止した後、第 1 ポンプ 17 による排気を続けながら常温まで冷却する。次いで第 1 開閉バルブ 15 を閉じ、代わってリークバルブ（図示しない）を開いて処理室 3 内に外気を導入して処理室 3 内を常圧に戻した後、処理室 3 から外輪 24 を取り出す。これにより、外周面 24B の全域が DLC 皮膜 26 によって被覆された外輪 24 が製造される。

【0042】

ところで、DLC 被覆処理に先立って、Si（ケイ素）が添加された DLC 皮膜からなる中間層を配置する中間層形成処理を実行してもよい。このような処理により、外輪基材 240 の外周面 24B と DLC 皮膜 26 との間に、Si が添加された DLC 皮膜からなる中間層が形成される。この場合、中間層の形成時には、前述の炭素系化合物、水素ガスおよびアルゴンガスに、さらに TMS などの有機ケイ素化合物を加えたものを、原料ガスとして採用する。

【0043】

また、この中間層を、Si（ケイ素）の添加濃度が互いに異なる複数（たとえば 5 つ）の層を積層して形成することができる。この場合、原料ガスに含まれる有機ケイ素化合物の流量割合を変化させることにより、各層における Si の添加濃度を異ならせることができる。これにより、中間層を、Si の添加濃度の勾配がある傾斜膜（中間傾斜膜）に設けることができる。

【0044】

また、直流パルスプラズマ CVD 法を実施して外輪基材 240 の外周面 24B に DLC 皮膜 26 を形成するのに先立って、外輪基材 240 の外周面 240B をイオンボンバード処理してもよい。イオンボンバード処理を実施する場合は、たとえば処理室 3 内にアルゴンガスおよび水素ガスを導入しながらプラズマ電源 8 をオンすることによりプラズマを発生させる。このプラズマの発生により、処理室 3 内においてアルゴンガスからイオンやラジカルが生成するとともに、電位差に基づいて外輪基材 240 の外周面 240B に打ち付けられて、外輪基材 240 の外周面 240B に吸着された異分子等をスパッタリング除去したり、外周面 240B を活性化したり原子配列等を改質したりできる。

【0045】

プラズマ CVD 装置 1（図 5 参照）を用いた一連の処理の一例として、イオンボンバード処理、中間層形成処理および DLC 被覆処理を順次に行うことが考えられる。この場合、プラズマ CVD 装置 1 内の昇温開始からイオンボンバード処理の開始まで約 40 分間、イオンボンバード処理の処理時間を約 1 時間、中間層形成処理の処理時間を約 25 分間、および DLC 被覆処理の処理時間を約 40 分間とすることができる。この場合、イオンボンバード処理におけるアルゴンガスおよび水素ガスの流量比は 1 : 1 であり、中間層形成処理におけるアルゴンガス、炭素系化合物、有機ケイ素化合物および水素ガスの流量比は 3 : 5 : 3 : 3 であり、DLC 被覆処理におけるアルゴンガス、炭素系化合物、およ

10

20

30

40

50

び水素ガスの流量比は 3 : 5 : 3 である。

【 0 0 4 6 】

また、前記のイオンボンバード処理においては、プラズマ電源 8 から印加される直流パルス電圧を、1 0 0 V と 2 5 0 0 V との間で段階的（たとえば 1 0 0 V、7 0 0 V、1 5 0 0 V および 2 5 0 0 V の 4 段階）に経時変化させるものであってもよい。

また、D L C 皮膜 2 6 が、S i を添加したものであってもよい。S i が添加された D L C 皮膜 2 6 を形成する場合には、前記の D L C 被覆処理において、原料ガスに有機ケイ素化合物を含める必要がある。この場合のアルゴンガス、炭素系化合物、有機ケイ素化合物および水素ガスの流量比を 3 : 5 : 3 : 3 とすることができる。

【 0 0 4 7 】

また、ピンチローラ 2 1 が 2 つの転がり軸受 2 2 を含むとして説明したが、ピンチローラ 2 1 が 1 つの転がり軸受 2 2 によって構成されていてもよいし、3 つ以上の転がり軸受 2 2 を組み合わせて構成するものであってもよい。

また、本願発明に係るローラをピンチローラ 2 1 に適用する場合を例に挙げたが、本願発明は、ピンチローラ 2 1 以外の用紙搬送用のローラにも広く適用することができる。

【 0 0 4 8 】

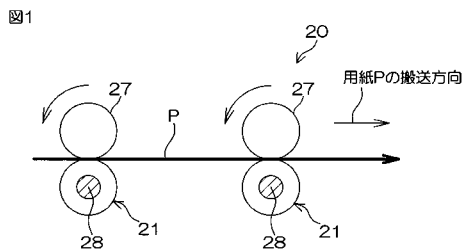
その他、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

【 符号の説明 】

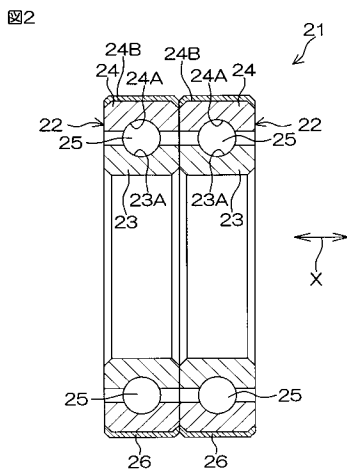
【 0 0 4 9 】

3 ... 処理室、2 1 ... ピンチローラ（ローラ）、2 2 ... 転がり軸受、2 3 ... 内輪、2 4 ... 外輪、2 5 ... 転動体、2 6 ... D L C 皮膜（ダイヤモンドライクカーボン皮膜）、2 9 ... 中央領域、3 0 A ... 一方端領域（一方側領域）、3 0 B ... 他方端領域（他方側領域）、3 1 ... 支持棒、2 4 0 ... 外輪基材、P ... 用紙、X ... 軸方向

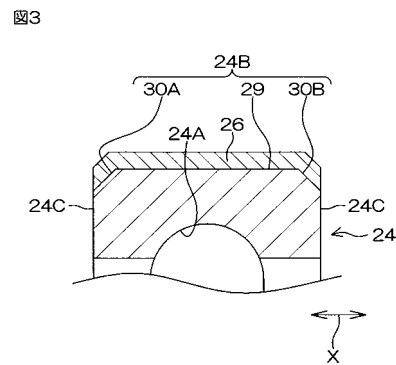
【 図 1 】



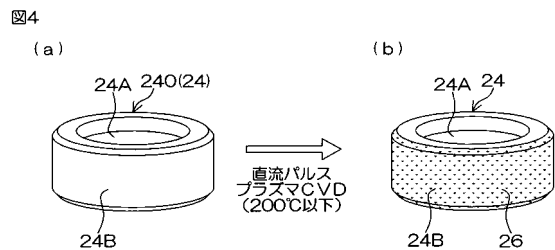
【 図 2 】



【 図 3 】



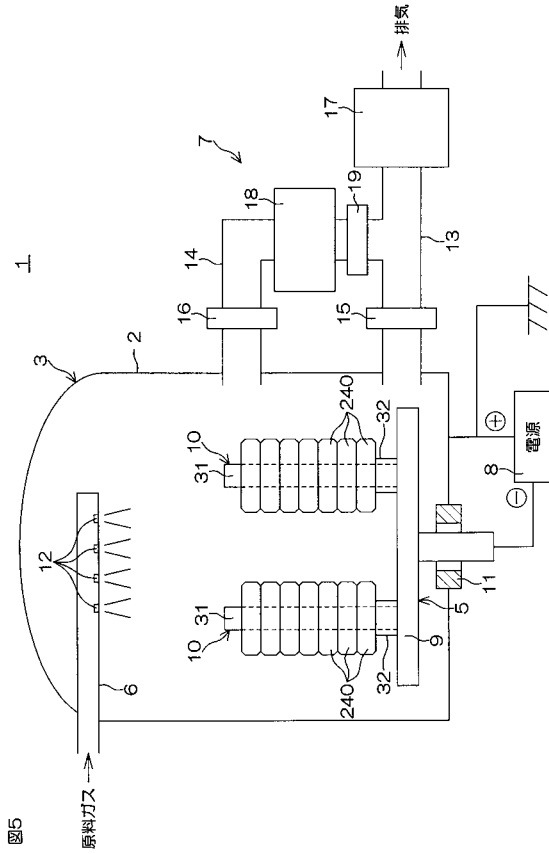
【 図 4 】



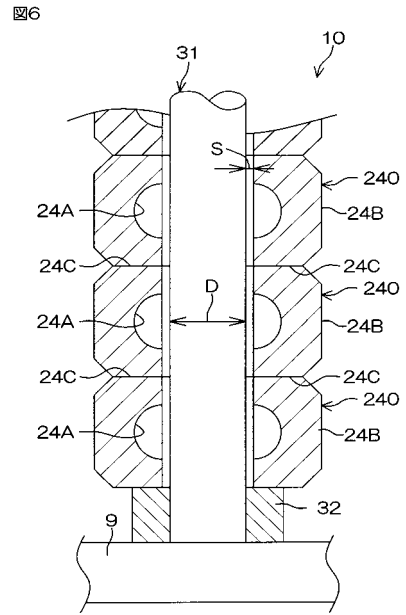
10

20

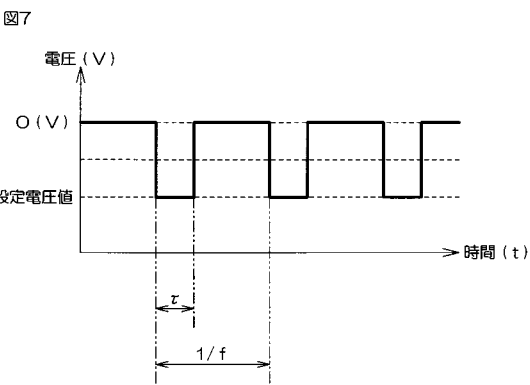
【 図 5 】



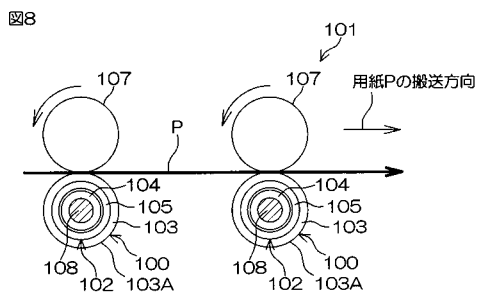
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<b>C 2 3 C 16/27</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C	16/27	
F 1 6 C 13/00	(2006.01)	F 1 6 C	13/00	A

(72)発明者 山川 和芳

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

Fターム(参考) 2H171 FA02 FA22 FA27 FA30 GA04 GA15 JA16 JA58 JA59 PA05  
 SA06 UA16 VA06 XA02  
 3F049 CA12 CA15 LA01 LB01  
 3J103 AA02 AA12 AA17 AA51 BA43 DA05 EA20 FA13 GA33 GA56  
 GA57 HA04 HA08 HA54  
 3J701 AA02 AA52 AA62 BA54 BA56 BA69 DA05 GA42 XB03 XB26  
 XB31  
 4K030 AA06 AA09 AA16 AA17 BA28 BA29 BB13 CA02 CA16 DA03  
 FA01 GA02