

明 細 書

発明の名称： 切断装置、及び切断品の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、切断装置、及び切断品の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特開 2 0 0 2 - 3 1 3 7 5 3 号公報（特許文献 1）は、ダイシング装置を開示する。このダイシング装置においては、加工部によってワークが加工され、ワークの加工時に加工部に切削水が供給される。加工部に供給される切削水の量は、流量調節器によって調節される。このダイシング装置においては、切削水の流量を検出する流量センサの検出信号をフィードバック信号として流量調節器を制御することによって、切削水の流量の変動が抑制される（特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2 0 0 2 - 3 1 3 7 5 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記特許文献 1 に開示されているダイシング装置において、加工部に供給される切削水（プロセス水の一例）の流量は、外乱要素（例えば、ダイシング装置へ切削水を供給する給水設備の水圧変動）の影響を受ける。外乱要素次第では、切削水の流量制御において、応答性が悪化し、オーバーシュートが発生する。上記特許文献 1 においては、このような問題を解決するための手段が開示されていない。

[0005] 本発明は、このような問題を解決するためになされたものであって、その目的は、プロセス水の流量制御において、応答性の悪化及びオーバーシュートの発生を抑制可能な切断装置、及び切断品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

[0006] 本発明のある局面に従う切断装置は、切断装置の外部の給水設備からプロセス水の供給を受ける。切断装置は、切断部と、供給部と、検出部と、調節部と、制御部とを備える。切断部は、切断対象物を切断する。供給部は、切断対象物及び切断部の少なくとも一方へ給水設備から供給されたプロセス水を直接的又は間接的に供給する。検出部は、供給部によって供給されるプロセス水の流量を検出する。調節部は、供給部によって供給されるプロセス水の流量を調節する。制御部は、切断対象物の切断前に外乱要素に基づいて調節部を制御するフィードフォワード制御と、検出部による検出結果に基づいて検出結果が目標値に近付くように調節部を制御するフィードバック制御との両方を行なう。

[0007] 本発明の他の局面に従う切断品の製造方法は、上記切断装置を用いた切断品の製造方法であって、上記切断装置を用いて切断対象物を切断するステップを含む。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、プロセス水の流量制御において、応答性の悪化及びオーバーシュートの発生を抑制可能な切断装置、及び切断品の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]切断装置を模式的に示す平面図である。

[図2]切断装置におけるプロセス水の流路の構成を模式的に示す図である。

[図3]コンピュータのハードウェア構成を模式的に示す図である。

[図4]フィードバック制御が行なわれた場合の供給部における切削水の流量の推移の一例を示す図である。

[図5]供給部における切削水の流量の制御に関する制御ブロック図である。

[図6]補正值テーブルの一例を示す図である。

[図7]フィードバック制御及びフィードフォワード制御の両方が行なわれた場合の供給部における切削水の流量の推移の一例を示す図である。

[図8]フィードバック制御における処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図9]フィードフォワード制御における処理手順の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施の形態」とも称する。）について、図面を用いて詳細に説明する。なお、図中同一又は相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。また、各図面は、理解の容易のために、適宜対象を省略又は誇張して模式的に描かれている。

[0011] [1. 構成]

<1-1. 切断装置の全体構成>

図1は、本実施の形態に従う切断装置1を模式的に示す平面図である。切断装置1は、パッケージ基板（切断対象物の一例）を切断することによって、該パッケージ基板を複数の電子部品（パッケージ部品（切断品の一例））に個片化するように構成されている。パッケージ基板においては、半導体チップが装着された基板又はリードフレームが樹脂封止されている。なお、切断対象物は、必ずしもパッケージ基板である必要はなく、例えば、樹脂封止されていない基板（ウエーハを含む。）であってもよい。

[0012] パッケージ基板の一例としては、BGA（Ball Grid Array）パッケージ基板、LGA（Land Grid Array）パッケージ基板、CSP（Chip Size Package）パッケージ基板、LED（Light Emitting Diode）パッケージ基板及びQFN（Quad Flat No-leaded）パッケージ基板が挙げられる。

[0013] また、切断装置1は、個片化された複数の電子部品の各々を検査するように構成されている。切断装置1においては、各電子部品の画像が撮像され、該画像に基づいて各電子部品の検査が行なわれる。該検査を通じて検査データが生成され、各電子部品は「良品」又は「不良品」に分類される。

[0014] この例においては、切断対象物としてパッケージ基板P1が用いられ、切断装置1によってパッケージ基板P1が複数の電子部品S1に個片化される

。以下では、パッケージ基板 P 1 の両面のうち、樹脂封止された面をモールド面と称し、モールド面と反対の面をボール／リード面と称する。なお、切断対象物が樹脂封止されていない基板である場合には、切断時に上を向いている面（切断面）が本実施の形態におけるボール／リード面に相当し、切断面の反対面が本実施の形態におけるモールド面に相当する。

[0015] 図 1 に示されるように、切断装置 1 は、構成要素として、切断モジュール A 1 と、検査・収納モジュール B 1 とを含んでいる。切断モジュール A 1 は、パッケージ基板 P 1 を切断することによって複数の電子部品 S 1 を製造するように構成されている。検査・収納モジュール B 1 は、製造された複数の電子部品 S 1 の各々を検査し、その後、電子部品 S 1 をトレイに収納するように構成されている。切断装置 1 において、各構成要素は、他の構成要素に対して着脱可能かつ交換可能である。

[0016] 切断モジュール A 1 は、主として、基板供給部 3 と、位置決め部 4 と、切断テーブル 5 と、スピンドル部 6 と、搬送部 7 とを含んでいる。

[0017] 基板供給部 3 は、複数のパッケージ基板 P 1 を収容するマガジン M 1 からパッケージ基板 P 1 を 1 つずつ押し出すことによって、パッケージ基板 P 1 を 1 つずつ位置決め部 4 へ供給する。このとき、パッケージ基板 P 1 は、ボール／リード面を上に向けて配置されている。

[0018] 位置決め部 4 は、基板供給部 3 から押し出されたパッケージ基板 P 1 をレール部 4 a 上に配置することによって、パッケージ基板 P 1 の位置決めを行う。その後、位置決め部 4 は、位置決めされたパッケージ基板 P 1 を切断テーブル 5 へ搬送する。

[0019] 切断テーブル 5 は、切断されるパッケージ基板 P を保持する。ここでは、2 個の切断テーブル 5 を有するツインカットテーブル構成の切断装置 1 が例示されている。切断テーブル 5 は、保持部材 5 a と、回転機構 5 b と、移動機構 5 c とを含んでいる。保持部材 5 a は、位置決め部 4 によって搬送されたパッケージ基板 P 1 を下方から吸着することによって、パッケージ基板 P 1 を保持する。回転機構 5 b は、保持部材 5 a を図の $\theta 1$ 方向に回転させる

ことが可能である。移動機構 5 c は、保持部材 5 a を図の Y 軸に沿って移動させることが可能である。

[0020] スピンドル部 6 は、パッケージ基板 P 1 を切断することによって、パッケージ基板 P 1 を複数の電子部品 S 1 に個片化する。ここでは、2 個のスピンドル部 6 を有するツインスピンドル構成の切断装置 1 が例示されている。スピンドル部 6 は、図の X 軸及び Z 軸に沿って移動可能である。なお、切断装置 1 は、一個のスピンドル部 6 を有するシングルスピンドル構成としてもよい。

[0021] スピンドル部 6 は、ブレード 6 a と、回転軸 6 c とを含んでいる。ブレード 6 a は、高速回転することによって、パッケージ基板 P 1 を切断し、パッケージ基板 P 1 を複数の電子部品 S 1 に個片化する。ブレード 6 a は、不図示の第 1 及び第 2 フランジにより挟持された状態で、回転軸 6 c に装着される。第 1 及び第 2 フランジは、ナット等の不図示の締結部材によって回転軸 6 c に固定される。第 1 フランジは奥フランジとも称され、第 2 フランジは外フランジとも称される。

[0022] スピンドル部 6 には、切削水用ノズル（供給部 100, 110（図 2））、冷却水用ノズル（供給部 102, 112）及び端材飛ばし水用ノズル（供給部 120, 122）等が設けられる。切削水用ノズルは、高速回転するブレード 6 a に向かって切削水を噴射する。冷却水用ノズルは、パッケージ基板 P 1 の切断箇所近傍に向かって冷却水を噴射する。端材飛ばし水用ノズルは、切断屑等を飛ばす端材飛ばし水を噴射する。なお、切削水、冷却水及び端材飛ばし水の各々は、プロセス水の一例である。

[0023] 切断テーブル 5 がパッケージ基板 P 1 を吸着した後、第 1 位置確認カメラ 5 d によってパッケージ基板 P 1 が撮像され、パッケージ基板 P 1 の位置が確認される。第 1 位置確認カメラ 5 d を用いた確認は、例えば、パッケージ基板 P 1 上に設けられたマークの位置の確認である。該マークは、例えば、パッケージ基板 P 1 の切断位置を示す。

[0024] その後、切断テーブル 5 は、図の Y 軸に沿いスピンドル部 6 に向かって移

動する。切断テーブル5がスピンドル部6の下方に移動した後、切断テーブル5とスピンドル部6とを相対的に移動させることによって、パッケージ基板P1が切断される。その後、必要に応じてスピンドル部6に備えられている第2位置確認カメラ6bによってパッケージ基板P1が撮像され、パッケージ基板P1の位置等が確認される。第2位置確認カメラ6bを用いた確認は、例えば、パッケージ基板P1の切断位置及び切断幅の確認である。

[0025] 切断テーブル5は、パッケージ基板P1の切断が完了した後、個片化された複数の電子部品S1を吸着した状態で、図のY軸に沿ってスピンドル部6から離れる方向に移動する。この移動過程において、第1クリーナ5eによって、電子部品S1の上面（ボール／リード面）の洗浄及び乾燥が行なわれる。この洗浄は、例えば、電子部品S1の上面に洗浄水を直接的に噴射することによって行なわれてもよいし、電子部品S1の上面にブラシ等を介して洗浄水を供給することによって行なわれてもよい。なお、第1クリーナ5eにおいて使用される洗浄水は、プロセス水の一例である。また、切断装置1においては、図のX軸方向に並ぶ2つの第1クリーナ5eが設けられているが、第1クリーナ5eの数はこれに限定されない。

[0026] 搬送部7は、切断テーブル5に保持された電子部品S1を上方から吸着し、電子部品S1を検査・収納モジュールB1の検査テーブル11へ搬送する。この搬送過程において、第2クリーナ7aによって、電子部品S1の下面（モールド面）の洗浄及び乾燥が行なわれる。この洗浄は、例えば、電子部品S1の下面に洗浄水を直接的に噴射することによって行なわれてもよいし、電子部品S1の下面にブラシ等を介して洗浄水を供給することによって行なわれてもよい。なお、第2クリーナ7aにおいて使用される洗浄水は、プロセス水の一例である。

[0027] 検査・収納モジュールB1は、主として、検査テーブル11と、第1光学検査カメラ12と、第2光学検査カメラ13と、配置部14と、抽出部15とを含んでいる。なお、第1光学検査カメラ12は、切断モジュールA1に設けられていてもよい。

- [0028] 検査テーブル 11 は、電子部品 S1 の光学的な検査のために、電子部品 S1 を保持する。検査テーブル 11 は、図の X 軸に沿って移動可能である。また、検査テーブル 11 は、上下反転することができる。検査テーブル 11 には、電子部品 S1 を吸着することによって電子部品 S1 を保持する保持部材が設けられている。
- [0029] 第 1 光学検査カメラ 12 及び第 2 光学検査カメラ 13 は、電子部品 S1 の両面（ボール／リード面及びモールド面）を撮像する。第 1 光学検査カメラ 12 及び第 2 光学検査カメラ 13 によって生成された撮像画像（画像データ）に基づいて、電子部品 S1 の各種検査が行なわれる。第 1 光学検査カメラ 12 及び第 2 光学検査カメラ 13 の各々は、検査テーブル 11 の近傍において、上方を撮像するように配置されている。
- [0030] 第 1 光学検査カメラ 12 は、搬送部 7 によって検査テーブル 11 へ搬送される電子部品 S1 のモールド面を撮像する。その後、搬送部 7 は、検査テーブル 11 の保持部材上に電子部品 S1 を載置する。保持部材が電子部品 S1 を吸着した後、検査テーブル 11 は上下反転する。検査テーブル 11 は第 2 光学検査カメラ 13 の上方へ移動し、電子部品 S1 のボール／リード面が第 2 光学検査カメラ 13 によって撮像される。
- [0031] 配置部 14 には、検査済みの電子部品 S1 が配置される。配置部 14 は、図の Y 軸に沿って移動可能である。検査テーブル 11 は、検査済みの電子部品 S1 を配置部 14 に配置する。
- [0032] 抽出部 15 は、配置部 14 に配置された電子部品 S1 をトレイに移送する。電子部品 S1 は、第 1 光学検査カメラ 12 及び第 2 光学検査カメラ 13 を用いた検査の結果に基づいて、「良品」又は「不良品」に分別される。抽出部 15 は、分別の結果に基づいて、各電子部品 S1 を良品用トレイ 15a 又は不良品用トレイ 15b に移送する。すなわち、良品は良品用トレイ 15a に収納され、不良品は不良品用トレイ 15b に収納される。良品用トレイ 15a 及び不良品用トレイ 15b の各々は、電子部品 S1 で満たされると、新たなトレイに取り換えられる。

[0033] 切断装置 1 は、さらにコンピュータ 50 とモニタ 20 とを含んでいる。モニタ 20 は、画像を表示するように構成されている。モニタ 20 は、例えば、液晶モニタ又は有機 EL (Electro Luminescence) モニタ等の表示デバイスで構成される。

[0034] コンピュータ 50 は、例えば、切断モジュール A 1 及び検査・収納モジュール B 1 の各部の動作を制御する。コンピュータ 50 によって、例えば、基板供給部 3、位置決め部 4、切断テーブル 5、スピンドル部 6、搬送部 7、検査テーブル 11、第 1 光学検査カメラ 12、第 2 光学検査カメラ 13、配置部 14、抽出部 15 及びモニタ 20 の動作が制御される。コンピュータ 50 の構成については、後程詳しく説明する。

[0035] <1-2. プロセス水の流路構成>

上述のように、切断装置 1 においては、スピンドル部 6、第 1 クリーナ 5e 及び第 2 クリーナ 7a の各々においてプロセス水が使用される。プロセス水は、切断装置 1 の外部の給水設備 400 (図 2) から切断装置 1 の各部へ供給される。

[0036] 図 2 は、切断装置 1 におけるプロセス水の流路の構成を模式的に示す図である。図 2 に示されるように、給水設備 400 には、供給部 100, 102, 110, 112, 120, 122, 130, 132, 140 の各々が共通の配管 PL1 を通じて接続されている。配管 PL1 は分岐点 PO1 において分岐しており、各分岐先にいずれかの供給部が接続されている。供給部 100, 102, 110, 112, 120, 122, 130, 132, 140 の各々は、切断対象物 (パッケージ基板 P1 及び電子部品 S1 を含む。) 及びブレード 6a の少なくとも一方へ給水設備 400 から供給されたプロセス水を直接的又は間接的に供給するように構成されている。

[0037] 供給部 100, 102 の各々は、一方のスピンドル部 6 に設けられている。供給部 100 は切削水用ノズルで構成されており、供給部 102 は冷却水用ノズルで構成されている。供給部 102 は、第 1 ノズル 104 と、第 2 ノズル 106 とを含んでいる。第 1 ノズル 104 は、標準ノズルとも称され、

標準サイズの切断対象物に冷却水を噴射する場合に用いられる。第2ノズル106は、フォークノズルとも称され、標準サイズより小さいサイズの切断対象物に冷却水を噴射する場合に用いられる。第2ノズル106における供給口の大きさは、第1ノズル104における供給口の大きさよりも小さい。

[0038] 供給部110, 112の各々は、他方のスピンドル部6に設けられている。供給部110は切削水用ノズルで構成されており、供給部112は冷却水用ノズルで構成されている。供給部112は、第1ノズル114と、第2ノズル116とを含んでいる。第1ノズル114は、標準ノズルとも称され、標準サイズの切断対象物に冷却水を噴射する場合に用いられる。第2ノズル116は、フォークノズルとも称され、標準サイズより小さいサイズの切断対象物に冷却水を噴射する場合に用いられる。第2ノズル116における供給口の大きさは、第1ノズル114における供給口の大きさよりも小さい。

[0039] 供給部120, 122の各々は、端材飛ばし水用ノズルで構成されている。供給部120は一方のスピンドル部6に設けられており、供給部122は他方のスピンドル部6に設けられている。供給部130, 132, 140の各々は、洗浄水用ノズルで構成されている。供給部130は一方の第1クリーナ5eに設けられており、供給部132は他方の第1クリーナ5eに設けられている。供給部140は、第2クリーナ7aに設けられている。

[0040] 給水設備400から分岐点P01までの流路上には、流量センサSE10及び圧力計410が配置されている。流量センサSE10は、給水設備400から切断装置1へ供給されるプロセス水の量（水量）を検出するように構成されている。圧力計410は、給水設備400から切断装置1へ供給されるプロセス水の圧力（水圧）を検出するように構成されている。

[0041] 分岐点P01から供給部100までの流路上には、電磁弁300、比例制御弁200及び流量センサSE1がこの順で配置されている。電磁弁300は、コンピュータ50からの制御に従って開閉可能に構成されている。比例制御弁200は、コンピュータ50からの制御に従って開度調節可能に構成されている。比例制御弁200の開度を調節することによって、供給部10

0へ供給されるプロセス水（切削水）の流量を制御することができる。流量センサSE1は、供給部100へ供給されるプロセス水の流量を検出するように構成されている。

[0042] また、分岐点PO1から供給部102までの流路上には、上述の電磁弁300の他に、比例制御弁202、流量センサSE2及び3ポート電磁弁302がこの順で配置されている。比例制御弁202は、コンピュータ50からの制御に従って開度調節可能に構成されている。比例制御弁202の開度を調節することによって、供給部102へ供給されるプロセス水（冷却水）の流量を制御することができる。流量センサSE2は、供給部102へ供給されるプロセス水の流量を検出するように構成されている。3ポート電磁弁302は、コンピュータ50からの制御に従って、プロセス水を第1ノズル104及び第2ノズル106のいずれに供給するかを切り替えるように構成されている。

[0043] 分岐点PO1から供給部110までの流路上には、電磁弁310、比例制御弁210及び流量センサSE3がこの順で配置されている。電磁弁310は、コンピュータ50からの制御に従って開閉可能に構成されている。比例制御弁210は、コンピュータ50からの制御に従って開度調節可能に構成されている。比例制御弁210の開度を調節することによって、供給部110へ供給されるプロセス水（切削水）の流量を制御することができる。流量センサSE3は、供給部110へ供給されるプロセス水の流量を検出するように構成されている。

[0044] また、分岐点PO1から供給部112までの流路上には、上述の電磁弁310の他に、比例制御弁212、流量センサSE4及び3ポート電磁弁312がこの順で配置されている。比例制御弁212は、コンピュータ50からの制御に従って開度調節可能に構成されている。比例制御弁212の開度を調節することによって、供給部112へ供給されるプロセス水（冷却水）の流量を制御することができる。流量センサSE4は、供給部112へ供給されるプロセス水の流量を検出するように構成されている。3ポート電磁弁3

12は、コンピュータ50からの制御に従って、プロセス水を第1ノズル114及び第2ノズル116のいずれに供給するかを切り替えるように構成されている。

[0045] 分岐点PO1から供給部120までの流路上には、電磁弁320、流量センサSE5及びニードル可変絞り弁322がこの順で配置されている。電磁弁320は、コンピュータ50からの制御に従って開閉可能に構成されている。流量センサSE5は、供給部120へ供給されるプロセス水（端材飛ばし水）の流量を検出するように構成されている。ニードル可変絞り弁322は、プロセス水の流量の調節指示を作業者から手動で受け付けるように構成されている。作業者によるニードル可変絞り弁322の操作によって、供給部120へ供給されるプロセス水の流量が調節される。

[0046] 分岐点PO1から供給部122までの流路上には、電磁弁330、流量センサSE6及びニードル可変絞り弁332がこの順で配置されている。電磁弁330は、コンピュータ50からの制御に従って開閉可能に構成されている。流量センサSE6は、供給部122へ供給されるプロセス水（端材飛ばし水）の流量を検出するように構成されている。ニードル可変絞り弁332は、プロセス水の流量の調節指示を作業者から手動で受け付けるように構成されている。作業者によるニードル可変絞り弁332の操作によって、供給部122へ供給されるプロセス水の流量が調節される。

[0047] 分岐点PO1から供給部130までの流路上には、電磁弁340、流量センサSE7及びニードル可変絞り弁342がこの順で配置されている。電磁弁340は、コンピュータ50からの制御に従って開閉可能に構成されている。流量センサSE7は、供給部130へ供給されるプロセス水（洗浄水）の流量を検出するように構成されている。ニードル可変絞り弁342は、プロセス水の流量の調節指示を作業者から手動で受け付けるように構成されている。作業者によるニードル可変絞り弁342の操作によって、供給部130へ供給されるプロセス水の流量が調節される。

[0048] 分岐点PO1から供給部132までの流路上には、電磁弁350、流量セ

ンサSE8及びニードル可変絞り弁352がこの順で配置されている。電磁弁350は、コンピュータ50からの制御に従って開閉可能に構成されている。流量センサSE8は、供給部132へ供給されるプロセス水（洗浄水）の流量を検出するように構成されている。ニードル可変絞り弁352は、プロセス水の流量の調節指示を作業員から手動で受け付けるように構成されている。作業員によるニードル可変絞り弁352の操作によって、供給部132へ供給されるプロセス水の流量が調節される。

- [0049] 分岐点PO1から供給部140までの流路上には、電磁弁360、ニードル調整弁362及び流量センサSE9がこの順で配置されている。電磁弁360は、コンピュータ50からの制御に従って開閉可能に構成されている。ニードル調整弁362は、プロセス水の流量の調節指示を作業員から手動で受け付けるように構成されている。ニードル調整弁362によれば、ニードル可変絞り弁（例えば、ニードル可変絞り弁322, 332, 342, 352）が用いられる場合よりもプロセス水の流量調節を高精度に行なうことができる。作業員によるニードル調整弁362の操作によって、供給部140へ供給されるプロセス水の流量が調節される。流量センサSE9は、供給部140へ供給されるプロセス水（洗浄水）の流量を検出するように構成されている。このように、切断装置1においては、共通の給水設備400から各供給部へプロセス水が供給されている。

- [0050] <1-3. コンピュータのハードウェア構成>

図3は、コンピュータ50のハードウェア構成を模式的に示す図である。図3に示されるように、コンピュータ50は、制御部70と、入出力I/F（interface）90と、受付部95と、記憶部80とを含み、各構成は、バスを介して電氣的に接続されている。

- [0051] 制御部70は、CPU（Central Processing Unit）72、RAM（Random Access Memory）74及びROM（Read Only Memory）76等を含んでいる。制御部70は、情報処理に応じて、コンピュータ50内の各構成要素及び切断装置1内の各構成要素を制御するように構成されている。

[0052] 入出力 I/F 90 は、信号線を介して、切断装置 1 に含まれる各構成要素と通信するように構成されている。入出力 I/F 90 は、コンピュータ 50 から切断装置 1 内の各構成要素へのデータの送信、切断装置 1 内の各構成要素からコンピュータ 50 へ送信されるデータの受信に用いられる。受付部 95 は、ユーザ（作業）からの指示を受け付けるように構成されている。受付部 95 は、例えば、タッチパネル、キーボード、マウス及びマイクの一部又は全部で構成される。

[0053] 記憶部 80 は、例えば、ハードディスクドライブ、ソリッドステートドライブ等の補助記憶装置である。記憶部 80 は、例えば、制御プログラム 81 を記憶するように構成されている。制御プログラム 81 が制御部 70 によって実行されることにより、切断装置 1 における各種動作が実現される。制御部 70 が制御プログラム 81 を実行する場合に、制御プログラム 81 は、RAM 74 に展開される。そして、制御部 70 は、RAM 74 に展開された制御プログラム 81 を CPU 72 によって解釈及び実行することにより各構成要素を制御する。

[0054] [2. プロセス水の流量制御が外乱要素から受ける影響の抑制]

上述のように、例えば、パッケージ基板 P1 の切断時には、パッケージ基板 P1 に向けて切削水及び冷却水（プロセス水の一例）が噴射される。パッケージ基板 P1 の切断時にパッケージ基板 P1 に向けて噴射されるプロセス水（以下、「切削水等」とも称する。）の流量は、製造される電子部品 S1 の品質に影響を与える。電子部品 S1 の品質低下を抑制するためには、切削水等の流量の制御が重要である。切削水及び冷却水のいずれについても同様のことが言えるため、以下では切削水に着目して説明する。

[0055] 例えば、切削水の流量を所定の設定値（目標値）に維持するために、フィードバック制御を行なうことが考えられる。例えば、供給部 100（図 2）における切削水の供給量を目標値に近付けるフィードバック制御においては、流量センサ SE1 の検出結果に基づいて、流量センサ SE1 の検出結果が目標値に近づくように、比例制御弁 200 の開度が調節される。

- [0056] 図4は、フィードバック制御が行なわれた場合における切削水の供給量の推移の一例を示す図である。図4を参照して、横軸は時間を示し、縦軸は切削水の供給量を示す。
- [0057] 例えば供給部100が外乱要素の影響を受けない場合（給水設備400から供給部100までの流路（図2）に想定通りの流量のプロセス水が供給される場合）には、供給部100における切削水の供給量が推移L1に従って推移する（理論値）。供給部100における切削水の供給量に着目した場合に、外乱要素は、給水設備400から供給部100までの流路に供給されるプロセス水の量に影響を与える要素である。
- [0058] 外乱要素の一例としては、給水設備400における水圧、給水設備400から供給されるプロセス水の量、切断装置1以外の装置（不図示）への給水設備400による水の供給状況、供給部102, 112において用いられているノズルの種類（標準ノズル又はフォークノズル）、及び、供給部100, 102, 110, 112, 120, 122, 130, 132, 140を含む集合におけるプロセス水の供給を同時に行なう供給部の数が挙げられる。例えば、プロセス水の供給を同時に行なう供給部の数が増えると、配管PL1を流れるプロセス水の供給部間における取り合いが発生するため、給水設備400から供給部100までの流路に供給されるプロセス水の量が影響を受ける。
- [0059] フィードバック制御が行なわれた場合に、例えば、供給部100が外乱要素の影響を受け、給水設備400から供給部100までの流路に想定未満の流量のプロセス水しか供給されなかったときは、供給部100における切削水の供給量が推移L2に従って推移する。すなわち、切削水の流量制御における応答性が悪化し、切削水の供給量が目標値に達するまでの時間が長くなる。
- [0060] 一方、フィードバック制御が行なわれた場合に、例えば、供給部100が外乱要素の影響を受け、給水設備400から供給部100までの流路に想定よりも多い流量のプロセス水が供給されたときは、供給部100における切

削水の供給量が推移L3に従って推移する。すなわち、切削水の流量制御においてオーバーシュートが発生し、切削水の供給量が一時的に目標値を超える事態が生じる。

[0061] 本実施の形態1に従う切断装置1においては、これらの問題の発生を抑制するための工夫がなされている。具体的には、切断装置1においては、切削水等の流量制御において、フィードバック制御に加えてフィードフォワード制御が行なわれる。フィードフォワード制御においては、切断対象物の切断前に外乱要素に基づいて調節部（例えば、比例制御弁200）が制御される。供給部100、102、110、112の各々において同様の制御が行なわれているため、以下では代表的に供給部100における切削水の流量制御について説明する。

[0062] 図5は、供給部100における切削水の流量の制御に関する制御ブロック図である。図5に示されるように、制御部70は、減算部710と、フィードバック制御部720と、乗算部730と、フィードフォワード制御部740とを含んでいる。

[0063] 流量センサSE1は、供給部100による切削水の供給量を検出する。減算部710は、流量センサSE1による検出結果が示す検出値と、供給部100による切削水の供給量の目標値との差分を算出する。この目標値を示す情報（目標値情報）は、例えば、記憶部80（図3）に記憶されている。フィードバック制御部720は、減算部710における算出結果に基づいて、流量センサSE1による検出結果が目標値に近付くように比例制御弁200の開度を指示する指令値を生成し、生成された指令値を出力する。例えば、比例制御弁200の開度は比例制御弁200において印加される電圧に従って制御され、フィードバック制御部720によって生成される指令値は電圧値を示す。

[0064] フィードフォワード制御部740は、上述の外乱要素に関する情報（外乱要素情報）を取得する。フィードフォワード制御部740は、例えば、電磁弁300、310、320、330、340、350、360の各々の開閉

状態に関する情報、及び、３ポート電磁弁３０２，３１２の接続状態に関する情報を取得する。これにより、フィードフォワード制御部７４０は、各供給部の使用状態を判定する。フィードフォワード制御部７４０は、例えば、各供給部の使用状態に基づいて、フィードバック制御部７２０によって生成された指令値を補正するための補正值を生成する。

[0065] 図６は、補正值テーブル５００の一例を示す図である。補正值テーブル５００は、例えば、記憶部８０に記憶されている。図６に示されるように、補正值テーブル５００においては、電磁弁３００，３１０，３２０，３３０，３４０，３５０，３６０の各々の開閉状態、及び、供給部１０２，１１２の各々における使用ノズルの種類の各組合せに対して仮の補正值が対応付けられている。すなわち、補正值テーブル５００においては、供給部１００，１０２，１１０，１１２，１２０，１２２，１３０，１３２，１４０を含む集合におけるプロセス水の供給を同時に行なう供給部の組合せ毎に仮の補正值が対応付けられている。

[0066] 再び図６を参照して、フィードフォワード制御部７４０は、補正值テーブル５００を参照することによって、判定された各供給部の使用状態の組合せに対応付けられた仮の補正值を特定する。フィードフォワード制御部７４０は、例えば、他の外乱要素（例えば、給水設備４００の水圧、給水設備４００から供給されるプロセス水の量、切断装置１以外の装置への給水設備４００による水の供給状況）に基づいて仮の補正值を修正し、修正後の補正值を出力する。例えば、給水設備４００の水圧が想定よりも低い場合には、比例制御弁２００の開度がより大きくなるように仮の補正值が修正される。

[0067] 乗算部７３０は、フィードバック制御部７２０によって出力された指令値に、フィードフォワード制御部７４０によって出力された補正值を乗算する。乗算部７３０による算出結果（補正後の指令値）が比例制御弁２００に出力され、比例制御弁２００における開度が調節される。

[0068] 図７は、フィードバック制御及びフィードフォワード制御の両方が行なわれた場合の供給部１００における切削水の流量の推移の一例を示す図である。

。図 7 を参照して、横軸は時間を示し、縦軸は切削水の供給量を示す。フィードバック制御及びフィードフォワード制御の両方が行なわれた場合には、供給部 100 における切削水の供給量が推移 L 4 に従って推移する。このように、フィードバック制御及びフィードフォワード制御の両方を行なうことによって、切削水（プロセス水）の流量制御における応答性の悪化及びオーバーシュートの発生が抑制される。

[0069] [3. 動作]

上述のように、制御部 70 は、フィードバック制御及びフィードフォワード制御の両方を行なう。切断装置 1 においては、供給部 100、102、110、112 の各々におけるプロセス水の流量に関して同様の制御（フィードバック制御及びフィードフォワード制御）が行なわれる。以下では、代表的に、供給部 100 におけるプロセス水の流量制御について説明する。

[0070] 図 8 は、フィードバック制御における処理手順の一例を示すフローチャートである。このフローチャートに示される処理は、供給部 100 によるプロセス水の供給中に制御部 70 のフィードバック制御部 720 によって繰り返し実行される。

[0071] 図 8 を参照して、フィードバック制御部 720 は、流量センサ S E 1 による検出結果が目標値となっているか否かを判定する（ステップ S 100）。流量センサ S E 1 による検出結果が目標値になっていないと判定されると（ステップ S 100 において N O）、フィードバック制御部 720 は、切削水の流量が目標値に近付くように改めて指令値を生成する（ステップ S 110）。

[0072] 例えば、流量センサ S E 1 による検出結果が目標値に達していない場合には比例制御弁 200 の開度をより大きくする指令値が生成される一方、流量センサ S E 1 による検出結果が目標値を上回っている場合には比例制御弁 200 の開度をより小さくする指令値が生成される。

[0073] 一方、ステップ S 100 において、流量センサ S E 1 による検出結果が目標値になっていると判定されると（ステップ S 100 において Y E S）、フ

フィードバック制御部 720 は、指令値を維持する（ステップ S120）。フィードバック制御部 720 は、ステップ S110 において生成された指令値、又は、ステップ S120 において維持された指令値を出力する（ステップ S130）。

[0074] 図 9 は、フィードフォワード制御における処理手順の一例を示すフローチャートである。このフローチャートに示される処理は、供給部 100 によるプロセス水の供給中に制御部 70 のフィードフォワード制御部 740 によって繰り返し実行される。

[0075] 図 9 を参照して、フィードフォワード制御部 740 は、給水設備 400 から供給部 100 までの流路に供給されるプロセス水の量に影響を与える外乱要素が検出されたか否かを判定する（ステップ S200）。外乱要素が検出されていないと判定されると（ステップ S200 において NO）、処理はリターンに移行する。

[0076] 一方、外乱要素が検出されたと判定されると（ステップ S200 において YES）、フィードフォワード制御部 740 は、検出された外乱要素に応じた補正値を生成する（ステップ S210）。フィードフォワード制御部 740 は、生成された補正値を出力する（ステップ S220）。

[0077] 上述のように、制御部 70 においては、フィードバック制御部 720 によって生成された指令値にフィードフォワード制御部 740 によって生成された補正値を乗算することによって補正後の指令値が算出される。制御部 70 は、補正後の指令値に基づいて比例制御弁 200 を制御することにより、供給部 100 における切削水の流量を調節する。

[0078] [4. 特徴]

以上のように、本実施の形態に従う切断装置 1 において、制御部 70 は、切断対象物の切断前に外乱要素に基づいて調節部（例えば、比例制御弁 200）を制御するフィードフォワード制御と、検出部（例えば、流量センサ SE1）による検出結果に基づいて検出結果が目標値に近付くように調節部を制御するフィードバック制御との両方を行なう。切断装置 1 によれば、外乱

要素に応じて調節部の調節が別途行なわれるため、切削水（プロセス水）の流量制御における応答性の悪化及びオーバーシュートの発生を抑制することができる。

[0079] なお、切断装置 1 は、本発明における「切断装置」の一例である。給水設備 400 は、本発明における「給水設備」の一例である。ブレード 6a は、本発明における「切断部」の一例である。パッケージ基板 P1 は、本発明における「切断対象物」の一例である。供給部 100, 102, 110, 112 の各々は、本発明における「供給部」の一例である。流量センサ SE1, SE2, SE3, SE4 の各々は、本発明における「検出部」の一例である。比例制御弁 200, 202, 210, 212 の各々は、本発明における「調節部」の一例である。制御部 70 は、本発明における「制御部」の一例である。供給部 120, 122, 130, 132, 140 は、本発明における「複数の他の供給部」の少なくとも一部の一例である。記憶部 80 は、本発明における「記憶部」の一例である。

[0080] [5. 他の実施の形態]

上記実施の形態の思想は、以上で説明された実施の形態に限定されない。以下、上記実施の形態の思想を適用できる他の実施の形態の一例について説明する。

[0081] <5-1>

上記実施の形態においては、外乱要素の一例として、給水設備 400 における水圧、給水設備 400 から供給されるプロセス水の量、切断装置 1 以外の装置への給水設備 400 による水の供給状況、供給部 102, 112 において用いられているノズルの種類、及び、供給部 100, 102, 110, 112, 120, 122, 130, 132, 140 を含む集合におけるプロセス水の供給を同時に行なう供給部の数が挙げられた。そして、各供給部の使用状態の組合せに応じて特定された仮の補正値を他の外乱要素（例えば、給水設備 400 の水圧、給水設備 400 から供給されるプロセス水の量、切断装置 1 以外の装置への給水設備 400 による水の供給状況）に基づいて修

正することによって修正後の補正值が生成された。しかしながら、補正值の生成方法はこれに限定されない。

[0082] 例えば、補正值テーブル500に管理されている仮の補正值がそのまま補正值として用いられてもよい。また、例えば、給水設備400における水圧、給水設備400から供給されるプロセス水の量、切断装置1以外の装置への給水設備400による水の供給状況、供給部102, 112において用いられているノズルの種類、及び、供給部100, 102, 110, 112, 120, 122, 130, 132, 140を含む集合におけるプロセス水の供給を同時に行なう供給部の数の少なくとも一部のみに基づいて補正值が生成されてもよい。

[0083] <5-2>

また、供給部120, 122, 130, 132, 140の各々におけるプロセス水の流量は、ニードル可変絞り弁又はニードル調整弁ではなく比例制御弁によって調節されてもよい。この場合に、各比例制御弁の開度は、比例制御弁200等と同様に、フィードバック制御及びフィードフォワード制御の両方を行なうことによって調節されてもよい。

[0084] <5-3>

また、上記実施の形態において、切断装置1は9つの供給部を含んでいたが、切断装置1に含まれる供給部の数はこれに限定されない。切断装置1は、比例制御弁によってプロセス水の流量が調節される供給部を少なくとも1つ含んでいればよい。

[0085] <5-4>

また、上記実施の形態において、制御部70は、例えば、補正值テーブル500において管理されている仮の補正值を用いたフィードフォワード制御を行なった後の流量センサ（例えば、流量センサSE1）の検出結果に基づいて、補正值テーブル500において管理されている仮の補正值を更新してもよい。すなわち、制御部70は、例えば、流量センサによる検出結果に基づいて、プロセス水の供給を同時に行なう供給部の組合せに対応付けられて

いる補正値を更新してもよい。これにより、補正値テーブル500において管理されている補正値の精度をより高めることができる。

[0086] <5-5>

また、上記実施の形態において、各供給部からは、プロセス水のみではなく、プロセス水及び空気の2流体が供給されてもよい。プロセス水と共に空気を吐出することによって、プロセス水の吐出圧力を高めることができる。

[0087] 以上、本発明の実施の形態について例示的に説明した。すなわち、例示的な説明のために、詳細な説明及び添付の図面が開示された。よって、詳細な説明及び添付の図面に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須でない構成要素が含まれることがある。したがって、それらの必須でない構成要素が詳細な説明及び添付の図面に記載されているからといって、それらの必須でない構成要素が必須であると直ちに認定されるべきではない。

[0088] また、上記実施の形態は、あらゆる点において本発明の例示にすぎない。上記実施の形態は、本発明の範囲内において、種々の改良や変更が可能である。すなわち、本発明の実施にあたっては、実施の形態に応じて具体的構成を適宜採用することができる。

符号の説明

[0089] 1 切断装置、3 基板供給部、4 位置決め部、4a レール部、5 切断テーブル、5a 保持部材、5b 回転機構、5c 移動機構、5d 第1位置確認カメラ、5e 第1クリーナ、6 スピンドル部、6a ブレード、6b 第2位置確認カメラ、6c 回転軸、7 搬送部、7a 第2クリーナ、11 検査テーブル、12 第1光学検査カメラ、13 第2光学検査カメラ、14 配置部、15 抽出部、15a 良品用トレイ、15b 不良品用トレイ、20 モニタ、50 コンピュータ、70 制御部、72 CPU、74 RAM、76 ROM、80 記憶部、81 制御プログラム、90 入出力I/F、100, 102, 110, 112, 120, 122, 130, 132, 140 供給部、104, 114 第1ノズル、106, 116 第2ノズル、200, 202, 210, 212 比例制

御弁、300, 310, 320, 330, 340, 350, 360 電磁弁、302, 312 3ポート電磁弁、322, 332, 342, 352 ニードル可変絞り弁、362 ニードル調整弁、400 給水設備、410 圧力計、500 補正值テーブル、710 減算部、720 フィードバック制御部、730 乗算部、740 フィードフォワード制御部、A1 切断モジュール、B1 検査・収納モジュール、L1-L4 推移、M1 マガジン、P1 パッケージ基板、PL1 配管、PO1 分岐点、S1 電子部品、SE1-SE10 流量センサ。

請求の範囲

- [請求項1] 切断装置の外部の給水設備からプロセス水の供給を受ける切断装置であって、
- 切断対象物を切断する切断部と、
- 前記切断対象物及び前記切断部の少なくとも一方へ前記給水設備から供給されたプロセス水を直接的又は間接的に供給する供給部と、
- 前記供給部によって供給されるプロセス水の流量を検出する検出部と、
- 前記供給部によって供給されるプロセス水の流量を調節する調節部と、
- 前記切断対象物の切断前に外乱要素に基づいて前記調節部を制御するフィードフォワード制御と、前記検出部による検出結果に基づいて前記検出結果が目標値に近付くように前記調節部を制御するフィードバック制御との両方を行なう制御部とを備える、切断装置。
- [請求項2] 前記外乱要素は、前記給水設備における水圧、前記給水設備から供給されるプロセス水の量、及び、前記切断装置以外の装置への前記給水設備による水の供給状況の少なくとも一部を含む、請求項1に記載の切断装置。
- [請求項3] 前記供給部においては、プロセス水の供給口の大きさを変更可能であり、
- 前記外乱要素は、プロセス水の供給に用いられている前記供給口の大きさを含む、請求項1又は請求項2に記載の切断装置。
- [請求項4] 各々が前記供給部とは異なる複数の他の供給部をさらに備え、
- 前記複数の他の供給部の各々は、前記切断対象物及び前記切断部の少なくとも一方へプロセス水を直接的又は間接的に供給し、
- 前記供給部及び前記複数の他の供給部の各々は、共通の前記給水設備からプロセス水の供給を受けるように構成されている、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の切断装置。

- [請求項5] 前記複数の他の供給部の少なくとも一部の供給部は、前記切断対象物へプロセス水を直接的又は間接的に供給することによって前記切断対象物を洗浄する、請求項4に記載の切断装置。
- [請求項6] 前記外乱要素は、前記供給部及び前記複数の他の供給部を含む集合におけるプロセス水の供給を同時に行なう供給部の数を含む、請求項4又は請求項5に記載の切断装置。
- [請求項7] 前記供給部及び前記複数の他の供給部を含む集合のうちプロセス水の供給を同時に行なう供給部の組合せ毎に補正値を記憶する記憶部をさらに備え、
前記制御部は、前記組合せに対応付けられた前記補正値を用いて前記フィードフォワード制御を行なう、請求項4から請求項6のいずれか1項に記載の切断装置。
- [請求項8] 前記制御部は、前記検出部による検出結果に基づいて、前記組合せに対応付けられた前記補正値を更新する、請求項7に記載の切断装置。
- [請求項9] 請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の切断装置を用いた切断品の製造方法であって、
前記切断装置を用いて前記切断対象物を切断するステップを含む、切断品の製造方法。