

明 細 書

発明の名称：ダイヤモンド工具および工具ユニット

技術分野

[0001] 本発明はダイヤモンド工具および工具ユニットに関する。

背景技術

[0002] ダイヤモンド工具の一例として、スクライビングホイール、ダイヤモンドポイント、バイト、ドリル、エンドミルが挙げられる。特許文献1には、ダイヤモンドにより構成されるスクライビングホイールの一例が記載される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2022-99809号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ダイヤモンド工具には、静電引力により加工屑が付着することがある。加工屑はパーティクルまたはカレットと称されることもある。ダイヤモンド工具に加工屑が付着した場合、例えばダイヤモンド工具の加工性能が低下するおそれがある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明に関するダイヤモンド工具は単結晶ダイヤモンドにより構成される単結晶部を含む基礎部と、前記単結晶部上に形成される導電部とを含むダイヤモンド工具であって、前記導電部は前記ダイヤモンド工具の表面を構成する導電部表面を含み、前記基礎部は電気絶縁性を有する前記単結晶部のみにより構成される。

[0006] ダイヤモンド工具によれば、例えば次のような効果が得られる。ダイヤモンド工具の表面である工具表面が導電性を有するため、工具表面が帯電しにくくなる。工具表面に加工屑が付着しにくくなる。

[0007] 前記ダイヤモンド工具の一例では、前記導電部表面は水素終端ダイヤモンド

ドを含む。

ダイヤモンド工具によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部に水素終端ダイヤモンドが含まれるため、導電部の導電性が高くなる。

[0008] 前記ダイヤモンド工具の一例では、前記導電部は水素終端層および不純物層を含み、前記不純物層は前記単結晶部上に形成され、前記水素終端層は前記不純物層上に形成され、前記水素終端ダイヤモンドを含む。

[0009] ダイヤモンド工具によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部に水素終端層および不純物層が含まれるため、導電部の導電性が高くなる。

前記ダイヤモンド工具の一例では、前記導電部表面は前記ダイヤモンド工具の表面の全部を構成する。

[0010] ダイヤモンド工具によれば、例えば次のような効果が得られる。工具表面に加工屑が付着しにくくなる。

前記ダイヤモンド工具の一例では、前記導電部の電気抵抗率は $10\ \Omega\cdot\text{cm}$ 以下である。

[0011] ダイヤモンド工具によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部が帯電しにくくなる。工具表面が帯電しにくくなる。

前記ダイヤモンド工具の一例では、前記導電部の厚さは $2000\ \text{nm}$ 以下である。

[0012] ダイヤモンド工具によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部が形成される前の状態における基礎部の表面の形状と、導電部の表面の形状との間に相違が生じにくくなる。

[0013] 前記ダイヤモンド工具の一例では、前記ダイヤモンド工具はスクライピングホイールである。

ダイヤモンド工具によれば、例えば次のような効果が得られる。スクライピングホイールにより被加工物をスクライブ加工する場合、スクライピングホイールに加工屑が付着しにくくなる。

[0014] 本発明に関する工具ユニットは前記ダイヤモンド工具と、前記ダイヤモンド工具を支持する工具支持部とを含む。

工具ユニットによれば、例えば次のような効果が得られる。工具表面が帯電しにくくなる。工具表面に加工屑が付着しにくくなる。ダイヤモンド工具と工具支持部との間に加工屑が堆積しにくくなる。

発明の効果

[0015] ダイヤモンド工具または工具ユニットに加工屑が付着しにくくなる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]工具ユニットの模式図。

[図2]ダイヤモンド工具の断面図。

[図3]ダイヤモンド合成装置のブロック図。

[図4]スクライブヘッドの側面図。

[図5]スクライブヘッドの正面図。

[図6]スクライピングホイールの側面図。

[図7]スクライピングホイールの断面図。

[図8]ホルダユニットの断面図。

発明を実施するための形態

[0017] （第1実施形態）

図1および図2を参照する。図1は工具ユニット10に関する模式図を示す。図2はダイヤモンド工具20の断面の構造に関する模式図を示す。工具ユニット10およびダイヤモンド工具20の構成は任意に選択できる。工具ユニット10およびダイヤモンド工具20の構成は例示される構成に限定されない。

[0018] 一例では、工具ユニット10は加工装置に組み込まれる。一例では、加工装置は被加工物に対して所定の加工を施すように構成される。加工装置の一例として、スクライブ加工装置、旋盤、ボール盤、中ぐり盤、フライス盤が挙げられる。一例では、加工装置は加工装置本体および工具ユニット10等を含む。

[0019] 一例では、工具ユニット10は工具支持部11およびダイヤモンド工具20を含む。一例では、工具支持部11は加工装置本体に結合するように構成

される。一例では、工具支持部 11 はダイヤモンド工具 20 を支持するように構成される。

[0020] 一例では、ダイヤモンド工具 20 は超精密加工、精密加工、または、一般加工に適するように構成される。一例では、ダイヤモンド工具 20 は単結晶ダイヤモンドを含むように構成される。

[0021] ダイヤモンド工具 20 の一例として、スクライビングホイール、ダイヤモンドポイント、バイト、ドリル、エンドミルが挙げられる。ダイヤモンド工具 20 の表面を「工具表面 21」と称する。

[0022] 一例では、ダイヤモンド工具 20 は基礎部 30 を含む。一例では、基礎部 30 はダイヤモンド工具 20 の本体として構成される。基礎部 30 の表面を「基礎部表面 31」と称する。

[0023] 一例では、基礎部 30 は単結晶ダイヤモンドを含むように構成される。一例では、基礎部 30 は単結晶ダイヤモンドにより構成される単結晶部 32 を含む。一例では、単結晶部 32 は電気絶縁性を有する。単結晶部 32 の構成について例示する。

[0024] 第 1 例では、単結晶部 32 は基礎部 30 の全部を構成する。基礎部表面 31 の全部は単結晶部 32 により構成される。

第 2 例では、単結晶部 32 は基礎部 30 の一部を構成する。基礎部表面 31 の全部は単結晶部 32 により構成される。

[0025] 第 3 例では、単結晶部 32 は基礎部 30 の一部を構成する。基礎部表面 31 の一部は単結晶部 32 により構成される。基礎部表面 31 の他の部分は単結晶ダイヤモンド以外の素材により構成される。

[0026] 一例では、ダイヤモンド工具 20 は導電性を有する導電部 40 を含む。一例では、導電部 40 は導電性を有するダイヤモンドを含む薄膜である。

一例では、導電部 40 はダイヤモンド工具 20 に導電性を付与するように構成される。一例では、導電部 40 は工具表面 21 の一部または全部に導電性を付与するように構成される。

[0027] 一例では、導電部 40 は基礎部 30 上に形成される。一例では、導電部 4

0は単結晶部32の基礎部表面31上に形成される。

一例では、基礎部表面31は基礎平面、傾斜面、および、曲面のうちの1つまたは複数を含む。一例では、基礎平面はダイヤモンド工具20の中心線または中心面に平行な面である。一例では、傾斜面は基礎平面に対して傾斜する面である。

[0028] 一例では、導電部40は基礎平面である基礎部表面31、傾斜面である基礎部表面31、および、曲面である基礎部表面31のうちの少なくとも1つの基礎部表面31上に形成される。

[0029] 基礎部30上に導電部40が形成される前の状態、かつ、基礎部30だけによりダイヤモンド工具20が形成される前のダイヤモンド工具20の状態を「基礎状態」と称する。

一例では、ダイヤモンド工具20は基礎状態においても被加工物の加工に適した加工性能を有するように構成される。一例では、基礎状態のダイヤモンド工具20の工具表面21を構成する基礎部表面31の全部は単結晶部32により構成される。一例では、基礎状態のダイヤモンド工具20の工具表面21は導電性を有さない。

[0030] 導電部40の表面を「導電部表面41」と称する。導電部表面41は工具表面21に導電性を付与するように構成される。一例では、導電部表面41は工具表面21の一部または全部を構成する。

[0031] 一例では、導電部40は水素終端ダイヤモンド42を含む。一例では、水素終端ダイヤモンド42は導電部表面41を構成する。一例では、水素終端ダイヤモンド42の表面は水素終端する。一例では、水素終端ダイヤモンド42は導電性を有する。一例では、水素終端ダイヤモンド42は単結晶ダイヤモンドまたは多結晶ダイヤモンドである。

[0032] 一例では、導電部40は1または複数の層を含む。導電部40を構成する層の一例として、水素終端層43、不純物層44が挙げられる。一例では、導電部40は水素終端層43および不純物層44の少なくとも一方を含む。

[0033] 導電部40の層に関する構成の一例として、第1～第3層構成が挙げられ

る。第1層構成では、導電部40は水素終端層43のみを含む。第2層構成では、導電部40は不純物層44のみを含む。第3層構成では、導電部40は水素終端層43および不純物層44を含む。

[0034] 第1層構成では、水素終端層43は基礎部表面31上に形成される。第2層構成または第3層構成では、不純物層44は基礎部表面31上に形成される。第3層構成では、水素終端層43は不純物層44の表面上に形成される。

[0035] 一例では、水素終端層43は水素終端ダイヤモンド42により構成される。一例では、水素終端層43は導電性を有する。一例では、水素終端層43の表面は導電部表面41を構成する。

[0036] 一例では、不純物層44は不純物を含む単結晶ダイヤモンドまたは多結晶ダイヤモンドにより構成される。一例では、不純物層44は導電性を有する。不純物の一例として、ホウ素、窒素、リンが挙げられる。

[0037] 導電部40の厚さを「導電部厚さ」と称する。水素終端層43の厚さを「水素終端層厚さ」と称する。不純物層44の厚さを「不純物層厚さ」と称する。導電部厚さ、水素終端層厚さ、および、不純物層厚さの測定方法の一例として、2次イオン質量分析法が挙げられる。

[0038] 一例では、導電部厚さは導電部40の導電性に影響する。一例では、導電部厚さは導電部表面41の形状に影響する。一例では、導電部厚さは所定導電部厚さ範囲に含まれる。所定導電部厚さ範囲について例示する。

[0039] 第1例では、所定導電部厚さ範囲は下限導電部厚さ以上の範囲である。第2例では、所定導電部厚さ範囲は上限導電部厚さ以下の範囲である。第3例では、所定導電部厚さ範囲は下限導電部厚さ以上かつ上限導電部厚さ以下の範囲である。

[0040] 一例では、下限導電部厚さは1 nm、2 nm、5 nmから選択される。一例では、上限導電部厚さは200 nm、500 nm、2000 nmから選択される。

一例では、水素終端層厚さは不純物層厚さよりも薄い。一例では、水素終

端層厚さは所定水素終端層厚さ範囲に含まれる。所定水素終端層厚さ範囲について例示する。

[0041] 第1例では、所定水素終端層厚さ範囲は下限水素終端層厚さ以上の範囲である。第2例では、所定水素終端層厚さ範囲は上限水素終端層厚さ以下の範囲である。第3例では、所定水素終端層厚さ範囲は下限水素終端層厚さ以上かつ上限水素終端層厚さ以下の範囲である。

[0042] 一例では、下限水素終端層厚さは1 nm、2 nm、5 nmから選択される。一例では、上限水素終端層厚さは6 nm、8 nm、10 nmから選択される。

一例では、不純物層厚さは水素終端層厚さよりも厚い。一例では、不純物層厚さは所定不純物層厚さ範囲に含まれる。所定不純物層厚さ範囲について例示する。

[0043] 第1例では、所定不純物層厚さ範囲は下限不純物層厚さ以上の範囲である。第2例では、所定不純物層厚さ範囲は上限不純物層厚さ以下の範囲である。第3例では、所定不純物層厚さ範囲は下限不純物層厚さ以上かつ上限不純物層厚さ以下の範囲である。

[0044] 一例では、下限不純物層厚さは10 nm、50 nm、100 nmから選択される。一例では、上限不純物層厚さは200 nm、500 nm、2000 nmから選択される。

不純物層厚さを水素終端層厚さで除法した値を「層厚さ比率」と称する。一例では、層厚さ比率は所定層厚さ比率範囲に含まれる。所定層厚さ比率範囲について例示する。

[0045] 第1例では、所定層厚さ比率は下限層厚さ比率以上の範囲である。第2例では、所定層厚さ比率は上限層厚さ比率以下の範囲である。第3例では、所定層厚さ比率は下限層厚さ比率以上かつ上限層厚さ比率以下の範囲である。

[0046] 一例では、下限層厚さ比率は0.005、0.016、0.03から選択される。一例では、上限層厚さ比率は0.04、0.05、0.1から選択される。

導電部40の電気抵抗率を「導電部抵抗率」と称する。一例では、導電部抵抗率は導電部40の導電性に関する指標である。一例では、導電部抵抗率は所定導電部抵抗率範囲に含まれる。所定導電部抵抗率範囲について例示する。

[0047] 第1例では、所定導電部抵抗率範囲は下限導電部抵抗率以上の範囲である。第2例では、所定導電部抵抗率範囲は上限導電部抵抗率以下の範囲である。第3例では、所定導電部抵抗率範囲は下限導電部抵抗率以上かつ上限導電部抵抗率以下の範囲である。

[0048] 一例では、下限導電部抵抗率は1 mΩ cm、10 mΩ cm、100 mΩ cmから選択される。一例では、上限導電部抵抗率は500 mΩ cm、1 Ω cm、10 Ω cmから選択される。

[0049] (製造装置)

図3を参照する。一例では、導電部40は所定の製造方法により形成される。所定の製造方法の一例として、熱フィラメントCVD (Chemical Vapor Deposition) 法、マイクロ波プラズマCVD法、直流プラズマCVD法が挙げられる。一例では、所定の製造方法として熱フィラメントCVD法が選択される。

[0050] 一例では、熱フィラメントCVD法はダイヤモンド合成装置900を用いることにより、基材である基礎部30上の少なくとも一部に導電部40を合成する。

一例では、ダイヤモンド合成装置900は真空チャンバ910を含む。一例では、真空チャンバ910は合成室911を含む。一例では、合成室911は原料ガスを用いた化学反応により基材にダイヤモンドを合成するための空間として構成される。一例では、真空チャンバ910は合成室911を真空空間に保持できるように構成される。

[0051] 一例では、真空チャンバ910は開口部912を含む。一例では、開口部912は合成室911と真空チャンバ910の外部の空間(以下「外部空間」という)とを接続する。一例では、開口部912は合成室911に対して基材

を搬入および搬出できるように構成される。

[0052] 一例では、真空チャンバ910は開閉部913を含む。一例では、開閉部913は開口部912を開放または閉鎖できるように構成される。一例では、開閉部913は開放状態または閉鎖状態を選択できるように構成される。

[0053] 開閉部913の状態が開放状態である場合、開口部912は開放される。開閉部913の状態が閉鎖状態である場合、開口部912は閉鎖される。

一例では、真空チャンバ910は排出ポート914を含む。一例では、排出ポート914は合成室911と外部空間とを接続する。

[0054] 一例では、真空チャンバ910は供給ポート915を含む。一例では、供給ポート915は合成室911と外部空間とを接続する。

一例では、ダイヤモンド合成装置900はガス排出部920を含む。一例では、ガス排出部920は合成室911に滞留するガスを外部空間に排出できるように構成される。一例では、ガス排出部920は真空ポンプ921、排出管922、および、排出用調節弁923を含む。

[0055] 一例では、真空ポンプ921は合成室911に滞留するガスを吸引し、吸引したガスを外部空間に排出する。真空ポンプ921の種類の一例として、ロータリーポンプ、油拡散ポンプ、ターボ分子ポンプが挙げられる。

[0056] 一例では、排出管922は真空チャンバ910の排出ポート914と真空ポンプ921とを接続する。合成室911に滞留するガスは排出ポート914および排出管922を流通し、真空ポンプ921に吸引される。

[0057] 一例では、排出用調節弁923は排出管922に設けられる。一例では、排出用調節弁923は排出管922の内部を流れるガスの流量を調節できるように構成される。

一例では、ダイヤモンド合成装置900はガス供給部930を含む。一例では、ガス供給部930は合成室911に原料ガスを供給できるように構成される。一例では、ガス供給部930はガス貯留部931、供給管932、および、供給用調節弁933を含む。

[0058] 一例では、ガス貯留部931は合成室911に供給される原料ガスを貯留

する。一例では、原料ガスはダイヤモンドの合成に寄与する炭素源を含む。

一例では、原料ガスは１種類または複数種類の炭素源を含む。炭素源の一例として、メタンが挙げられる。

[0059] 一例では、原料ガスは炭素源を含む炭素源ガスとキャリアガスとが混合された混合ガスである。キャリアガスの一例として、水素ガスが挙げられる。

一例では、原料ガスはダイヤモンドにドーピングされる不純物源をさらに含む。一例では、原料ガスは１種類または複数種類の不純物源を含む。

[0060] 不純物源の一例として、ホウ素、ホウ素の化合物、リンが挙げられる。ホウ素の化合物の一例として、トリメチルボラン、ジボランが挙げられる。

一例では、供給管 932 は真空チャンバ 910 の供給ポート 915 とガス貯留部 931 とを接続する。原料ガスは供給管 932 および供給ポート 915 を流通し、合成室 911 に供給される。

[0061] 一例では、供給用調節弁 933 は供給管 932 に設けられる。一例では、供給用調節弁 933 は供給管 932 の内部を流れる原料ガスの流量を調節できるように構成される。

一例では、ダイヤモンド合成装置 900 は配置部 940 を含む。一例では、配置部 940 は合成室 911 において基材を支持する部分として構成される。

[0062] 一例では、配置部 940 は台 941 を含む。一例では、台 941 は真空チャンバ 910 に対して移動できるように合成室 911 に配置される。一例では、台 941 は基材を配置できるように構成される。

[0063] 一例では、配置部 940 は駆動部 942 を含む。一例では、駆動部 942 は真空チャンバ 910 に対して台 941 を移動させることができるように構成される。一例では、駆動部 942 はアクチュエータを含む。

[0064] 一例では、配置部 940 は真空チャンバ 910 に対する台 941 の位置として、合成位置または待機位置を選択できるように構成される。

一例では、合成位置は台 941 に配置された基材とフィラメント 951 との間隔がダイヤモンドの合成に適した間隔となるように規定される。一例で

は、待機位置は基材とフィラメント 951 との間隔が合成位置よりも大きくなるように規定される。

[0065] 一例では、ダイヤモンド合成装置 900 は加熱部 950 を含む。一例では、加熱部 950 は合成室 911 に供給された原料ガスを加熱する。一例では、加熱部 950 は 1 または複数のフィラメント 951、保持部 952、および、電源部 953 を含む。

[0066] 一例では、1 または複数のフィラメント 951 は合成室 911 に配置される。一例では、フィラメント 951 は第 1 端部 951 A および第 2 端部 951 B を含む。

一例では、フィラメント 951 は高融点金属により構成される。高融点金属の一例として、タングステン、タンタル、レニウム、ルテニウムが挙げられる。一例では、フィラメント 951 はタングステン、タンタル、レニウム、および、ルテニウムのうちの少なくとも 1 つを含む。

[0067] 一例では、保持部 952 は真空チャンバ 910 に設けられる。一例では、保持部 952 は 1 または複数のフィラメント 951 を着脱できるように構成される。一例では、保持部 952 はフィラメント 951 の電極として機能するように構成される。

[0068] 一例では、保持部 952 は第 1 保持部 952 A および第 2 保持部 952 B を含む。一例では、第 1 保持部 952 A はフィラメント 951 の第 1 端部 951 A を保持する。一例では、第 2 保持部 952 B はフィラメント 951 の第 2 端部 951 B を保持する。

[0069] 一例では、電源部 953 は 1 または複数のフィラメント 951 に電力を供給する。一例では、電源部 953 は電力線 953 A により保持部 952 に電氣的に接続される。一例では、電源部 953 は直流電源である。

[0070] フィラメント 951 の直径を「フィラメント直径」と称する。一例では、フィラメント直径は所定フィラメント直径範囲に含まれる。一例では、所定フィラメント直径範囲は 0.1 mm ~ 0.5 mm である。

[0071] 合成室 911 の全圧を「合成室全圧」と称する。供給管 932 の内部にお

ける原料ガスの流量を「原料ガス流量」と称する。フィラメント 951 の温度を「フィラメント温度」と称する。

[0072] 一例では、ダイヤモンド合成装置 900 は計測部 960 を含む。一例では、計測部 960 は合成室全圧、原料ガス流量、および、フィラメント温度を計測できるように構成される。一例では、計測部 960 は合成室全圧を計測するセンサ、原料ガス流量を計測するセンサ、および、フィラメント温度を計測するセンサを含む。

[0073] 一例では、ダイヤモンド合成装置 900 は制御部 970 を含む。一例では、制御部 970 は中央処理装置、主記憶装置、補助記憶装置、入力装置、および、出力装置を含む。

一例では、制御部 970 は制御対象要素を制御するように構成される。制御対象要素の一例として、真空ポンプ 921、排出用調節弁 923、供給用調節弁 933、駆動部 942、電源部 953 が挙げられる。

[0074] 一例では、制御部 970 は計測部 960 と有線通信または無線通信できるように構成される。一例では、計測部 960 により計測された情報を含む計測データは制御部 970 に送信される。一例では、制御部 970 は計測データを参照して制御対象要素を制御する。

[0075] (製造方法)

一例では、導電部 40 の製造方法は配置工程、ガス排出工程、ガス供給工程、および、合成工程を含む。ガス排出工程は配置工程の次に行われる。ガス供給工程はガス排出工程の次に行われる。合成工程はガス供給工程の次に行われる。

[0076] 一例では、真空チャンバ 910 に対する台 941 の位置は配置工程の前、または、合成工程においてフィラメント温度が所定フィラメント温度範囲に維持された後、合成位置に設定される。

[0077] 配置工程では、真空チャンバ 910 の開閉部 913 の状態が開放状態に設定される。次に、台 941 に基材が配置される。次に、真空チャンバ 910 の開閉部 913 の状態が閉鎖状態に設定される。

- [0078] ガス排出工程では、真空ポンプ 9 2 1 により合成室 9 1 1 のガスが排出される。ガスの排出により合成室全圧が低下する。一例では、合成室全圧は排出時所定圧力範囲に維持される。排出時所定圧力範囲について例示する。
- [0079] 第 1 例では、排出時所定圧力範囲は排出時下限圧力以上の範囲である。第 2 例では、排出時所定圧力範囲は排出時上限圧力以下の範囲である。第 3 例では、排出時所定圧力範囲は排出時下限圧力以上かつ排出時上限圧力以下の範囲である。
- [0080] 一例では、排出時下限圧力は 0.01 Torr、0.05 Torr、0.1 Torr から選択される。一例では、排出時上限圧力は 0.25 Torr、0.5 Torr、1 Torr から選択される。
- [0081] ガス供給工程では、ガス貯留部 9 3 1 から合成室 9 1 1 に原料ガスが供給される。一例では、原料ガスにおける炭素源の濃度は所定炭素源濃度範囲に含まれる。所定炭素源濃度範囲について例示する。
- [0082] 第 1 例では、所定炭素源濃度範囲は下限炭素源濃度以上の範囲である。第 2 例では、所定炭素源濃度範囲は上限炭素源濃度以下の範囲である。第 3 例では、所定炭素源濃度範囲は下限炭素源濃度以上かつ上限炭素源濃度以下の範囲である。
- [0083] 一例では、下限炭素源濃度は 0.1 vol%、1 vol%、3 vol% から選択される。一例では、上限炭素源濃度は 4 vol%、5 vol%、6 vol% から選択される。
- 原料ガスの供給により合成室全圧が上昇する。一例では、合成室全圧は供給時所定圧力範囲に維持される。供給時所定圧力範囲について例示する。
- [0084] 第 1 例では、供給時所定圧力範囲は供給時下限圧力以上の範囲である。第 2 例では、供給時所定圧力範囲は供給時上限圧力以下の範囲である。第 3 例では、供給時所定圧力範囲は供給時下限圧力以上かつ供給時上限圧力以下の範囲である。
- [0085] 一例では、供給時下限圧力は 5 Torr、10 Torr、15 Torr から選択される。一例では、供給時上限圧力は 20 Torr、30 Torr、

40 Torr から選択される。

[0086] 一例では、原料ガスに不純物源が含まれる。原料ガス中における炭素源に対する不純物源の濃度を「不純物源濃度」と称する。導電部40の不純物層44に含まれることが予定される不純物の濃度を「予定不純物濃度」と称する。一例では、不純物源濃度は予定不純物濃度に応じて設定される。

[0087] 一例では、予定不純物濃度は所定不純物濃度範囲に含まれる。所定不純物濃度範囲について例示する。第1例では、所定不純物濃度範囲は下限不純物濃度以上の範囲である。第2例では、所定不純物濃度範囲は上限不純物濃度以下の範囲である。第3例では、所定不純物濃度範囲は下限不純物濃度以上かつ上限不純物濃度以下の範囲である。

[0088] 不純物層44に不純物としてホウ素が含まれる場合、一例では、下限不純物濃度および上限不純物濃度は次のように選択される。

一例では、下限不純物濃度は $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 、 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 、 $5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ から選択される。一例では、上限不純物濃度は $5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 、 $5 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 、 $5 \times 10^{22} \text{ atoms/cm}^3$ から選択される。

[0089] 一例では、不純物源濃度は所定不純物源濃度範囲に含まれる。所定不純物源濃度範囲について例示する。第1例では、所定不純物源濃度範囲は下限不純物源濃度以上の範囲である。第2例では、所定不純物源濃度範囲は上限不純物源濃度以下の範囲である。第3例では、所定不純物源濃度範囲は下限不純物源濃度以上かつ上限不純物源濃度以下の範囲である。

[0090] 原料ガスに不純物源としてホウ素源が含まれる場合、一例では、下限不純物源濃度および上限不純物源濃度は次のように選択される。

一例では、下限不純物源濃度は 10 ppm、50 ppm、100 ppm から選択される。一例では、上限不純物源濃度は 1000 ppm、5000 ppm、50000 ppm から選択される。

[0091] 合成工程では、フィラメント951に電力が供給される。電力の供給によりフィラメント温度が上昇する。一例では、フィラメント温度は所定フィラ

メント温度範囲に維持される。所定フィラメント温度範囲について例示する。

[0092] 第1例では、所定フィラメント温度範囲は下限フィラメント温度以上の範囲である。第2例では、所定フィラメント温度範囲は上限フィラメント温度以下の範囲である。第3例では、所定フィラメント温度範囲は下限フィラメント温度以上かつ上限フィラメント温度以下の範囲である。

[0093] 一例では、下限フィラメント温度は2000℃、2100℃、2200℃から選択される。一例では上限フィラメント温度は、2300℃、2500℃、3000℃から選択される。

[0094] 一例では、所定フィラメント温度範囲は導電部40の合成に影響する合成影響因子との関係に応じて設定される。合成影響因子の一例として、フィラメント951を構成する金属元素の種類、導電部40に含まれる金属元素の濃度、および、導電部40に含まれる不純物の濃度が挙げられる。

[0095] 基材の温度を「基材温度」と称する。フィラメント951の加熱にともない基材温度が上昇する。一例では、基材温度は所定基材温度範囲に維持される。

所定基材温度範囲について例示する。第1例では、所定基材温度範囲は下限基材温度以上の範囲である。第2例では、所定基材温度範囲は上限基材温度以下の範囲である。第3例では、所定基材温度範囲は下限基材温度以上かつ上限基材温度以下の範囲である。

[0096] 一例では、下限基材温度は600℃、700℃、800℃から選択される。一例では、上限基材温度は900℃、1100℃、1200℃から選択される。

(第2実施形態)

図4～図8を参照する。本実施形態の工具ユニット10およびダイヤモンド工具20は第1実施形態を前提に構成される。本実施形態の工具ユニット10およびダイヤモンド工具20は前提の実施形態と共通する構成を含む。

[0097] 本実施形態の工具ユニット10およびダイヤモンド工具20における前提

の実施形態の工具ユニット１０およびダイヤモンド工具２０と共通する構成に関する説明の一部または全部は省略される。

[0098] 本実施形態の加工装置はスクライブ加工装置である。本実施形態の工具ユニット１０はホルダユニット２００である。本実施形態の工具支持部１１はホイールホルダ３００である。本実施形態のダイヤモンド工具２０はスクライビングホイール４００である。

[0099] (スクライブ加工装置)

スクライブ加工装置の構成は任意に選択できる。スクライブ加工装置の構成は例示される構成に限定されない。

[0100] 一例では、スクライブ加工装置は被加工物をスクライブ加工できるように構成される。被加工物の一例として、基板が挙げられる。基板の一例として、脆性材料基板が挙げられる。

[0101] 脆性材料基板の一例として、化合物半導体基板、セラミックス基板、ガラス基板、シリコン基板、サファイア基板、石英基板が挙げられる。

化合物半導体基板の一例として、シリコンカーバイド基板、窒化ガリウム基板、酸化ガリウム基板、リン化インジウム基板、ヒ化ガリウム基板が挙げられる。セラミックス基板の一例として、アルミナ基板が挙げられる。

[0102] 一例では、スクライブ加工装置はテーブル、スクライブヘッド１００、および、移動装置等を含む。一例では、テーブルは被加工物が配置される配置面を含む。一例では、スクライブヘッド１００は移動装置に取り付けられる。

[0103] 一例では、移動装置は被加工物に対するスクライブヘッド１００の位置を任意に変更できるように構成される。一例では、移動装置は平面移動部および垂直移動部の少なくとも１つを含む。

[0104] 一例では、平面移動部はテーブルの配置面に対して平行な方向に関するスクライブヘッド１００の位置を変更する。一例では、垂直移動部はテーブルの配置面に対して垂直な方向に関するスクライブヘッド１００の位置を変更する。

[0105] (スクライブヘッド)

図4および図5を参照する。スクライブヘッド100の構成は任意に選択できる。スクライブヘッド100の構成は例示される構成に限定されない。

[0106] 一例では、スクライブヘッド100はベース110を含む。一例では、ベース110は移動装置に取り付けられる。ベース110と移動装置との関係について例示する。第1例では、ベース110は移動装置の平面移動部に取り付けられる。第2例では、ベース110は移動装置の垂直移動部に取り付けられる。

[0107] 一例では、スクライブヘッド100はホルダアセンブリ120を含む。一例では、ホルダアセンブリ120はホルダユニット200を含む。一例では、ホルダユニット200はホイールホルダ300およびスクライビングホイール400を含む。

[0108] 一例では、ホイールホルダ300はホイールホルダ300に対して回転できるようにスクライビングホイール400を支持する。一例では、スクライビングホイール400は被加工物をスクライブ加工できるように構成される。

[0109] 一例では、ホルダアセンブリ120はホルダジョイント130を含む。一例では、ホルダジョイント130はホルダユニット200を支持するように構成される。ホルダジョイント130およびホルダユニット200の構成について例示する。

[0110] 第1例では、ホルダユニット200はホルダジョイント130に対して着脱できるように構成される。第2例では、ホルダユニット200はホルダジョイント130と一体的に構成される。

[0111] 一例では、スクライブヘッド100はホルダジョイント保持具140を含む。一例では、ホルダジョイント保持具140はホルダアセンブリ120を支持するように構成される。一例では、ホルダジョイント130はホルダジョイント保持具140と結合する。

[0112] ホルダジョイント130およびホルダジョイント保持具140の構成につ

いて例示する。第1例では、ホルダジョイント130はホルダジョイント保持具140に対して着脱できるように構成される。第2例では、ホルダジョイント130はホルダジョイント保持具140と一体的に構成される。

[0113] 一例では、スクライプヘッド100は連結部150を含む。一例では、連結部150はホルダジョイント保持具140をベース110に連結できるように構成される。連結部150の構成について例示する。

[0114] 第1例では、連結部150はホルダジョイント保持具140がベース110に対して所定方向に移動できるようにホルダジョイント保持具140をベース110に連結する。一例では、所定方向はテーブルの配置面に対して垂直な方向、および、テーブルの配置面に対して平行な方向のうちの少なくとも1つを含む。

[0115] 第2例では、連結部150はホルダジョイント保持具140がベース110に対して移動できないようにホルダジョイント保持具140をベース110に連結する。

一例では、連結部150はレール151およびスライダ152を含む。一例では、連結部150はテーブルの配置面に対して垂直な方向に関して、ベース110に対してホルダジョイント保持具140が移動できるように構成される。

[0116] 一例では、レール151はベース110およびホルダジョイント保持具140の一方に設けられる。一例では、スライダ152はベース110およびホルダジョイント保持具140の他方に設けられる。

[0117] 一例では、スクライプヘッド100は荷重調節部160を備える。一例では、荷重調節部160はスクライピングホイール400を被加工物に押し付ける力を調節する。一例では、荷重調節部160はアクチュエータ161およびブラケット162を含む。

[0118] 一例では、アクチュエータ161はブラケット162に取り付けられる。一例では、ブラケット162はベース110に取り付けられる。

一例では、アクチュエータ161はホルダジョイント保持具140、ホル

ダジョイント保持具 140 に取り付けられるレール 151、または、ホルダジョイント保持具 140 に取り付けられるスライダ 152 を被加工物に向けて押す。

[0119] アクチュエータ 161 の一例として、動力シリンダ、ソレノイド、電動機、サーボモータ、リニアアクチュエータが挙げられる。動力シリンダの一例として、油圧シリンダ、空圧シリンダ、水圧シリンダ、電動シリンダが挙げられる。

[0120] (ホルダユニット)

図 4、図 5、および、図 8 を参照する。ホルダユニット 200 の構成は任意に選択できる。ホルダユニット 200 の構成は例示される構成に限定されない。

[0121] 一例では、ホルダユニット 200 はホルダジョイント 130 の中心軸まわりでホルダジョイント保持具 140 に対して回転できるようにホルダジョイント 130 に支持される。

一例では、ホルダユニット 200 はピン 210 を含む。一例では、ピン 210 は高硬度材料により構成される。高硬度材料の一例として、単結晶ダイヤモンド、多結晶ダイヤモンド、超硬合金が挙げられる。

[0122] 一例では、ピン 210 はホイールホルダ 300 に対して回転できるようにホイールホルダ 300 に支持される。

一例では、ピン 210 はピン 210 の中心軸まわりでピン 210 に対して回転できるようにスクライピングホイール 400 を支持する。

[0123] 一例では、ピン 210 はピン 210 の中心軸に平行な方向に関してピン 210 に対して移動できるようにスクライピングホイール 400 を支持する。

(スクライピングホイール)

図 6 および図 7 を参照する。スクライピングホイール 400 の構成は任意に選択できる。スクライピングホイール 400 の構成は例示される構成に限定されない。

[0124] スクライピングホイール 400 の中心軸を「ホイール中心軸 400C」と

称する。スクライビングホイール400の中心面を「ホイール中心面400F」と称する。一例では、ホイール中心面400Fはスクライビングホイール400の軸方向に関してスクライビングホイール400の中心を通過し、ホイール中心軸400Cに直交する。

[0125] 一例では、スクライビングホイール400の形状はホイール中心面400Fに対して対称または非対称である。

一例では、スクライビングホイール400はスクライビングホイール400の径方向に関して内周部410と外周部420とに区分される。

[0126] 一例では、内周部410はスクライビングホイール400の径方向に関して、ホイール中心軸400Cまわりに設けられる。

一例では、外周部420はスクライビングホイール400の径方向に関して、内周部410に対して外側に設けられる。一例では、外周部420の厚さはスクライビングホイール400の径方向の外方に向かうにつれて薄くなる。

[0127] 一例では、内周部410は貫通部430を含む。一例では、貫通部430はピン210を配置できるように構成される。

一例では、貫通部430は孔431を含む。一例では、孔431はスクライビングホイール400の軸方向に関して内周部410を貫通する。

[0128] 一例では、貫通部430は面取り432を含む。一例では、面取り432は孔431の周囲に形成される。

一例では、外周部420は被加工物をスクライブ加工する刃先部440を含む。一例では、刃先部440はスクライビングホイール400の径方向に関して、外周部420の先端部に設けられる。

[0129] スクライビングホイール400の表面を「ホイール表面401」と称する。内周部410の表面を「内周部表面411」と称する。外周部420の表面を「外周部表面421」と称する。一例では、ホイール表面401は内周部表面411および外周部表面421を含む。

[0130] 一例では、内周部表面411は側面411Aを含む。一例では、側面41

1 Aは基礎平面である。一例では、側面4 1 1 Aはホイール中心面4 0 0 Fに対して平行である。

一例では、内周部表面4 1 1は曲面4 1 1 Bを含む。一例では、曲面4 1 1 Bは孔4 3 1を規定する。一例では、曲面4 1 1 Bはピン2 1 0に接触する。

[0131] 一例では、外周部表面4 2 1は傾斜面である。一例では、外周部表面4 2 1はホイール中心面4 0 0 Fに対して傾斜する。

一例では、スクライピングホイール4 0 0は境界部4 5 0を含む。一例では、境界部4 5 0は内周部表面4 1 1の側面4 1 1 Aと外周部表面4 2 1との間に形成されるエッジ、または、これに相当する部分を含む。

[0132] (基礎部と導電部)

図2、図6、および、図7を参照する。一例では、基礎部3 0はスクライピングホイール4 0 0の本体を構成する。一例では、基礎部3 0は内周部4 1 0および外周部4 2 0に区分される。

[0133] 一例では、導電部4 0は基礎部3 0の内周部4 1 0上および外周部4 2 0上の少なくとも一方に形成される。基礎部3 0の内周部4 1 0上および外周部4 2 0上に導電部4 0が形成される例では、導電部4 0は内周部4 1 0および外周部4 2 0に区分される。基礎部3 0に対する形成範囲に関する導電部4 0の構成(以下「導電部構成」という)について例示する。

[0134] 第1例では、導電部4 0は基礎部3 0の内周部4 1 0上の全部、および、基礎部3 0の外周部4 2 0上の全部に形成される。内周部4 1 0は基礎部3 0および導電部4 0を含む。外周部4 2 0は基礎部3 0および導電部4 0を含む。

[0135] 第2例では、導電部4 0は基礎部3 0の内周部4 1 0上の一部、および、基礎部3 0の外周部4 2 0上の全部に形成される。内周部4 1 0は基礎部3 0および導電部4 0を含む。外周部4 2 0は基礎部3 0および導電部4 0を含む。

[0136] 第3例では、導電部4 0は基礎部3 0の内周部4 1 0上の全部、および、

基礎部 30 の外周部 420 上の一部に形成される。内周部 410 は基礎部 30 および導電部 40 を含む。外周部 420 は基礎部 30 および導電部 40 を含む。

[0137] 第 4 例では、導電部 40 は基礎部 30 の内周部 410 上の一部、および、基礎部 30 の外周部 420 上の一部に形成される。内周部 410 は基礎部 30 および導電部 40 を含む。外周部 420 は基礎部 30 および導電部 40 を含む。

[0138] 第 5 例では、導電部 40 は基礎部 30 の内周部 410 上の全部に形成される。導電部 40 は基礎部 30 の外周部 420 上に形成されない。内周部 410 は基礎部 30 および導電部 40 を含む。外周部 420 は基礎部 30 を含む。

[0139] 第 6 例では、導電部 40 は基礎部 30 の内周部 410 上の一部に形成される。導電部 40 は基礎部 30 の外周部 420 上に形成されない。内周部 410 は基礎部 30 および導電部 40 を含む。外周部 420 は基礎部 30 を含む。

[0140] 第 7 例では、導電部 40 は基礎部 30 の内周部 410 上に形成されない。導電部 40 は基礎部 30 の外周部 420 上の全部に形成される。内周部 410 は基礎部 30 を含む。外周部 420 は基礎部 30 および導電部 40 を含む。

[0141] 第 8 例では、導電部 40 は基礎部 30 の内周部 410 上に形成されない。導電部 40 は基礎部 30 の外周部 420 上の一部に形成される。内周部 410 は基礎部 30 を含む。外周部 420 は基礎部 30 および導電部 40 を含む。

[0142] 導電部構成に関する第 2 例～第 8 例の構成では、ホイール表面 401 は基礎部表面 31 および導電部表面 41 を含む。ホイール表面 401 は電気絶縁性を有する基礎部表面 31、および、電気伝導性を有する導電部表面 41 により構成される。

[0143] 導電部構成に関する第 2 例では、基礎部表面 31 における内周部表面 41

1の一部はホイール表面401を構成する。

導電部構成に関する第3例では、基礎部表面31における外周部表面42

1の一部はホイール表面401を構成する。

[0144] 導電部構成に関する第4例では、基礎部表面31における内周部表面411の一部および基礎部表面31における外周部表面421の一部はホイール表面401を構成する。

導電部構成に関する第5例では、基礎部表面31における外周部表面421の全部はホイール表面401を構成する。

[0145] 導電部構成に関する第6例では、基礎部表面31における内周部表面411の一部および基礎部表面31における外周部表面421の全部はホイール表面401を構成する。

導電部構成に関する第7例では、基礎部表面31における内周部表面411の全部はホイール表面401を構成する。

[0146] 導電部構成に関する第8例では、基礎部表面31における内周部表面411の全部および基礎部表面31における外周部表面421の一部はホイール表面401を構成する。

一例では、基礎部30は電気絶縁体のみにより構成される、または、電気絶縁体および電気伝導体により構成される。一例では、基礎部30を構成する電気絶縁体は電気絶縁性を有する単結晶部32である。電気的特性に関する基礎部30の構成(以下「基礎部構成」という)について例示する。

[0147] 第1例では、基礎部30の内周部410の内部は電気絶縁体のみにより構成される。基礎部30の内周部410の内部には電気伝導体は形成されない。基礎部30の外周部420の内部は電気絶縁体のみにより構成される。基礎部30の外周部420の内部には電気伝導体は形成されない。

[0148] 第2例では、基礎部30の内周部410の内部は電気絶縁体および電気伝導体により構成される。基礎部30の外周部420の内部は電気絶縁体のみにより構成される。基礎部30の外周部420の内部には電気伝導体は形成されない。

[0149] 第3例では、基礎部30の内周部410の内部は電気絶縁体のみにより構成される。基礎部30の内周部410の内部には電気伝導体は形成されない。基礎部30の外周部420の内部は電気絶縁体および電気伝導体により構成される。

[0150] 第4例では、基礎部30の内周部410の内部は電気絶縁体および電気伝導体により構成される。基礎部30の外周部420の内部は電気絶縁体および電気伝導体により構成される。

[0151] 基礎部構成に関する第1例～第4例の構成は技術的な整合性が取れる範囲において、導電部構成に関する第1例～第8例の構成と組み合わせることが許容される。

(ホイールホルダ)

図8を参照する。ホイールホルダ300の構成は任意に選択できる。ホイールホルダ300の構成は例示される構成に限定されない。

[0152] 一例では、ホイールホルダ300に対して横方向、縦方向、および、奥行方向が規定される。ホイールホルダ300の横方向はX軸に平行である。ホイールホルダ300の縦方向はZ軸に平行である。ホイールホルダ300の奥行方向はY方向に平行である。

[0153] 図8の左右方向はX軸に平行である。図8の上下方向はZ軸に平行である。図8に対する垂直方向はY軸に平行である。

一例では、ホイールホルダ300はホルダ本体部310を含む。一例では、ホルダ本体部310はホルダジョイント130に結合される。ホルダジョイント130およびホルダ本体部310の構成について例示する。

[0154] 第1例では、ホルダ本体部310はホルダジョイント130に対して着脱できるように構成される。第2例では、ホルダ本体部310はホルダジョイント130と一体的に構成される。

[0155] 一例では、ホイールホルダ300はピン支持部320を含む。一例では、ピン支持部320はホイールホルダ300の縦方向に関してホルダ本体部310に対して下方向に位置する。

- [0156] 一例では、ピン支持部 320 は底面 320F を含む。一例では、底面 320F は被加工物に対向する。一例では、スクライピングホイール 400 が被加工物に接触した状態では、底面 320F と被加工物の表面との間に空間が形成される。
- [0157] 一例では、ピン支持部 320 は第 1 ピン支持部 321 および第 2 ピン支持部 322 を含む。一例では、各ピン支持部 321、322 はホイールホルダ 300 の横方向に関して間隔を空けて設けられる。
- [0158] 一例では、ホイールホルダ 300 はホイール配置空間 330 を含む。一例では、ホイール配置空間 330 はホイールホルダ 300 の横方向に関して、第 1 ピン支持部 321 と第 2 ピン支持部 322 との間に形成される。一例では、ホイール配置空間 330 はスクライピングホイール 400 を配置できるように形成される。
- [0159] 一例では、ホイールホルダ 300 の横方向に関して、スクライピングホイール 400 の側面 411A と第 1 ピン支持部 321 との間には微小な隙間が形成される。
- 一例では、ピン 210 の中心軸に平行な方向に関して、ピン 210 に対するスクライピングホイール 400 の移動にともないスクライピングホイール 400 の側面 411A と第 1 ピン支持部 321 とが接触する場合がある。
- [0160] 一例では、ホイールホルダ 300 の横方向に関して、スクライピングホイール 400 の側面 411A と第 2 ピン支持部 322 との間には微小な隙間が形成される。
- 一例では、ピン 210 の中心軸に平行な方向に関して、ピン 210 に対するスクライピングホイール 400 の移動にともないスクライピングホイール 400 の側面 411A と第 2 ピン支持部 322 とが接触する場合がある。
- [0161] 一例では、各ピン支持部 321、322 はピン配置空間 323 を含む。一例では、ピン配置空間 323 は各ピン支持部 321、322 を貫通する孔を含む。一例では、ピン配置空間 323 はピン 210 を配置できるように形成される。

- [0162] 一例では、ピン 2 1 0 の形状は円柱である。一例では、ピン 2 1 0 は第 1 端部 2 1 1、第 2 端部 2 1 2、および、中間部 2 1 3 を含む。
- 一例では、第 1 端部 2 1 1 は第 1 ピン支持部 3 2 1 のピン配置空間 3 2 3 に配置される。一例では、ピン 2 1 0 の第 2 端部 2 1 2 は第 2 ピン支持部 3 2 2 のピン配置空間 3 2 3 に配置される。
- [0163] 一例では、中間部 2 1 3 はピン 2 1 0 の中心軸に平行な方向に関して第 1 端部 2 1 1 と第 2 端部 2 1 2 との間に設けられる。一例では、中間部 2 1 3 はスクライビングホイール 4 0 0 の孔 4 3 1 に配置される。
- [0164] 一例では、ホイールホルダ 3 0 0 は抜止部 3 4 0 を含む。一例では、抜止部 3 4 0 はピン 2 1 0 がピン支持部 3 2 0 の外部に移動しないようにピン配置空間 3 2 3 の開口を閉鎖する。
- [0165] (効果)
- 工具ユニット 1 0 またはダイヤモンド工具 2 0 により得られる効果の一例として、以下のような効果が挙げられる。
- [0166] 一例では、ダイヤモンド工具 2 0 は単結晶ダイヤモンドにより構成される単結晶部 3 2 を含む基礎部 3 0 と、単結晶部 3 2 上に形成される導電部 4 0 とを含む。導電部 4 0 は工具表面 2 1 を構成する導電部表面 4 1 を含む。基礎部 3 0 は電気絶縁性を有する単結晶部 3 2 のみにより構成される。
- [0167] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。工具表面 2 1 が導電性を有するため、工具表面 2 1 が帯電しにくくなる。工具表面 2 1 に加工屑が付着しにくくなる。
- 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。工具表面 2 1 と被加工物との間に加工物が堆積しにくくなる。ダイヤモンド工具 2 0 の加工性能が低下することが抑制される。
- [0168] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。基礎部 3 0 が単結晶部 3 2 のみにより構成されるため、安価な単結晶ダイヤモンドにより基礎部 3 0 を形成することができる。
- [0169] 一例では、導電部 4 0 は水素終端ダイヤモンド 4 2 を含む。

上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部40に水素終端ダイヤモンド42が含まれるため、導電部40の導電性が高くなる。

[0170] 一例では、基礎部30は水素終端層43および不純物層44を含む。不純物層44は単結晶部32上に形成される。水素終端層43は不純物層44上に形成される。水素終端層43は水素終端ダイヤモンド42を含む。

[0171] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部40に水素終端層43および不純物層44が含まれるため、導電部40の導電性が高くなる。

一例では、導電部40の導電部表面41は工具表面21の全部を構成する。

[0172] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。工具表面21に加工屑が付着しにくくなる。

一例では、導電部抵抗率は上限導電部抵抗率以下である。

[0173] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部40が帯電しにくくなる。工具表面21が帯電しにくくなる。

一例では、導電部40の厚さは上限導電部厚さ以下である。

[0174] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。基礎状態のダイヤモンド工具20の基礎部表面31の形状と、導電部表面41の形状との間に相違が生じにくくなる。これは例えば、導電部40の合成にともないダイヤモンド工具20の加工性能が低下することを抑制することに寄与する。

[0175] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。導電部40の合成にかかる時間が短くなる。

一例では、ダイヤモンド工具20はスクライビングホイール400である。

[0176] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。スクライビングホイール400により被加工物をスクライブ加工する場合、スクライビングホイール400に加工屑が付着しにくくなる。

[0177] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。被加工物の

加工に関する加工品質および加工精度が向上する。スクライビングホイール 400 の寿命が長くなる。

一例では、工具ユニット 10 はダイヤモンド工具 20 と、ダイヤモンド工具 20 を支持する工具支持部 11 とを含む。

[0178] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。工具表面 21 が帯電しにくくなる。工具表面 21 に加工屑が付着しにくくなる。ダイヤモンド工具 20 と工具支持部 11 との間に加工屑が滞留しにくくなる。

[0179] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。工具支持部 11 に加工屑が付着しにくくなる。

上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。被加工物の加工に関する加工品質および加工精度が向上する。スクライビングホイール 400 の寿命が長くなる。

[0180] (効果 2)

工具ユニット 10 またはダイヤモンド工具 20 により得られる効果の一例として、以下のような効果が挙げられる。

[0181] 一例では、基礎部表面 31 は単結晶部 32 により構成される。導電部 40 は基礎部表面 31 上に形成される。

上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部表面 41 の粗さが小さくなる。

[0182] 一例では、導電部 40 の厚さは下限導電部厚さ以上である。

上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。工具表面 21 の帯電を抑制することに寄与する導電性を有する導電部 40 が形成されやすくなる。

[0183] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。導電部表面 41 が摩耗した場合にも導電部表面 41 により工具表面 21 が構成される状態が維持されやすくなる。

一例では、水素終端層厚さは下限水素終端層厚さ以上である。

[0184] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。工具表面 21 の帯

電を抑制することに寄与する導電性を有する水素終端層 4 3 が形成されやすくなる。

上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。導電部表面 4 1 が摩耗した場合にも導電部表面 4 1 により工具表面 2 1 が構成される状態が維持されやすくなる。

[0185] 一例では、水素終端層厚さは上限水素終端層厚さ以下である。

上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。基礎状態のダイヤモンド工具 2 0 の基礎部表面 3 1 の形状と、導電部表面 4 1 の形状との間に相違が生じにくくなる。これは例えば、導電部 4 0 の合成にともないダイヤモンド工具 2 0 の加工性能が低下することを抑制することに寄与する。

[0186] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。導電部 4 0 の合成にかかる時間が短くなる。

一例では、不純物層厚さは下限不純物層厚さ以上である。

[0187] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。工具表面 2 1 の帯電を抑制することに寄与する導電性を有する不純物層 4 4 が形成されやすくなる。

上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。導電部表面 4 1 が摩耗した場合にも導電部表面 4 1 により工具表面 2 1 が構成される状態が維持されやすくなる。

[0188] 一例では、不純物層厚さは上限不純物層厚さ以下である。

上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。基礎状態のダイヤモンド工具 2 0 の基礎部表面 3 1 の形状と、導電部表面 4 1 の形状との間に相違が生じにくくなる。これは例えば、導電部 4 0 の合成にともないダイヤモンド工具 2 0 の加工性能が低下することを抑制することに寄与する。

[0189] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。導電部 4 0 の合成にかかる時間が短くなる。

一例では、原料ガスにおける炭素源の濃度は所定炭素源濃度範囲に含まれる。

[0190] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部40が適切に合成されやすくなる。

一例では、不純物源濃度は所定不純物源濃度範囲に含まれる。

[0191] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。不純物層44が適切に合成されやすくなる。

一例では、フィラメント温度は所定フィラメント温度範囲に維持される。

[0192] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。導電部40が適切に合成されやすくなる。

(効果3)

ホルダユニット200またはスクライビングホイール400により得られる効果の一例として、以下のような効果が挙げられる。

[0193] 一例では、導電部40の導電部表面41はホイール表面401の一部または全部を構成する。

上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。ホイール表面401に加工屑が付着しにくくなる。ホイール表面401とホイールホルダ300との間に加工屑が堆積しにくくなる。

[0194] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。スクライビングホイール400の回転性が向上する。

上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。被加工物の加工に関する加工品質および加工精度が向上する。スクライビングホイール400の寿命が長くなる。

[0195] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。スクライビングホイール400の回転性に関する指標の一例として、スクライビングホイール400と被加工物との間に生じる摩擦力に関する摩擦係数が選択される。

[0196] スクライブ加工装置によるスクライブ加工において、スクライビングホイール400が被加工物上を走行した距離の増加に対して摩擦係数が増加しにくくなる。一例では、スクライビングホイール400が被加工物上を走行し

た距離が所定距離以下である場合、摩擦係数が増加しない。

[0197] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。ピン支持部 320 の底面 320F にカレットが付着しにくくなる。

一例では、スクライピングホイール 400 の導電部表面 41 は内周部表面 411 の一部または全部を構成する。

[0198] 上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。内周部表面 411 に加工屑が付着しにくくなる。内周部表面 411 とピン支持部 320 との間に加工屑が堆積しにくくなる。

[0199] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。スクライピングホイール 400 の回転性が向上する。

上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。被加工物の加工に関する加工品質および加工精度が向上する。スクライピングホイール 400 の寿命が長くなる。

[0200] 一例では、スクライピングホイール 400 の導電部表面 41 は貫通部 430 の孔 431 を規定する内周部表面 411 の曲面 411B の一部または全部を構成する。

上記構成によれば、例えば次のような効果が得られる。内周部表面 411 の曲面 411B に加工屑が付着しにくくなる。曲面 411B とピン 210 との間に加工屑が堆積しにくくなる。

[0201] 上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。スクライピングホイール 400 の回転性が向上する。

上記構成によれば、例えば次のような効果がさらに得られる。被加工物の加工に関する加工品質および加工精度が向上する。スクライピングホイール 400 の寿命が長くなる。

[0202] なお、本発明に関するダイヤモンド工具および工具ユニットが取り得る形態は上記各実施形態に記載の説明に制限されない。本発明に関するダイヤモンド工具および工具ユニットは各実施形態に例示された形態とは異なる形態を取り得る。その例として、各実施形態の構成の一部を置換、変更、もしくは

は、省略した形態、または、各実施形態に新たな構成を付加した形態が挙げられる。

符号の説明

- [0203] 1 0 : 工具ユニット
 1 1 : 工具支持部
 2 0 : ダイヤモンド工具
 3 0 : 基礎部
 3 2 : 単結晶部
 4 0 : 導電部
 4 1 : 導電部表面
 4 2 : 水素終端ダイヤモンド
 4 3 : 水素終端層
 4 4 : 不純物層
 4 0 0 : スクライピングホイール

請求の範囲

- [請求項1] 単結晶ダイヤモンドにより構成される単結晶部を含む基礎部と、
前記単結晶部上に形成される導電部とを含むダイヤモンド工具であ
って、
前記導電部は前記ダイヤモンド工具の表面を構成する導電部表面を
含み、
前記基礎部は電気絶縁性を有する前記単結晶部のみにより構成され
る
ダイヤモンド工具。
- [請求項2] 前記導電部表面は水素終端ダイヤモンドを含む
請求項1に記載のダイヤモンド工具。
- [請求項3] 前記導電部は水素終端層および不純物層を含み、
前記不純物層は前記単結晶部上に形成され、
前記水素終端層は前記不純物層上に形成され、前記水素終端ダイヤ
モンドを含む
請求項2に記載のダイヤモンド工具。
- [請求項4] 前記導電部表面は前記ダイヤモンド工具の表面の全部を構成する
請求項3に記載のダイヤモンド工具。
- [請求項5] 前記導電部の電気抵抗率は $10\ \Omega\text{cm}$ 以下である
請求項1に記載のダイヤモンド工具。
- [請求項6] 前記導電部の厚さは 2000nm 以下である
請求項1に記載のダイヤモンド工具。
- [請求項7] 前記ダイヤモンド工具はスクライビングホイールである
請求項1～6のいずれか一項に記載の工具。
- [請求項8] 請求項1～6のいずれか一項に記載のダイヤモンド工具と、
前記ダイヤモンド工具を支持する工具支持部とを含む
工具ユニット。