【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第２部門第３区分
【発行日】令和7年4月30日(2025.4.30)

【国際公開番号】WO2024/241506
【出願番号】特願2023-557457(P2023-557457)
【国際特許分類】
Ｂ２３Ｈ　7/02(2006.01)
Ｂ２３Ｈ　7/10(2006.01)
【ＦＩ】
Ｂ２３Ｈ　7/02　　Ｒ
Ｂ２３Ｈ　7/10　　Ｆ
Ｂ２３Ｈ　7/02　　Ｑ

【手続補正書】
【提出日】令和5年9月19日(2023.9.19)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
走行する複数の切断ワイヤ部と被加工物との間に放電を発生させて該放電によるエネルギーにより前記被加工物を放電加工し、前記被加工物から複数のウエハを同時に切断するワイヤ放電加工装置であって、
互いに並列に離間して前記被加工物に対向する部分を含む複数の前記切断ワイヤ部を有するワイヤ電極と、
複数の前記切断ワイヤ部と前記被加工物との間に放電を発生させる給電部と、
走行する複数の前記切断ワイヤ部がはめ込まれて複数の前記切断ワイヤ部の動きを制限する複数のワイヤ案内溝が等間隔に外周側面に形成されて前記被加工物を挟むように前記被加工物の両側に配置された一対のワイヤ並列ガイドローラと、
複数の前記切断ワイヤ部を含む仮想面に平行に設定された測定基準面と、複数の前記切断ワイヤ部を構成する前記ワイヤ電極との距離を計測する並列ワイヤ張架位置計測部と、
前記並列ワイヤ張架位置計測部における計測結果に基づいて前記距離の変化の発生を検出するワイヤ案内溝外れ検出部と、
前記ワイヤ案内溝外れ検出部における検出結果に基づいて、少なくとも１つの前記切断ワイヤ部が前記ワイヤ案内溝から外れた状態であるワイヤ外れ状態であるか、あるいは全ての前記切断ワイヤ部が前記ワイヤ案内溝に接触した状態であるワイヤ接触状態であるかを判定するワイヤ状態判定部と、
前記ワイヤ状態判定部の判定結果に基づいて放電加工の停止または継続を制御する加工制御部と、
を備えることを特徴とするワイヤ放電加工装置。
【請求項２】
前記並列ワイヤ張架位置計測部は、渦電流式変位センサ、静電容量式変位センサ、通電検知式センサおよび接触検知式変位センサのうち少なくとも１つを備えて前記距離を計測すること、
を特徴とする請求項１に記載のワイヤ放電加工装置。
【請求項３】
前記加工制御部は、前記ワイヤ状態判定部において前記ワイヤ外れ状態であると判定さ

れた場合に放電加工を停止させること、
を特徴とする請求項１に記載のワイヤ放電加工装置。
【請求項４】
前記給電部は、加工用電源と、前記切断ワイヤ部に接続して前記加工用電源から前記切断ワイヤ部に対して給電を行う給電子とを備え、
複数の前記切断ワイヤ部を前記ワイヤ並列ガイドローラとの間に挟んだ状態で、且つ複数の前記切断ワイヤ部と離間した状態で、複数の前記切断ワイヤ部の上方の位置に配置されて前記切断ワイヤ部と前記被加工物との間の間隙に加工液を供給するノズルと、
前記ノズルと前記給電子との間の電位差に基づいて前記ノズルと前記切断ワイヤ部との接触を検知するワイヤ接触検出回路と、
を備え、
前記加工制御部は、前記ワイヤ接触検出回路において前記ノズルと前記切断ワイヤ部との接触が検知された場合に放電加工を停止させること、
を特徴とする請求項１から３のいずれか１つに記載のワイヤ放電加工装置。
【請求項５】
前記被加工物と前記切断ワイヤ部との間の相対位置を変化させる切断送りステージを備え、
前記加工制御部は、前記ノズルと前記切断ワイヤ部との接触が検知され、且つ、前記切断送りステージの送り方向を前記被加工物の切断進行方向から反転させる短絡解消の退避動作を行わない場合に、全ての前記切断ワイヤ部への給電を停止し、放電加工を停止すること、
を特徴とする請求項４に記載のワイヤ放電加工装置。
【請求項６】
走行する複数の切断ワイヤ部と被加工物との間に放電を発生させて該放電によるエネルギーにより前記被加工物を放電加工し、前記被加工物から複数のウエハを同時に切断するワイヤ放電加工方法であって、
複数の前記切断ワイヤ部を含む仮想面に平行に設定された測定基準面と、複数の前記切断ワイヤ部を構成するワイヤ電極との距離を計測する並列ワイヤ張架位置計測工程と、
前記並列ワイヤ張架位置計測工程における計測結果に基づいて前記距離の変化の発生を検出するワイヤ案内溝外れ検出工程と、
前記ワイヤ案内溝外れ検出工程における検出結果に基づいて、少なくとも１つの前記切断ワイヤ部がワイヤ案内溝から外れた状態であるワイヤ外れ状態であるか、あるいは全ての前記切断ワイヤ部が前記ワイヤ案内溝に接触した状態であるワイヤ接触状態であるかを判定するワイヤ状態判定工程と、
前記ワイヤ状態判定工程の判定結果に基づいて放電加工の停止または継続を制御する加工制御工程と、
を含むことを特徴とするワイヤ放電加工方法。
【請求項７】
前記加工制御工程では、複数の前記切断ワイヤ部がはめ込まれて複数の前記切断ワイヤ部の動きを制限する複数のワイヤ案内溝が等間隔に外周側面に形成されて前記被加工物を挟むように前記被加工物の両側に配置された一対のワイヤ並列ガイドローラとの間に複数の前記切断ワイヤ部を挟んだ状態で、且つ複数の前記切断ワイヤ部と離間した状態で、複数の前記切断ワイヤ部の上方の位置に配置されて前記切断ワイヤ部と前記被加工物との間の間隙に加工液を供給するノズルと前記切断ワイヤ部との接触が検知され、且つ、前記被加工物と前記切断ワイヤ部との間の相対位置を変化させる切断送りステージの送り方向を前記被加工物の切断進行方向から反転させる短絡解消の退避動作を行わない場合に、全ての前記切断ワイヤ部への給電を停止し、放電加工を停止すること、
を特徴とする請求項６に記載のワイヤ放電加工方法。
【請求項８】
請求項６または７に記載のワイヤ放電加工方法により、前記被加工物から複数のウエハ

を同時に切り出すこと、
　を特徴とするウエハの製造方法。
【請求項９】
　前記被加工物が、半導体インゴットであり、
　前記ウエハが、半導体ウエハであること、
　を特徴とする請求項８に記載のウエハの製造方法。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００２７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００２７】
　図１は、実施の形態１にかかるワイヤ放電加工装置１０００の構成例を示す概念図である。図２は、実施の形態１にかかるワイヤ放電加工装置１０００のワイヤ張架状態監視部４００の構成例を示す模式図である。図２では、被加工物Ｗと、ワイヤ並列ガイドローラ５１ａ，５１ｂと、ガイドローラホルダ５５ａ，５５ｂと、ノズル７ａ，７ｂと、制振ガイドローラ４ａ，４ｂと、給電部２００との位置関係を示している。また、図２では、切断ワイヤ部１ｂによる放電切断加工によって、円柱状の被加工物Ｗに対するワイヤ放電切断加工が被加工物Ｗの直径の１／２程度の位置まで進行した状態を示している。また、図２では、薄板加工安定部７０の図示を省略している。図３は、実施の形態１にかかるワイヤ放電加工装置１０００における切断ワイヤ部１ｂに対する並列ワイヤ張架位置計測部５２ａの設置例を示す斜視図である。図３では、ワイヤ放電加工装置１０００が備えるワイヤ並列ガイドローラ５１ａ，５１ｂ間で張架された切断ワイヤ部１ｂが、ガイドローラホルダ５５ａの上方を通過する状態を示している。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００５１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００５１】
　給電部２００は、加工用電源５と、給電子ユニット６ａ，６ｂとを備える。加工用電源５は、ワイヤ電極１に接続する給電子ユニット６ａ，６ｂを介してワイヤ電極１に対して給電を行う。また、加工用電源５は、後述する加工液整流板７１ａを介して被加工物Ｗに対して給電を行う。給電手段である給電子ユニット６ａ，６ｂは、複数の給電子１１の集合体である。各給電子１１は、互いに絶縁されている。切断ワイヤ部１ｂの各ワイヤ電極１は、給電子１１から給電されてそれぞれ加工電流が流れる。電源手段である加工用電源５は、給電側の端子が給電子ユニット６ａ，６ｂにそれぞれ電気接続されており、接地側の端子は被加工物Ｗに電気接続されている。したがって、加工用電源５から出力される電圧パルスは切断ワイヤ部１ｂのワイヤ電極１と被加工物Ｗとの間に印加されることとなる。加工用電源５と、複数の給電子１１および被加工物Ｗとは、給電線１２ａ、１２ｂにより電気接続されている。
【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００６９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００６９】
　一対の並列ワイヤ張架位置計測部５２ａ，５２ｂは、一対のワイヤ並列ガイドローラ５１ａ，５１ｂ間で並列する切断ワイヤ部１ｂのワイヤ電極１を含む仮想の同一平面と概略平行なガイドローラホルダ５５ａ，５５ｂの上面５５ａ１を予め決められた測定基準面と

し、当該測定基準面の高さに合わせて並列ワイヤ張架位置計測部５２ａ，５２ｂの検出部の先端部である並列ワイヤ張架位置計測部５２ａの上面５２ａ１の高さ位置が設定される。並列ワイヤ張架位置計測部５２ａ，５２ｂの検出部の先端部は、並列ワイヤ張架位置計測部５２ａ，５２ｂのセンサの端面である。

【手続補正５】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１１３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１１３】
脱イオン水中において放電加工する方式を採用するワイヤ放電加工装置１０００では、極間に介在する脱イオン水の比抵抗によって極間が絶縁される。しかしながら、極間距離が狭くなると極間の比抵抗が下がるため、抵抗ロスの少ない放電電流、あるいは、加工用電源５から供給される電流が極間に流れる状態となる。この状態において、放電電圧は大きく低下し、放電電流は高いピークの波形となる。

【手続補正６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１２９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１２９】
ワイヤ接触検出パルスは、ワイヤ接触検出用電源７４がワイヤ接触検出回路に、切断ワイヤ部１ｂのワイヤ電極１に被加工物Ｗが接触していることを検出するための検出用電源を給電するパルス電源である。ワイヤ接触検出パルスは、加工用電源５による極間への加工電圧の印加タイミングを指令する指令パルスである加工電源印加指令パルスとは逆位相で発振されるパルスである。ワイヤ接触検出パルスは、ワイヤ接触検出回路の開閉を切り替えるワイヤ接触検出回路切換指令パルスともいえる。

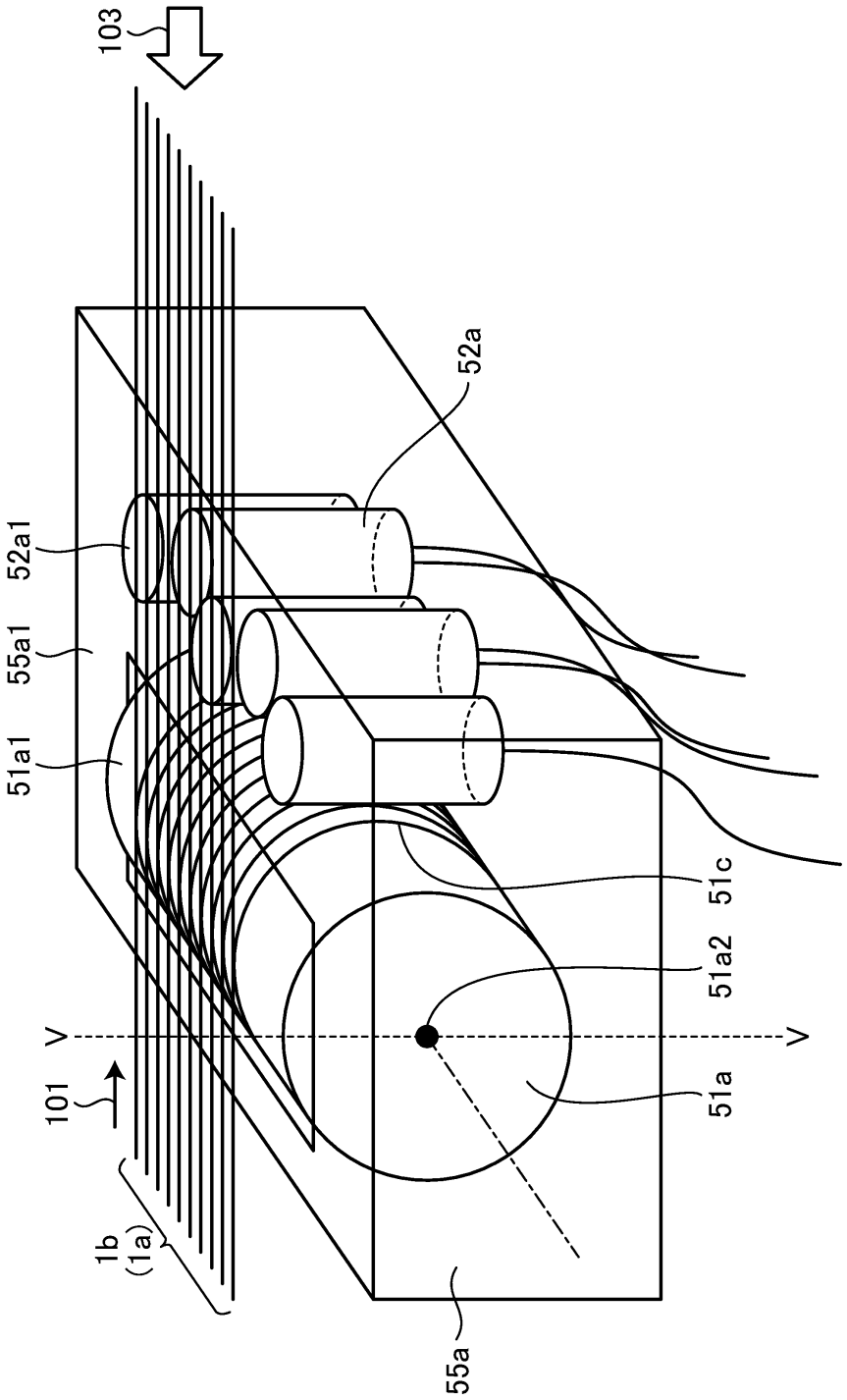
【手続補正７】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１３６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１３６】
切断ワイヤ部１ｂが完全に被加工物Ｗと短絡した状態で切断加工が行われている短絡加工継続時間Ｐ５の波形は、ワイヤ接触検出パルスに存在する。ワイヤ接触検出パルスは、ワイヤ接触検出用電源７４がワイヤ接触検出回路に、切断ワイヤ部１ｂのワイヤ電極１に被加工物Ｗが接触していることを検出するための検出用電源を給電する波形である。

【手続補正８】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１４９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１４９】
このため、ワイヤ接触検出用電源７４では、ワイヤ接触検出パルスが加工電源印加指令パルスに対する逆位相パルスで発振されるだけでなく、図１５で示すように、加工電源印加指令パルスがＨＩＧＨからＬＯＷへ変化した直後のΔｔ１の数百ナノ秒間の期間、および、ＬＯＷからＨＩＧＨへ変化する直前のΔｔ２の数百ナノ秒間の期間である、加工電源印加指令パルスとワイヤ接触検出パルスのいずれもオン状態にならない期間が設定される。

【手続補正９】

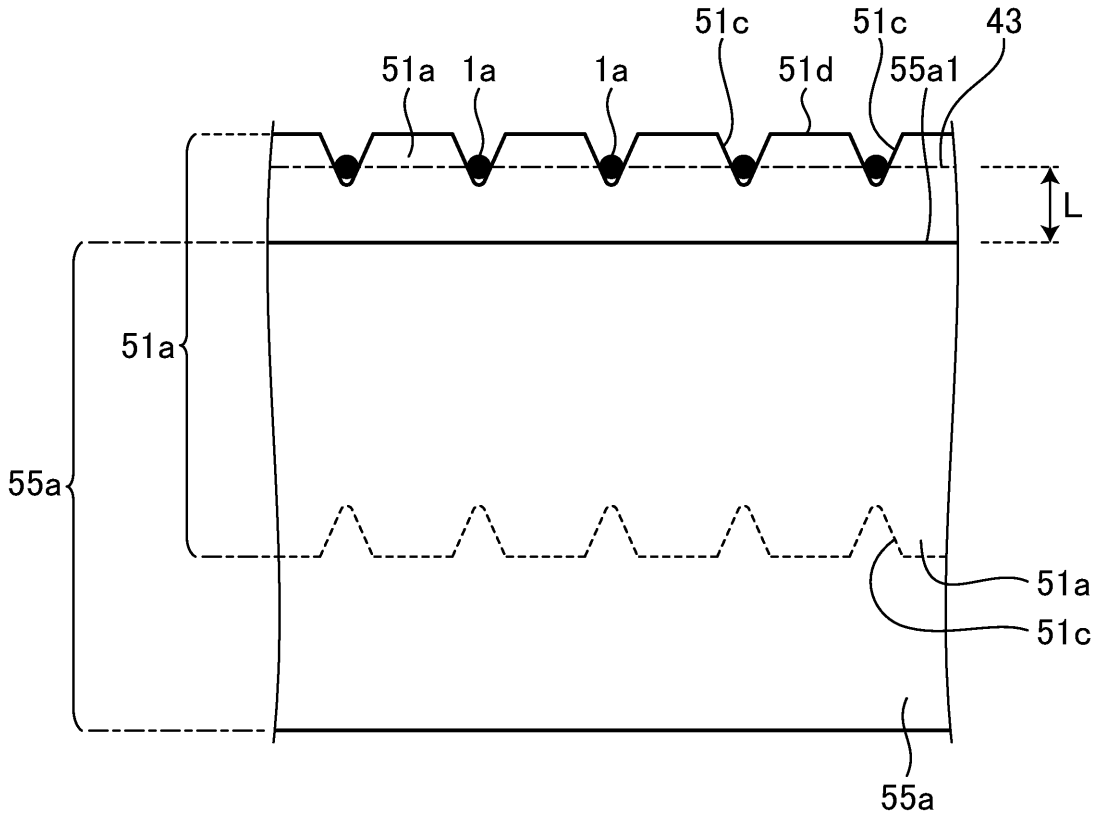
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】０１５５
【補正方法】変更
【補正の内容】
【０１５５】
図１７において、ワイヤ張架状態に異常がない定常状態である状態Ａから状態Ｂを経て、ノズル７ａにワイヤ電極１が接触する状態Ｃに至る。このとき、ワイヤ接触加工状態監視部５００では、検出値Ｄが定常状態における検出値Ｄ１から検出値Ｄ２に変化したことによって、ノズル７ａに対するワイヤ接触状態である状態Ｃの発生をワイヤ接触判定装置７７が検出する。ワイヤ接触判定装置７７は、ワイヤ接触検出回路切換装置７６によってワイヤ接触検出回路が接続されたときに、ノズル接触検出装置７５ａにおける検出値に基づいて状態Ｃの発生を検出する。
【手続補正１０】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図３
【補正方法】変更
【補正の内容】

【図３】

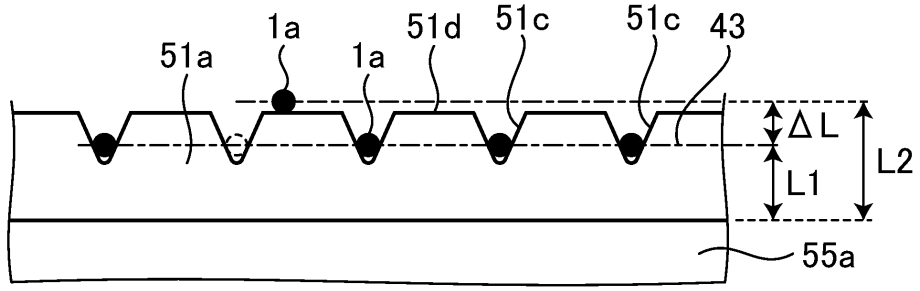


【手続補正１１】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図５
【補正方法】変更
【補正の内容】

【図５】

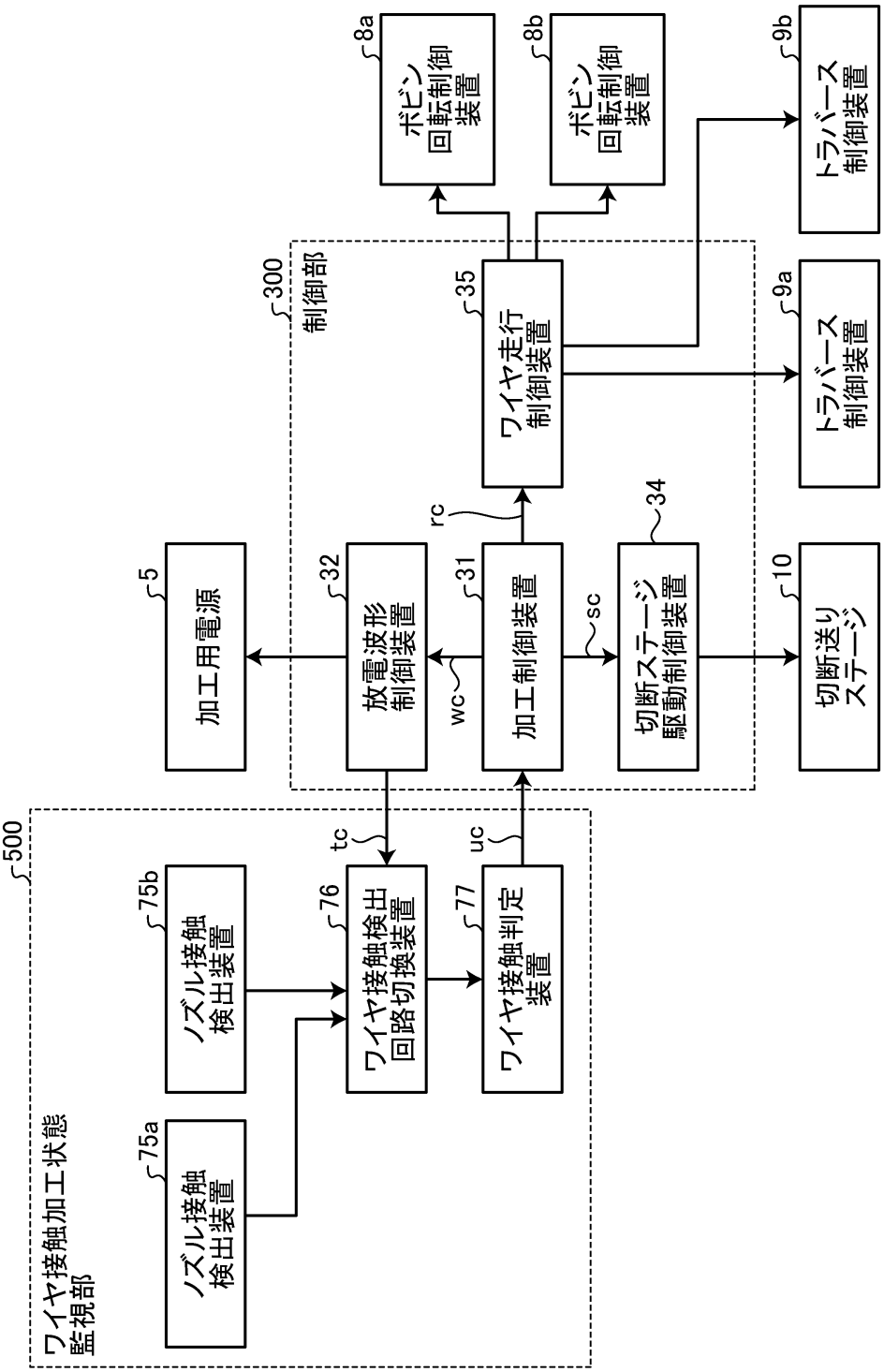


【手続補正１２】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【図７】



【手続補正１３】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図１４
【補正方法】変更
【補正の内容】

【図１４】


8a
ボビン
回転制御
装置
8b
ボビン
回転制御
装置
9b
トラバース
制御装置
300
制御部
35
ワイヤ走行
制御装置
9a
トラバース
制御装置
rc
34
5
加工用電源
32
放電波形
制御装置
31
加工制御装置
sc
切断ステージ
駆動制御装置
10
切断送り
ステージ
wc
500
tc
uc
75b
ノズル接触
検出装置
76
ワイヤ接触検出
回路切換装置
77
ワイヤ接触判定
装置
75a
ノズル接触
検出装置
ワイヤ接触加工状態
監視部