

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-177587
(P2022-177587A)

(43)公開日 令和4年12月1日(2022.12.1)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
B 2 4 B 53/04 (2012.01)	B 2 4 B 53/04	3 C 0 4 7
B 2 4 B 53/00 (2006.01)	B 2 4 B 53/00	A
B 2 4 B 53/047 (2006.01)	B 2 4 B 53/047	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-83954(P2021-83954)	(71)出願人	000001247
(22)出願日	令和3年5月18日(2021.5.18)		株式会社ジェイテクト
			愛知県刈谷市朝日町一丁目1番地
		(74)代理人	110000028弁理士法人明成国際特許事務所
		(72)発明者	渡邊 明
			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	野中 雄遥
			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)	3C047 AA13 AA16 BB04 BB12

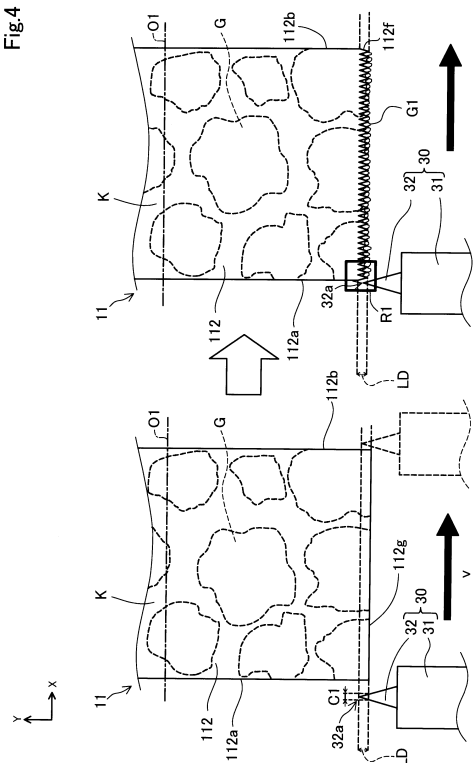
(54)【発明の名称】 砥石修正方法

(57)【要約】

【課題】砥石の外周面をドレッサで削るドレッシング（砥石修正）によって、研削面の表面に生じた遊離砥粒を除去する技術を提供する。

【解決手段】砥石修正方法は、回転する砥石の外周面にドレッサを予め定められた切り込み量で切り込み、砥石の幅方向にドレッサを移動させて外周面を削ることによって砥石の外周面に研削面を形成するドレッシング工程と、ドレッシング工程の後に、ドレッサを砥石に対して切り込み量未満の範囲で相対的に後退させた後に、ドレッサを幅方向に移動させることで、ドレッシング工程で生じた外周面の遊離砥粒を除去する遊離砥粒除去工程と、を備える。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

砥石修正方法であって、

回転する砥石の外周面にドレッサを予め定められた切り込み量で切り込み、前記砥石の幅方向に前記ドレッサを移動させて前記外周面を削ることによって前記砥石の前記外周面に研削面を形成するドレッシング工程と、

前記ドレッシング工程の後に、前記ドレッサを前記砥石に対して前記切り込み量未満の範囲で相対的に後退させた後に、前記ドレッサを前記幅方向に移動させることで、前記ドレッシング工程で生じた前記研削面の遊離砥粒を除去する遊離砥粒除去工程と、を備える、砥石修正方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の砥石修正方法であって、

前記遊離砥粒除去工程において、前記砥石が 1 回転する間に前記ドレッサが前記幅方向に移動する距離であるドレッサ移動距離は、前記ドレッシング工程において前記砥石が 1 回転する間に前記ドレッサが前記幅方向に移動する距離と同じである、砥石修正方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の砥石修正方法であって、

前記遊離砥粒除去工程において、前記ドレッサを相対的に後退させる距離は、前記切り込み量の 0.5 倍以上 0.6 倍以下である、砥石修正方法。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の砥石修正方法であって、

前記ドレッサは、単石ドレッサである、砥石修正方法。

20

【請求項 5】

請求項 4 に記載の砥石修正方法であって、

前記ドレッサは、前記外周面と対向する先端側が前記幅方向において前記単石ドレッサの X 倍（X は 1 より大きい数）の長さを有するインプリドレッサであり、

前記単石ドレッサを用いて前記ドレッシング工程と前記遊離砥粒除去工程とを実行するときのドレッサ移動距離を Y とした場合に、前記インプリドレッサを用いて前記ドレッシング工程と前記遊離砥粒除去工程とを実行する場合のドレッサ移動距離は、前記 Y の X 倍である、砥石修正方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、砥石修正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、砥石の外周の外周面にドレッサを接触させると共に、砥石とドレッサとを砥石幅方向に相対移動させることにより、砥石のドレッシング（砥石修正）を行う技術が知られている（特許文献 1）。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 特開 2020-179431 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

砥石修正では、砥石の外周面をドレッサで削ることによって研削面を形成するため、研削面の表面に削り取られた砥石としての遊離砥粒が生じる。この遊離砥粒を除去せずに、研削対象物の研削を行った場合、研削対象物の被研削面にスクラッチ傷が生じる場合がある。よって、砥石修正において生じた遊離砥粒を除去する技術が望まれる。

50

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示は、以下の形態として実現することが可能である。

【0006】

(1) 本開示の一形態によれば、砥石修正方法が提供される。この砥石修正方法は、砥石修正方法であって、回転する砥石の外周面にドレッサを予め定められた切り込み量で切り込み、前記砥石の幅方向に前記ドレッサを移動させて前記外周面を削ることによって前記砥石の前記外周面に研削面を形成するドレッシング工程と、前記ドレッシング工程の後に、前記ドレッサを前記砥石に対して前記切り込み量未満の範囲で相対的に後退させた後に、前記ドレッサを前記幅方向に移動させることで、前記ドレッシング工程で生じた前記研削面の遊離砥粒を除去する遊離砥粒除去工程と、を備える。この形態によれば、ドレッシング工程の後に、ドレッサを砥石に対して切り込み量未満の範囲で相対的に後退させた後に、回転する砥石に対してドレッサを幅方向に移動させることで、ドレッサによって遊離砥粒を除去できる。

10

(2) 上記形態であって、前記遊離砥粒除去工程において、前記砥石が1回転する間に前記ドレッサが前記幅方向に移動する距離であるドレッサ移動距離は、前記ドレッシング工程において前記砥石が1回転する間に前記ドレッサが前記幅方向に移動する距離と同じであってもよい。この形態によれば、遊離砥粒除去工程において、ドレッサと遊離砥粒とが当接する確率を向上させることができる。すなわち、回転する砥石の研削面上に付着した遊離砥粒をドレッサによってより確実に除去できる。

20

(3) 上記形態であって、前記遊離砥粒除去工程において、前記ドレッサを相対的に後退させる距離は、前記切り込み量の0.5倍以上0.6倍以下であってもよい。この形態によれば、遊離砥粒除去工程において、ドレッサと遊離砥粒とが当接する確率をさらに向上させることができる。すなわち、砥石の研削面上に付着した遊離砥粒をドレッサによってより確実に除去できる。

(4) 上記形態であって、前記ドレッサは、単石ドレッサであってもよい。この形態によれば、単石ドレッサをドレッサとして用いることができる。

(5) 上記形態であって、前記ドレッサは、前記外周面と対向する先端側が前記幅方向において前記単石ドレッサのX倍(Xは1より大きい数)の長さを有するインプリドレッサであり、前記単石ドレッサを用いて前記ドレッシング工程と前記遊離砥粒除去工程とを実行するときのドレッサ移動距離をYとした場合に、前記インプリドレッサを用いて前記ドレッシング工程と前記遊離砥粒除去工程とを実行する場合のドレッサ移動距離は、前記YのX倍であってもよい。

30

本開示は、上記の砥石修正方法以外の種々の形態で実現することが可能である。例えば、砥石修正装置の製造方法、砥石修正装置の制御方法、砥石修正装置を備えた研削盤(以下、砥石修正システム)の製造方法、砥石修正システムの制御装置、砥石修正システムの制御方法、その制御方法を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムに記録した一時的でない記録媒体等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

40

【図1】 研削盤の全体構成を示す平面図。

【図2】 砥石修正方法の流れを示すフローチャート。

【図3】 遊離砥粒除去工程の流れを示すフローチャート。

【図4】 第1実施形態における砥石修正方法を説明するための図。

【図5】 図4の領域の拡大図。

【図6】 第2実施形態における砥石修正方法を説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

A. 第1実施形態：

図1は、研削盤1の全体構成を示す平面図である。図1では、研削盤1を床面等の水平

50

な設置面に載置した状態で、研削盤 1 を上方向側から見たときの状態を模式的に示している。研削盤 1 は、研削対象物としてのワーク W に対して、砥石 11 を接触させると共に、ワーク W と砥石 11 とを相対的に移動させることでワーク W の表面を研削加工する工作機械である。本実施形態では、研削盤 1 は円筒研削盤である。また、ワーク W は、本実施形態では、円筒形状を成す。ワーク W は、例えば、金属やセラミックで形成される。なお、ワーク W の形状および材料は、これに限られるものではない。

【0009】

図 1 には、互いに直交する軸としての X 軸および Y 軸が描かれている。X 軸および Y 軸は、研削盤 1 が床面等の水平な設置面に載置された状態において水平な軸である。X 軸に沿った X 方向は、砥石 11 の幅方向である。Y 方向は、後述するドレッシング工程（ステップ S1）においてドレッサ 30 を切り込む切り込み方向に沿った方向である。X 軸および Y 軸に沿った方向で正負を問わないものは、それぞれ幅方向 X、切り込み方向 Y とする。

10

【0010】

研削盤 1 は、本実施形態の砥石修正方法が実行される砥石修正装置を含む。研削盤 1 は、ベッド 2 と、砥石台 10 と、Y 軸送り装置 50 と、ワーク支持装置 20 と、X 軸送り装置 60 と、ドレッサ 30 と、制御装置 40 と、を備える。

【0011】

ベッド 2 は、研削盤 1 の各構成要素 10、20、30、50、60 を支持する。ベッド 2 は、複数の面を有する。ベッド 2 は、例えば、鋳鉄により形成される。

20

【0012】

砥石台 10 は、ベッド 2 の一部に支持される。砥石台 10 は、砥石 11 と、砥石軸 12 とを備える。砥石台 10 は、砥石 11 と、砥石軸 12 と、砥石回転駆動装置 15 とを支持する。砥石台 10 は、ガードレール上に案内支持されている。また、砥石台 10 は、Y 軸送り装置 50 に接続されている。Y 軸送り装置 50 は、Y 軸モータ 51 を含む。Y 軸モータ 51 は、Y 軸送り装置 50 に駆動力を与える。この Y 軸送り装置 50 により、砥石台 10 は、切り込み方向 Y に移動可能となる。

【0013】

砥石 11 は、ワーク W の表面を研削加工する。砥石 11 は、コア 111 と、砥石層 112 と、により構成される。本実施形態では、コア 111 は、鉄等の材料が円盤状に形成された金属コアである。コア 111 は、砥石軸 12 に対して図示しないボルト等により着脱可能に連結される。砥石層 112 は、研削加工の際にワーク W と接触する研削面 112f を外周に形成する。砥石層 112 は、コア 111 の外周に、例えば、多数のアルミナ系の砥粒 G がビトリファイドボンドやレジンボンド等の結合材 K により結合された構成である。具体的には、砥粒 G と結合材 K とを混合して焼き固めることで砥石層 112 が形成される。本実施形態では、砥粒 G の平均砥粒径は、100 μm 程度である。本実施形態では、砥石層 112 は、円盤状に形成されており、コア 111 よりも径が大きくなるように設けられた、いわゆる砥石車である。以下において、砥石 11 の外周部分のうち、切り込み方向 Y において最大径となる部分を外周面 112g とする。また、後述するドレッシング工程（ステップ S1）において外周面 112g を削ることで形成され、ワーク W や後述するドレッサ 30 と接触する部分を研削面 112f とする。つまり、研削面 112f は、外周面 112g から窪んだ溝を形成する面である。なお、砥石 11 の形状や砥石台 10 の構成は、これに限られるものではない。

30

40

【0014】

砥石軸 12 は、砥石 11 を回転可能に支持する。砥石軸 12 は、砥石台 10 に図示しない軸受を介して回転可能に支持されている。砥石軸 12 は、砥石 11 の回転軸である砥石回転軸 O1 を形成する。本実施形態では、砥石回転軸 O1 が延びる方向は、水平方向である。砥石回転軸 O1 が延びる方向は、幅方向 X と一致する。

【0015】

砥石回転駆動装置 15 は、砥石軸 12 を予め定められた回転数で回転駆動させる。これ

50

により、砥石 11 は砥石回転軸 O1 回りに回転する。砥石回転駆動装置 15 は、図示しないモータを備える。砥石回転駆動装置 15 と砥石軸 12 とは、接続されている。なお、砥石 11 の回転速度は、砥石回転駆動装置 15 のモータの回転数により制御される。

【0016】

ワーク支持装置 20 は、ワーク W の回転軸であるワーク回転軸 O2 回りに回転可能となるように、幅方向 X においてワーク W の両端を支持する。本実施形態では、ワーク回転軸 O2 が延びる方向は、水平方向である。ワーク回転軸 O2 が延びる方向は、幅方向 X と一致する。ワーク支持装置 20 は、テーブル 21 と、主軸台 22 と、心押台 23 と、主軸回転駆動装置 26 と、ドレッサ保持部 22a とを有する。

【0017】

テーブル 21 は、ベッド 2 上に配置され、ガードレール上に案内支持されている。テーブル 21 は、X 軸送り装置 60 に接続されている。X 軸送り装置 60 は、X 軸モータ 61 を含む。X 軸モータ 61 は、X 軸送り装置 60 に駆動力を与える。この X 軸送り装置 60 により、テーブル 21 は、幅方向 X に移動可能となる。

【0018】

主軸台 22 および心押台 23 は、テーブル 21 の上面に対向して配置され、ワーク W の一端と他端とをそれぞれ支持する。主軸台 22 は、チャック 24 と、主軸 27 とを備える。チャック 24 は、ワーク W の一端を把持する。

【0019】

主軸回転駆動装置 26 は、主軸台 22 に設けられている。主軸回転駆動装置 26 は、主軸 27 を予め定められた回転数で回転駆動させる。具体的には、主軸回転駆動装置 26 が主軸 27 に駆動力を与え、これにより主軸 27 が回転する。その結果、チャック 24 を介してワーク W がワーク回転軸 O2 回りに回転する。主軸回転駆動装置 26 は、図示しないモータを含む。なお、ワーク W の回転速度は、例えば、主軸回転駆動装置 26 の図示しないモータの回転数により制御される。

【0020】

心押台 23 は、センタ 25 を備える。心押台 23 は、幅方向 X において、ワーク W の他端側に主軸台 22 と対向するように設けられる。センタ 25 は、ワーク W の他端を把持する。心押台 23 は、ワーク W の他端をセンタ 25 で回転可能に支持する。具体的には、センタ 25 の一端がワーク W の他端と当接し、ワーク W を把持する。ワーク W は、チャック 24 とセンタ 25 とによってテーブル 21 の移動方向（幅方向 X）と平行なワーク回転軸 O2 回りに回転可能に支持されると共に、主軸回転駆動装置 26 により回転駆動される。

【0021】

ドレッサ保持部 22a は、ガードレール上に案内支持されており、ガードレールに沿って幅方向 X に移動した場合にドレッサ 30 が砥石 11 に接触し得る位置に設けられる。ドレッサ保持部 22a は、ドレッサ 30 を固定保持する。ドレッサ保持部 22a は、X 軸モータ 61 により駆動力を与えられて、幅方向 X に移動可能となる。なお、ドレッサ保持部 22a は、後述するドレッシング工程（ステップ S1）および遊離砥粒除去工程（ステップ S2）を実行していない場合には、図 1 に示すように、ワーク W の周囲のうち砥石 11 とワーク W とが対向して研削加工が行われる領域以外の領域に配置される。

【0022】

ドレッサ 30 は、後述するドレッシング工程（ステップ S1）において、外周面 112g を削ることで砥石 11 の外周面 112g を修正する工具である。また、ドレッサ 30 は、後述する遊離砥粒除去工程（ステップ S2）において、砥石 11 の研削面 112f に付着している後述する遊離砥粒 G1 を除去するための工具でもある。本実施形態では、ドレッサ 30 は、単石ドレッサである。ドレッサ 30 は、支持部材 31 と、ダイヤモンド単石 32 と、により構成される。支持部材 31 は、ダイヤモンド単石 32 を支持する部材であり、ドレッサ保持部 22a に取り外し可能に固定される。ダイヤモンド単石 32 は、外周面 112g を削るための砥石修正部材である。以下において、ダイヤモンド単石 32 の先端をドレッサ 30 の先端 32a とする。

10

20

30

40

50

【0023】

制御装置40は、加工プログラムの実行により数値制御することで、ワークWの研削加工や後述するドレッシング工程（ステップS1）および遊離砥粒除去工程（ステップS2）を制御する。本実施形態では、制御装置40は、CPU、ROM、RAM、ハードディスク等を有するコンピュータを用いて構成されたCNC制御装置である。制御装置40は、砥石回転駆動装置15と、主軸回転駆動装置26と、Y軸送り装置50と、X軸送り装置60と、にそれぞれ電氣的に接続されている。さらに、制御装置40は、図示しない各種センサが接続されており、各センサからの信号を処理すると共に、上述した各構成要素15, 26, 50, 60の駆動を制御する。なお、制御装置40は、これに限られるものではない。制御装置40は、研削盤1の各構成要素15, 26, 50, 60等を制御できればよく、他の構成要素を付加的に備えてもよい。制御装置40は、例えば、加工プログラム等を入力するための図示しない入力装置と、制御装置40の処理内容や処理状況等を出力するための図示しない出力装置と、を備えてもよい。また、制御装置40の少なくとも一部の機能は、ハードウェア回路によって構成されてもよい。

10

【0024】

以上で説明した研削盤1を前提として、本実施形態の砥石修正方法について説明する。図2は、砥石修正方法の流れを示すフローチャートである。図3は、砥石修正方法のうち、遊離砥粒除去工程（ステップS2）の流れを示すフローチャートである。砥石修正方法は、図2に示すように、ドレッシング工程（ステップS1）と、遊離砥粒除去工程（ステップS2）と、を有する。

20

【0025】

図4は、第1実施形態における砥石修正方法を説明するための図である。図4では、砥石11とドレッサ30との位置関係を模式的に示している。図4では、砥粒Gを出来るだけ大きく描くことによって、幅方向Xにおける砥石層112の長さ（幅）と、切り込み方向Yにおける砥石層112の長さ（厚み）とは、一部のみを図示している。図4の左図は、ドレッシング工程（ステップS1）を実行する前の状態における砥石11とドレッサ30との位置関係を示している。また、図4の右図は、ドレッシング工程（ステップS1）を実行した後に、遊離砥粒除去工程（ステップS2）を実行する前の状態における砥石11とドレッサ30との位置関係を示している。図4の右図には、後述する遊離砥粒G1も併せて図示している。図5は、図4の領域R1の拡大図である。以下において、まず、図4の左図を用いてドレッシング工程（ステップS1）について説明する。

30

【0026】

ドレッシング工程（ステップS1）は、砥石11の外周面112gをドレッサ30のチップであり、幅方向Xに長さC1を有するダイヤモンド単石32によって削ることにより、砥石11のうち砥石層112に含まれる複数の砥粒Gに研削面112fを形成する工程である。長さC1は、ドレッサ30のチップのうちで、研削に寄与する部分の長さである。図4では、砥石層112に含まれる複数の砥粒Gのうち、代表して一部の砥粒Gを模式的に図示している。ドレッシング工程（ステップS1）では、1分間当たりの所定の回転数 r [rpm]で回転する砥石11の外周面112gにドレッサ30を予め定められた切り込み量LDで切り込む。具体的には、まず、ドレッサ30を幅方向Xに移動させて砥石11と近接した位置に配置する。この状態において、砥石11を切り込み方向Yのうちでドレッサ30に向かう方向（-Y方向）に移動させることで、ドレッサ30を砥石11の外周面112gから砥石軸12へ向かう方向である+Y方向に切り込ませる。すなわち、本実施形態では、ドレッサ30の切り込み方向Yにおける位置は移動せず、砥石11が切り込み方向Yに移動することで、切り込み方向Yにおけるドレッサ30と砥石11との相対的な位置関係を変化させる。ドレッシング工程（ステップS1）開始時において、図4の左図に実線で示すように、ドレッサ30の先端32aは、外周面112gから切り込み量LDの長さ分だけ+Y方向に切り込まれた状態で、砥石11の幅方向Xの一端112a側に位置している。ドレッシング工程（ステップS1）における切り込み量LDは任意である。本実施形態では、切り込み量LDは $10\mu\text{m}$ であり、砥粒Gの平均砥粒径 100μ

40

50

m程度の10分の1程度である。

【0027】

続いて、回転する砥石11に対して、幅方向Xに予め設定した移動速度 v でドレッサ30を1回移動（トラバース）させることにより外周面112gを削る。つまり、砥石11が1回転する間にドレッサ30が幅方向Xに移動する距離であるドレッサ移動距離D1だけ移動する。ドレッサ移動距離D1は、ドレッサ30のうちダイヤモンド単石32の幅方向Xにおける長さC1と同程度である。具体的には、ドレッサ30を外周面112gに切り込んだ状態において、幅方向Xの一端112a側から他端112b側に向けて移動させる。ドレッシング工程（ステップS1）終了時において、ドレッサ30は、図4の左図に点線で示すように、ドレッサ30の先端32aが外周面112gから切り込み量LDの長さ分だけ+Y方向に切り込まれた状態で、砥石11の幅方向Xの他端112b側に位置している。このように、ドレッサ30を外周面112gに切り込み、幅方向Xに移動させる。これにより、砥石11の外周面112gは、砥石11の1分間当たりの所定の回転数 r [rpm]と、砥石11に対してドレッサ30を幅方向Xに移動（トラバース）させる移動速度 v と、によって求められる所望の表面粗さとなるようにドレッシング（砥石修正）される。

10

【0028】

ここで、ドレッシング工程（ステップS1）では、砥石11の外周面112gをドレッサ30で削っているため、研削面112f上には削り取られた砥石としての遊離砥粒G1が生じる。この遊離砥粒G1を除去せずに、ワークWの研削を行った場合、ワークWの被研削面にスクラッチ傷が生じる場合がある。そのため、本実施形態の砥石修正方法では、ドレッシング工程（ステップS1）の後に、以下に示す遊離砥粒除去工程（ステップS2）を実行することで、砥石11の研削面112f上から遊離砥粒G1を除去する。

20

【0029】

なお、本実施形態では、ドレッシング工程（ステップS1）終了時において、ドレッサ30は、砥石11の幅方向Xの他端112b側に位置している。本実施形態では、遊離砥粒除去工程（ステップS2）を開始する前に、ドレッサ30をドレッシング工程（ステップS1）の開始時の位置まで戻した状態とし、砥石11の一端112a側から遊離砥粒除去工程（ステップS2）を開始する。また、理解の容易のため、図4の右図では、研削面112f上に付着している多数の遊離砥粒G1の一部のみを代表的に図示している。

30

【0030】

以下において、ドレッシング工程（ステップS1）の後に実行される遊離砥粒除去工程（ステップS2）について、図3～図5を用いて説明する。図3に示すように、遊離砥粒除去工程（ステップS2）は、ドレッサ位置決定工程（ステップS22）と、トラバース工程（ステップS24）と、を有する。遊離砥粒除去工程（ステップS2）は、砥石11をドレッシング工程（ステップS1）と同じ回転数 r [rpm]で回転させた状態において、ドレッサ30を砥石11に対して幅方向Xに移動速度 v で移動（トラバース）させることによって行う。

【0031】

図4および図5に示すように、ドレッサ位置決定工程（ステップS22）では、砥石11をドレッサ30から離れる方向に移動させることで、ドレッサ30を切り込み量LD未満の範囲で-Y方向側に相対的に後退させる。まず、図5に示すように、ドレッサ30を切り込み量LD未満の範囲で-Y方向側に相対的に後退させる距離である後退距離L1を決定する。以下において、後退距離L1の決定方法について説明する。

40

【0032】

ドレッサ30と研削面112fとは、トラバース工程（ステップS24）でドレッサ30を幅方向Xに移動させる過程において、遊離砥粒G1とドレッサ30とが当接し得る状態となる位置に設ける必要がある。すなわち、後退距離L1は、遊離砥粒G1の大きさ未満とする必要がある。

【0033】

50

このとき、遊離砥粒 G 1 は、様々な形状を成すことが考えられる。本実施形態では、理解の容易のために、図 4 に示すように、遊離砥粒 G 1 は、断面視において円形に近い形状を成すと仮定して説明する。

【0034】

ここで、遊離砥粒 G 1 は、ドレッシング工程（ステップ S 1）において外周面 1 1 2 g が切り込み方向 Y に切り込み量 L D の長さだけ削り取られたときに生じた切り屑である。よって、遊離砥粒 G 1 の平均砥粒径は、切り込み量 L D に 0.7 ~ 0.9 を乗じた程度の大きさであると考えられる。このことから、トラバース工程（ステップ S 2 4）でドレッサ 3 0 を幅方向 X に移動させる過程において、遊離砥粒 G 1 とドレッサ 3 0 とを当接し得る状態とするための後退距離 L 1 は、切り込み量 L D 未満の範囲であればよい。図 4 の右図および図 5 では、後退距離 L 1 が切り込み量 L D 未満かつ切り込み量 L D の半分よりも大きい位置にドレッサ 3 0 の先端 3 2 a が位置する場合を例示している。

【0035】

このようにして後退距離 L 1 を決定する。さらに、決定した後退距離 L 1 となるように、ドレッサ 3 0 を -Y 方向側に相対的に後退させる。具体的には、砥石 1 1 をドレッサ 3 0 から離れる方向（+Y 方向）に移動させることで、ドレッサ 3 0 を後退距離 L 1 の分だけ相対的に後退させる。研削面 1 1 2 f は砥石 1 1 の外周に形成された螺旋状の溝である。螺旋状の溝は、研削面 1 1 2 f のうちで切り込み方向 Y において砥石軸 1 2 に近接する側である奥側ほど幅が狭くなる。遊離砥粒 G 1 は、径を有するので、螺旋状の溝の奥側でなく、奥側とは反対側の手前側に付着しやすい。ドレッシング工程（ステップ S 1）時に形成された螺旋状の溝に倣って、遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）時においてもドレッサ 3 0 が通過することが望ましい。しかし、ドレッサ 3 0 の位置は、大抵の場合、溝の幅方向にずれる。ドレッサ 3 0 の位置が溝の幅方向にずれた場合、後退距離 L 1 が小さいと、遊離砥粒 G 1 を除去できる量が増えるが、研削面 1 1 2 f をドレッシングする量が増える。後退距離 L 1 が大きいと、遊離砥粒 G 1 を除去できる量が少なくなるが、研削面 1 1 2 f をドレッシングする量が少なくなる。

【0036】

次に、図 4 に示すように、トラバース工程（ステップ S 2 4）で、回転する砥石 1 1 に対して、ドレッサ 3 0 を幅方向 X に移動（トラバース）させることにより遊離砥粒 G 1 を脱落させて除去する。ここで、遊離砥粒 G 1 は、単に研削面 1 1 2 f 上に付着しているだけである。つまり、物理的に他の物体と当接させた場合に遊離砥粒 G 1 は研削面 1 1 2 f から脱落する状態である。そのため、トラバース工程（ステップ S 2 4）では、ドレッサ 3 0 を幅方向 X に移動させる過程において、研削面 1 1 2 f 上の遊離砥粒 G 1 に当接させる。これにより、遊離砥粒 G 1 がドレッサ 3 0 によって研削面 1 1 2 f から払い落とされることで、研削面 1 1 2 f 上の遊離砥粒 G 1 は除去される。

【0037】

ここで、トラバース工程（ステップ S 2 4）では、円盤状を成す砥石 1 1 が回転している。よって、トラバース工程（ステップ S 2 4）において、回転する砥石 1 1 の研削面 1 1 2 f に付着している遊離砥粒 G 1 に対して、ドレッサ 3 0 を当接させるためには、砥石 1 1 が 1 回転する間にドレッサ 3 0 が移動する距離をドレッシング工程（ステップ S 1）と同程度以下にすることが好ましい。以下、トラバース工程（ステップ S 2 4）において、砥石 1 1 が 1 回転する間にドレッサ 3 0 が幅方向 X に移動する距離をドレッサ移動距離 D 1 とする。ドレッサ移動距離 D 1 の決定方法について、以下で説明する。

【0038】

遊離砥粒 G 1 は、砥石 1 1 の研削面 1 1 2 f の各部に付着している。仮に、ドレッサ移動距離 D 1 が適切でない場合について考える。例えば、ドレッサ移動距離 D 1 が極端に長い場合として、ドレッサ移動距離 D 1 が砥石 1 1 の幅方向 X における長さと同じ距離にしたとする。この場合、ドレッサ 3 0 は、砥石 1 1 が 1 回転する間に砥石 1 1 の一端 1 1 2 a から他端 1 1 2 b まで移動する。このとき、砥石 1 1 が 1 回転する間におけるドレッサ移動距離 D 1 を遊離砥粒 G 1 の平均砥粒径以上とした場合、ドレッサ 3 0 が遊離砥粒 G 1

10

20

30

40

50

と当接する前に砥石 11 の他端 112b に到達する。すなわち、ドレッサ 30 は、研削面 112f に付着した遊離砥粒 G1 を確実に除去することができないまま、砥石 11 の他端 112b に到達する。これに対して、遊離砥粒 G1 の平均砥粒径は切り込み量 LD に $0.7 \sim 0.9$ を乗じた程度である。そのため、遊離砥粒除去工程（ステップ S2）において、砥石 11 の 1 回転当たりのドレッサ移動距離 D1 は、ドレッシング工程（ステップ S1）における砥石 11 の 1 回転当たりのドレッサ移動距離 D1 と同じにすることが望ましい。この場合、後退距離 L1 は、切り込み量 LD の 0.5 倍以上 0.6 倍以下の値が望ましい。ここで、図 5 に示すように、外周面 112g に形成された溝（研削面 112f）のうちで、切り込み方向 Y における奥側の端を底部 B とする。手前側の端は、外周面 112g と一致する。遊離砥粒 G1 の中心は、砥石 11 の外周面 112g に形成された溝（研削面 112f）のうちで、外周面 112g から $1/2 LD$ だけ底部 B 側に入った部分と外周面 112g との間に存在する。遊離砥粒除去工程（ステップ S2）におけるドレッサ移動距離 D1 を、ドレッシング工程（ステップ S1）におけるドレッサ移動距離 D1 の半分にした場合、後退距離 L1 は、切り込み量の 4 分の 3 とすることが望ましい。

10

【0039】

上記実施形態によれば、ドレッシング工程（ステップ S1）において砥石 11 の外周面 112g をドレッサ 30 で削ることにより生じる遊離砥粒 G1 を、遊離砥粒除去工程（ステップ S2）で除去する。これにより、研削面 112f 上の遊離砥粒 G1 をドレッサ 30 によって除去するため、砥石修正方法を実行した後に、研削対象物としてのワーク W の研削を行った場合にワーク W の被研削面に生じるスクラッチ傷の発生を低減できる。

20

【0040】

また、上記実施形態によれば、ドレッシング工程（ステップ S1）の後に、ドレッサ 30 を砥石 11 に対して切り込み量 LD 未満の範囲で相対的に後退させた後に、回転する砥石 11 に対してドレッサ 30 を幅方向 X に移動させることで、ドレッサ 30 によって遊離砥粒 G1 を除去できる。すなわち、ドレッシング工程（ステップ S1）と遊離砥粒除去工程（ステップ S2）とを実行する過程で、ドレッサ 30 と研削面 112f との相対的な位置関係を変えることで、ドレッサ 30 によって遊離砥粒 G1 を除去できる。そのため、遊離砥粒 G1 を除去するための別部材を用いた別工程を実行することなく、ドレッシング工程（ステップ S1）から遊離砥粒除去工程（ステップ S2）までを連続した一連の工程で実行できる。これにより、砥石修正に要する時間を短縮できる。また、遊離砥粒 G1 を除去するための別部材を要しないため、製品単価を低減できる。

30

【0041】

また、上記実施形態によれば、ドレッサ位置決定工程（ステップ S22）において、後退距離 L1 とドレッサ移動距離 D1 とを決定した上でトラバース工程（ステップ S24）を実行する。これにより、回転する砥石 11 の研削面 112f 上の遊離砥粒 G1 を効率的に除去できる。

【0042】

さらに、上記実施形態であれば、後退距離 L1 を切り込み量 LD の 0.5 倍以上 0.6 倍以下とすることができる。これにより、遊離砥粒除去工程（ステップ S2）においてドレッサ 30 と遊離砥粒 G1 とが当接する確率をさらに向上できる。換言すると、トラバース工程（ステップ S24）におけるドレッサ 30 の幅方向 X への移動回数が 1 回であっても、より確実に研削面 112f 上の遊離砥粒 G1 を除去できる。

40

【0043】

B. 第 2 実施形態：

図 6 は、第 2 実施形態における砥石修正方法を説明するための図である。図 6 では、砥石 11 とインプリドレッサ 80 との位置関係を模式的に示している。図 6 では、砥粒 G を出来るだけ大きく描くことによって、幅方向 X における砥石層 112 の長さ（幅）と、切り込み方向 Y における砥石層 112 の長さ（厚み）とは、一部のみを図示している。図 6 の左図は、ドレッシング工程（ステップ S1）を実行する前の状態における砥石 11 とインプリドレッサ 80 との位置関係を示している。図 6 の右図は、ドレッシング工程（ステ

50

ップS 1) を実行した後に、遊離砥粒除去工程 (ステップS 2) を実行する前の状態における砥石1 1とインプリドレッサ8 0との位置関係を示している。図6の右図には、遊離砥粒G 1も併せて図示している。図6の右図では、図4の右図と同様、理解の容易のため、研削面1 1 2 f上に付着している多数の遊離砥粒G 1の一部のみを代表的に図示している。なお、遊離砥粒G 1の形状は本開示に限られるものではない。本実施形態にて説明するインプリドレッサ8 0は、断面視において三角形に近い形状を成す遊離砥粒やその他様々な形状を成す遊離砥粒においても適用可能である。

【0044】

本実施形態では、単石ドレッサとしてのドレッサ3 0の代わりに、幅広のインプリドレッサ8 0を用いた場合について説明する。インプリドレッサ8 0は、ドレッサ3 0と同様の機能を有する工具である。インプリドレッサ8 0は、外周面1 1 2 gと対向する先端側が幅方向Xにおいて単石ドレッサのX倍 (Xは1より大きい数) の長さC 2を有する。すなわち、インプリドレッサ8 0は、ドレッシング工程 (ステップS 1) において、外周面1 1 2 gを削ることで砥石1 1の外周面1 1 2 gを修正する工具であり、遊離砥粒除去工程 (ステップS 2) において、砥石1 1の研削面1 1 2 fに付着している遊離砥粒G 1を除去するための工具でもある。インプリドレッサ8 0は、支持部材としてのシャンク8 1と、砥石修正部材としてのチップ8 2とによって構成される。

【0045】

チップ8 2は、多数の砥粒が結合材によって結合された砥石修正部材であり、外周面1 1 2 gを削る。チップ8 2に含まれる砥粒は、例えば、ダイヤモンド砥粒である。チップ8 2は、幅方向Xに長さC 2を有する。チップ8 2は、外周面1 1 2 gと対向する先端部8 2 aを有する。チップ8 2の先端部8 2 aは、チップ8 2に含まれる多数の砥粒の一部が突出した状態となっている。チップ8 2に含まれる多数の砥粒のうちで、この突出した部分によって外周面1 1 2 gを削ることで、砥石1 1の外周面1 1 2 gはドレッシング (砥石修正) される。シャンク8 1は、チップ8 2を支持する支持部材であり、ドレッサ保持部2 2 aに取り外し可能に固定される。チップ8 2の基端側はシャンク8 1に取り付けられる。

【0046】

なお、本実施形態における装置構成およびは、図1に示した第1実施形態と同様であるため、説明を省略する。本実施形態の砥石修正方法は、図2に示した第1実施形態と同様に、ドレッシング工程 (ステップS 1) と、遊離砥粒除去工程 (ステップS 2) とを備える。また、本実施形態における遊離砥粒除去工程 (ステップS 2) は、図3に示した第1実施形態と同様に、ドレッサ位置決定工程 (ステップS 2 2) と、トラバース工程 (ステップS 2 4) とを備える。本実施形態は、砥石修正においてインプリドレッサ8 0が用いられる点と、ドレッシング工程 (ステップS 1) および遊離砥粒除去工程 (ステップS 2) におけるドレッサ移動距離D 2が異なる点とが第1実施形態と相違する。以下において、インプリドレッサ8 0を用いた本実施形態の砥石修正方法を説明する。なお、本実施形態におけるドレッシング工程 (ステップS 1) (図6の左図) およびドレッサ位置決定工程 (ステップS 2 2) は、第1実施形態 (図4) と同様であるため、説明を省略する。

【0047】

ドレッシング工程 (ステップS 1) および遊離砥粒除去工程 (ステップS 2) において、チップ8 2 (長さC 2) を備えたインプリドレッサ8 0を用いる場合、ダイヤモンド単石3 2 (長さC 1) を備えたドレッサ3 0を用いる場合と比べて、以下の点で相違する。インプリドレッサ8 0を用いる場合は、ドレッサ3 0を用いる場合よりも、幅方向Xにおいて長さC 2 - C 1の分だけ研削面1 1 2 fに接触しないし対向する部分が長い。そのため、インプリドレッサ8 0を外周面1 1 2 gと対向した状態で幅方向Xに移動させる場合、単石ドレッサであるドレッサ3 0を用いる場合と比べて、長さC 2 - C 1の分だけ移動距離を稼ぐことができる。よって、単石ドレッサとしてのドレッサ3 0を用いてドレッシング工程 (ステップS 1) と遊離砥粒除去工程 (ステップS 2) とを実行する場合のドレッサ移動距離をYとした場合には、以下のようにすればよい。インプリドレッサ8 0を用い

てドレッシング工程（ステップ S 1）と遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）とを実行する場合のドレッサ移動距離 D 2 は、Y の X 倍とすればよい。例えば、長さ C 1 のダイヤモンド単石 3 2 を幅方向 X において 3 つ並べたインプリドレッサ 8 0 であって、長さ C 2（この場合、 $C 2 = C 1 \times 3$ ）のチップ 8 2 を備えたインプリドレッサ 8 0 を用いる場合を考える。この場合、ドレッシング工程（ステップ S 1）および遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）において、回転する砥石 1 1 に対してインプリドレッサ 8 0 を幅方向 X に移動させるときのドレッサ移動距離 D 2 は、ドレッサ 3 0 を使用した場合のドレッサ移動距離 D 1 に 3 を乗じた値に決定することが好ましい。なお、トラバース工程（ステップ S 2 4）におけるインプリドレッサ 8 0 および砥石 1 1 の移動態様は、図 4 の右図を用いて説明した第 1 実施形態と同様である。また、外周面 1 1 2 g に形成される螺旋状の溝の数は、チップ 8 2 の先端部 8 2 a に露出している砥粒の数と一致する。例えば、ドレッシング工程（ステップ S 1）において、3 つのダイヤモンド単石 3 2 を幅方向 X に並べたインプリドレッサ 8 0 を使用した場合、外周面 1 1 2 g には 3 重螺旋状の溝が形成される。

10

【0048】

上記実施形態であっても、ドレッシング工程（ステップ S 1）において砥石 1 1 の外周面 1 1 2 g をインプリドレッサ 8 0 で削ることにより生じる遊離砥粒 G 1 を、遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）で除去する。これにより、研削面 1 1 2 f 上の遊離砥粒 G 1 をインプリドレッサ 8 0 によって除去するため、砥石修正方法を実行した後に、研削対象物としてのワーク W の研削を行った場合にワーク W の被研削面に生じるスクラッチ傷の発生を低減できる。

20

【0049】

また、上記実施形態であっても、ドレッシング工程（ステップ S 1）の後に、インプリドレッサ 8 0 を砥石 1 1 に対して切り込み量 L D 未満の範囲で相対的に後退させた後に、回転する砥石 1 1 に対してインプリドレッサ 8 0 を幅方向 X に移動させることで、インプリドレッサ 8 0 によって遊離砥粒 G 1 を除去できる。すなわち、ドレッシング工程（ステップ S 1）と遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）とを実行する過程で、インプリドレッサ 8 0 と研削面 1 1 2 f との相対的な位置関係を変えることで、インプリドレッサ 8 0 によって遊離砥粒 G 1 を除去できる。そのため、遊離砥粒 G 1 を除去するための別部材を用いた別工程を実行することなく、ドレッシング工程（ステップ S 1）から遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）までを連続した一連の工程で実行できる。これにより、砥石修正に要する時間を短縮できる。また、遊離砥粒 G 1 を除去するための別部材を要しないため、製品単価を低減できる。

30

【0050】

また、上記実施形態であっても、ドレッサ位置決定工程（ステップ S 2 2）において、後退距離 L 1 とドレッサ移動距離 D 2 とを決定した上でトラバース工程（ステップ S 2 4）を実行する。これにより、回転する砥石 1 1 の研削面 1 1 2 f 上の遊離砥粒 G 1 を効率的に除去できる。

【0051】

また、上記実施形態であれば、単石ドレッサとしてのドレッサ 3 0 を用いてドレッシング工程（ステップ S 1）と遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）とを実行する場合のドレッサ移動距離を Y とした場合に、以下のようにすることができる。インプリドレッサ 8 0 を用いてドレッシング工程（ステップ S 1）と遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）とを実行する場合のドレッサ移動距離 D 2 は、Y の X 倍とすることができる。すなわち、インプリドレッサ 8 0 を用いる場合は、単石ドレッサとしてのドレッサ 3 0 を用いる場合よりも、幅方向 X において、長さ C 2 - C 1 の分だけ砥石 1 1 が 1 回転する間の移動距離を伸ばすことができる。その結果、トラバース工程（ステップ S 2 4）の開始から終了までに要する時間を短縮することができるため、砥石修正に要する時間を短縮することができる。

40

【0052】

C. 他の実施形態：

C-1. 他の実施形態 1：

50

上記実施形態では、ドレッシング工程（ステップ S 1）および遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）において、ドレッサ 30 とインプリドレッサ 80 とのいずれか一方が幅方向 X へ移動する回数は 1 回であった。しかし、本開示は、これに限られるものではない。ドレッシング工程（ステップ S 1）において、ドレッサ 30 とインプリドレッサ 80 とのいずれか一方が幅方向 X に移動する回数は、複数回としてもよい。

【0053】

C-2. 他の実施形態 2 :

上記実施形態では、単石ドレッサであるドレッサ 30 とインプリドレッサ 80 とのいずれか一方を使用してドレッシング工程（ステップ S 1）と遊離砥粒除去工程（ステップ S 2）とを実行していた。しかし、ドレッサは、単石ドレッサやインプリドレッサ 80 以外の他のドレッサでもよい。他のドレッサは、例えば、複数のダイヤモンドを 1 本の支持部材 31 に固定した多石ドレッサであってもよい。

10

【0054】

C-3. 他の実施形態 3 :

上記実施形態では、研削盤 1 は円筒研削盤であった。しかし、本開示は、これに限られるものではない。研削盤 1 は、内面研削盤やセンターレス研削盤、平面研削盤等の他の研削盤であってもよい。

【0055】

C-4. 他の実施形態 4 :

上記実施形態では、ドレッサ 30 やインプリドレッサ 80、その他のドレッサ等の工具（以下、ドレッサ等）は、切り込み方向 Y には移動せず幅方向 X にのみ移動していた。また、砥石台 10 と共に移動する砥石 11 は、幅方向 X には移動せず切り込み方向 Y にのみ移動していた。これにより、ドレッサ等と砥石 11 の研削面 112 f との位置関係を相対的に変化させていた。しかし、本開示は、これに限られるものではない。ドレッサ 30 等は、幅方向 X と切り込み方向 Y との両方に移動可能に設けられてもよい。

20

【0056】

本開示は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

30

【符号の説明】

【0057】

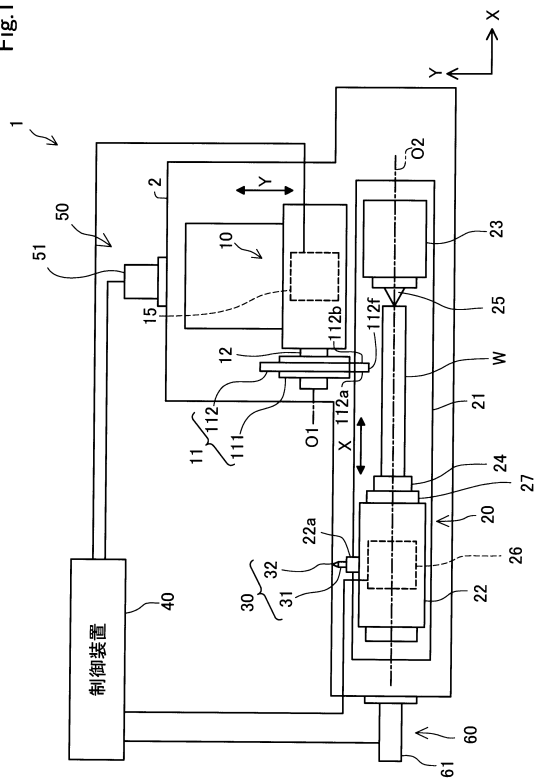
1 … 研削盤、2 … ベッド、10 … 砥石台、11 … 砥石、12 … 砥石軸、15 … 砥石回転駆動装置、20 … ワーク支持装置、21 … テーブル、22 … 主軸台、22a … ドレッサ保持部、23 … 心押台、24 … チャック、25 … センタ、26 … 主軸回転駆動装置、27 … 主軸、30 … ドレッサ、31 … 支持部材、32 … ダイヤモンド単石、32a … 先端、40 … 制御装置、50 … Y 軸送り装置、51 … Y 軸モータ、60 … X 軸送り装置、61 … X 軸モータ、80 … インプリドレッサ、81 … シャンク、82 … チップ、82a … 先端部、111 … コア、112 … 砥石層、112a … 一端、112b … 他端、112f … 研削面、112g … 外周面、B … 底部、C1, C2 … 長さ、D1, D2 … ドレッサ移動距離、G … 砥粒、G1 … 遊離砥粒、K … 結合材、L1 … 後退距離、LD … 切り込み量、O1 … 砥石回転軸、O2 … ワーク回転軸、R1 … 領域、S1 … ドレッシング工程、S2 … 遊離砥粒除去工程、S22 … ドレッサ位置決定工程、S24 … トラバース工程、v … 移動速度、W … ワーク、X … 幅方向、Y … 切り込み方向

40

【図面】

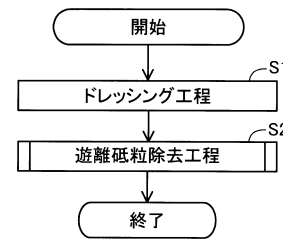
【図 1】

File 1



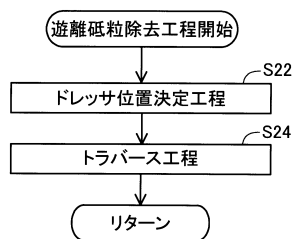
【圖 2】

Fig.2



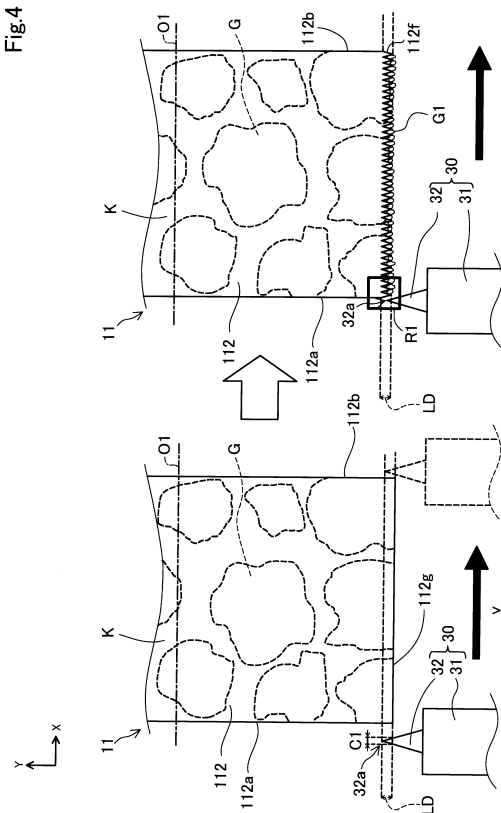
【圖 3】

Fig.3



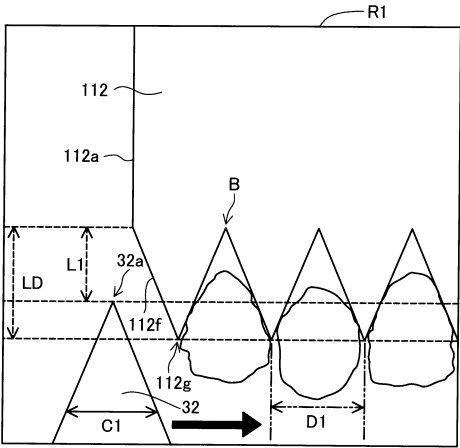
【図 4】

Fig. 4



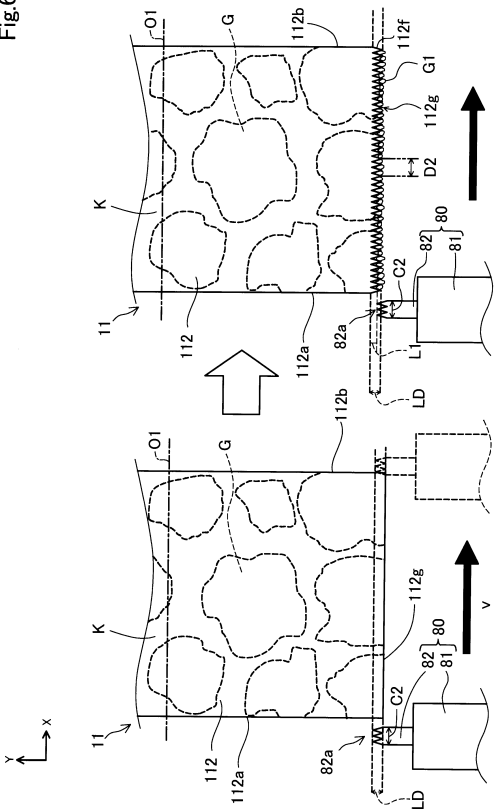
【図 5】

Fig.5



【図 6】

Fig.6



10

20

30

40

50