(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2008 年3 月27 日 (27.03.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/035581 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) *B08B 3/12* (2006.01)
B06B 1/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/067581

(22) 国際出願日: 2007 年9 月10 日 (10.09.2007)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2006-257411 2006 年9 月22 日 (22.09.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社カイジョー (KAIJO CORPORATION) [JP/JP]; 〒2058607 東京都羽村市栄町３丁目１番地の５ Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長谷川 浩史 (HASEGAWA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒2058607 東京都羽村市栄町３丁目１番地の５ 株式会社カイジョー内 Tokyo (JP). 釜村 智治 (KAMAMURA, Tomoharu) [JP/JP]; 〒2058607 東京都羽村市栄町３丁目１番地の５ 株式会社カイジョー内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 羽切 正治 (HAGIRI, Masaharu); 〒1020072 東京都千代田区飯田橋４丁目６番１号２１東和ビル４階 Tokyo (JP).

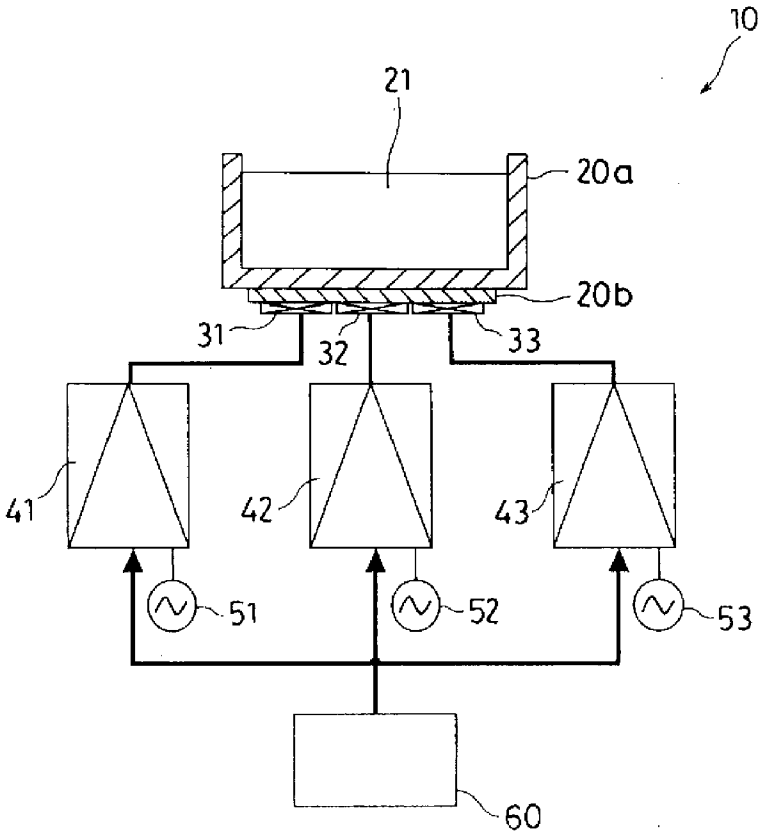
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

WO 2008/035581 A1

(54) Title: ULTRASONIC CLEANING APPARATUS

(54) 発明の名称: 超音波洗浄装置



(57) Abstract: An ultrasonic cleaning device in which variation in sound pressure is eliminated, that has an enhanced particle removal rate, and that has no uneven cleaning. These are achieved by emitting a uniform ultrasonic wave. The ultrasonic cleaning device has a cleaning tank for containing an article to be cleaned and a cleaning fluid, oscillation elements installed in the cleaning tank, oscillators connected to the oscillation elements and inducing oscillation of the oscillation elements, and a control part connected to the oscillators and controlling the oscillators so that the oscillators can output signals of the same or generally the same phase to the oscillation elements.

(57) 要約: 複数の振動素子間において、均一の超音波を放出することにより、音圧ムラを解消し、微粒子の除去率を向上し、洗浄ムラのない超音波洗浄装置を提供する。 被洗浄物と洗浄液を収容する洗浄槽と、洗浄槽に取り付けられた複数の振動素子と、複数の振動素子にそれぞれ接続され、複数の振動素子を励振する複数の発振器と、複数の発振器に接続され、複数の発振器が複数の振動素子に対して同一位相又は略同一の位相の信号を出力するように、複数の発振器を制御する制御部と、を備える。

SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

超音波洗浄装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数の振動素子を振動させることにより、洗浄槽に収容された被洗浄物を洗浄する超音波洗浄装置に関する。

背景技術

[0002] 洗浄槽内の洗浄液に浸された被洗浄物(例えば半導体ウエハ、ガラス基板)を、振動素子の振動を用いて洗浄する超音波洗浄装置としては、例えば図8に示す超音波洗浄装置410がある。ここで、図8は、従来の超音波洗浄装置の構成を示す一部断面図である。この超音波洗浄装置410は、洗浄液421を収容する洗浄槽420aを備え、この洗浄槽420aの底面に接着された振動板420bに取り付けられた複数の振動素子431、432、433に複数の発振器441、442、443がそれぞれ接続されている。発振器441、442、443には、電力を供給するための電源451、452、453がそれぞれ接続されている。この超音波洗浄装置410においては、発振器441、442、443により振動素子431、432、433を励振させて、洗浄槽420aの洗浄液421に浸漬された被洗浄物に付着した微粒子を除去することができる。

[0003] 特許文献1:実開平2－4688号公報

特許文献2:実開昭61－143685号

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述の超音波洗浄装置410では、複数の発振器441、442、443を互いに独立して作動させて振動素子431、432、433を励振させていたため、振動素子431、432、433間に、音圧のムラが生じていた。このため、被洗浄物に付着した微粒子の除去が不十分となり、洗浄ムラが発生していた。

[0005] そこで本発明は、複数の振動素子間の音圧ムラを解消し、微粒子の除去率を向上し、洗浄ムラのない超音波洗浄装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明の超音波洗浄装置においては、被洗浄物と洗浄液を収容する洗浄槽と、洗浄槽に取り付けられた複数の振動素子と、複数の振動素子にそれぞれ接続され、複数の振動素子を励振する複数の発振器と、複数の発振器に接続され、複数の発振器が複数の振動素子に対して同一位相の信号を出力するように、複数の発振器を制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

[0007] 本発明の超音波洗浄装置において、複数の発振器は、制御部から出力された同期パルスによってタイミングを合わせた同一位相の信号を出力することを特徴とする。

[0008] 本発明の超音波洗浄装置において、複数の発振器は、その動作状態に拘わらず、制御部から出力された同期パルスによってタイミングを合わせた同一位相の信号を出力することを特徴とする。

[0009] 本発明の超音波洗浄装置において、複数の発振器は周波数制御回路を備え、周波数制御回路は、制御部が複数の発振器に対して出力する発振周波数値にしたがった周波数を備えた信号を生成し、この信号を制御部が複数の発振器に対して出力する同期パルスによってタイミングを合わせた同一位相の信号として、複数の振動素子のそれぞれに対して出力することを特徴とする。

[0010] 本発明の超音波洗浄装置において、制御部は、発振器に対して、振動素子への信号の出力を開始させるための発振開始タイミングパルスを出力することを特徴とする。

[0011] 本発明の超音波洗浄装置において、同期パルスによってタイミングを合わせて出力される信号の位相はゼロ度で同一であることを特徴とする。

[0012] 本発明の超音波洗浄装置において、振動素子は圧電素子であることを特徴とする。

[0013] 本発明の超音波洗浄装置において、超音波洗浄装置は、振動伝搬用の媒体と、少なくとも媒体に接するように配置された洗浄槽と、を収容し、複数の振動素子が取り付けられた間接槽を備えることを特徴とする。

[0014] 本発明の超音波洗浄装置において、複数の発振器は電力増幅回路を備え、電力増幅回路は、制御部が複数の発振器に対して出力する電力設定値信号にしたがっ

て、複数の振動素子のそれぞれに対する出力信号の振幅を増幅することを特徴とする。

[0015] また、本発明の超音波洗浄装置は、被洗浄物と洗浄液を収容する洗浄槽と、洗浄槽に取り付けられた複数の振動素子と、複数の振動素子にそれぞれ接続され、複数の振動素子を励振する複数の発振器と、複数の発振器に接続され、複数の発振器が複数の振動素子に対して略同一位相の信号を出力するように、複数の発振器を制御する制御部と、を備えることを特徴としている。

[0016] 本発明の超音波洗浄装置において、複数の発振器は、制御部から出力された同期パルスによってタイミングを合わせた位相の信号を出力し、複数の発振器が出力する信号の位相差は－45度から＋45度の範囲内にあることを特徴とする。

[0017] 本発明の超音波洗浄装置において、複数の発振器は信号生成回路をそれぞれ備え、信号生成回路のそれぞれが生成する信号の位相差は－5度から＋5度の範囲内にあることを特徴とする。

[0018] 本発明の超音波洗浄装置において、信号生成回路が生成する信号はFM変調波であることを特徴とする。

[0019] 本発明の超音波洗浄装置において、FM変調波は、最も低い周波数において、制御部から出力された同期パルスと同期していることを特徴とする。

[0020] 本発明の超音波洗浄装置において、信号生成回路が生成する信号はAM変調波であることを特徴とする。

[0021] 本発明の超音波洗浄装置において、AM変調波は、最も小さい振幅において、制御部から出力された同期パルスと同期していることを特徴とする。

発明の効果

[0022] 本発明においては、制御部により、複数の発振器が複数の振動素子に対して同一位相又は略同一位相の信号を出力するように制御されているため、複数の振動素子から均一の超音波を放出することができ、これにより音圧のムラが無くなり、被洗浄物に付着した微粒子を確実に除去することができ、その結果、超音波洗浄におけるムラの発生を防止することができる。

[0023] 制御部は、周波数値（例えば、100kHz、1MHzという周波数のデータ）、電力設

定値信号、発振開始タイミングパルス、及び同期パルスを発振器に出力するものであって、これらの信号よりも大きな電力を要する発振器の機能は備えていない。また、制御部と発振器は別体としている。このため、振動素子を増減する場合に、振動素子の数に合わせて増減する必要がなく、1つの制御回路60で増減後の複数の発振器を制御して複数の振動素子を励振することができる。

[0024] また、制御部を、超音波洗浄装置本体と別個に設けると、例えばクリーンルームに配置した超音波洗浄装置を、クリーンルーム外の部屋に配置した制御部により制御することができ、作業効率を向上させることができ、クリーンルームで行う製造環境の管理上好ましい。さらに、制御部に複数の超音波洗浄装置の発振器の制御を行わせることもでき、これによりさらに作業効率を向上させることができる。

[0025] さらにまた、制御部は、発振器の動作状態に拘わらず、同期パルスを出力することができる。このため、複数の発振器の動作開始時に同期パルスを出力してこれらの発振器の出力信号の位相を揃えることができるだけでなく、複数の発振器がすでに動作中の場合や、動作中の発振器と停止中の発振器が混在している場合に、これらの発振器に対して同期パルスを出力して、出力信号の位相を揃えることもできる。これにより、複数の発振器が動作している間は、これらの発振器からの出力信号を、常に同一の位相又は略同一の位相とすることができ、洗浄ムラの防止をより確実に実現することができる。

[0026] さらに、振動素子と発振器を1対1に対応させているため、洗浄条件の変更(例えば励振する超音波の変更、洗浄時間の変更)があったとしても、常に振動素子を十分に励振させることができる。

発明を実施するための最良の形態

[0027] 以下、本発明にかかる実施形態を図面を参照しつつ詳しく説明する。

第1実施形態に係る超音波洗浄装置10は、図1に示すように、洗浄槽20a・振動板20bと、圧電素子(振動素子)31、32、33と、発振器41、42、43と、制御回路(制御部)60と、を備える。この超音波洗浄装置10によれば、制御回路60の制御により、圧電素子31、32、33を励振するために発振器41、42、43から出力される信号の位相の同期をとることができ、これにより圧電素子31、32、33から被洗浄物に対して発せ

られる超音波を均一とし、被洗浄物に付着した微粒子を確実に除去することができる。ここで、図1は、第1実施形態に係る超音波洗浄装置10の構成を示す一部断面図である。

[0028] 洗浄槽20aは、例えば石英製の周知のものを使用することができ、その内部に洗浄液21（例えば、純水、薬液）を収容し、この洗浄液21に、保持手段（不図示）に保持された被洗浄物が浸漬される。

[0029] 洗浄槽20aの底面には振動板20bが接着されており、この振動板20bの下面には、板状セラミック製の圧電素子（振動素子）31、32、33の上面がそれぞれ接着固定されている。圧電素子31、32、33は、被洗浄物の洗浄効果を考慮した間隔、例えば0．1～0．2mmで、互いに離間して配置される。圧電素子の種類及び個数は任意に定めることができるが、洗浄槽20aの大きさ、洗浄に必要な振動量を考慮することが好ましい。振動素子としては、板状、セラミック製以外の圧電素子や、圧電素子以外の素子を用いることもできる。

[0030] 圧電素子31、32、33には、これら圧電素子31、32、33を所定の周波数（例えば18kHz～10MHz）で励振する発振器41、42、43がそれぞれ接続されている。発振器41、42、43は、周波数制御回路及び電力増幅回路（いずれも不図示）をそれぞれ備える。また、発振器41、42、43には、これらに電力を供給するための商用電源51、52、53がそれぞれ接続されている。発振器41、42、43は、圧電素子31、32、33に対して、同一の周波数・位相・振幅・波形を備えたパルス信号を出力する。

[0031] 制御部としての制御回路60は、発振器41、42、43が圧電素子31、32、33に対して同一位相の信号を出力するように、発振器41、42、43を制御するものである。このために、制御回路60は、発振器41、42、43に対して、周波数値、電力設定値信号、発振開始タイミングパルス、及び同期パルスを出力する。なお、制御回路60は、発振器41、42、43からのフィードバック信号に基づいて発振器41、42、43を制御するという動作は行う必要がないが、このような制御を行うことのできる制御回路とすることもできる。

[0032] 発振器41、42、43の周波数制御回路は、制御回路60から各発振器へ出力された周波数値にしたがった周波数（例えば18kHz～10MHz）を備えたパルス信号を生

成する。このパルス信号は、発振器41、42、43の電力増幅回路により、電力設定値信号にしたがって、圧電素子31、32、33を励振するために必要な振幅に増幅されて、対応する圧電素子に対して出力される。

[0033] 発振器41、42、43は、停止状態において、制御回路60から発振開始タイミングパルスが入力されると、そのタイミングに合わせて圧電素子31、32、33へ励振のためのパルス信号の出力を開始する。これにより、発振器41、42、43から出力されるパルス信号は、位相が同一となる。このため、圧電素子31、32、33から洗浄槽20aへ均一の超音波を放出することができ、これにより発生する音圧にはムラが無く、被洗浄物に付着した微粒子を確実に除去することができ、その結果、超音波洗浄におけるムラの発生を防止することができる。なお、発振開始タイミングパルスが入力されるまでは、発振器41、42、43は、周波数値及び電力設定値信号にしたがったパルス信号を出力開始可能なスタンバイ状態となっている。

[0034] 発振器41、42、43は、その動作状態に拘わらず、制御回路60から同期パルスが入力されると、そのタイミングに合わせて一斉に位相が同一(例えばゼロ度)のパルス信号を出力する。同一とする位相の値は、あらかじめ制御回路60に記憶させてある。これにより圧電素子31、32、33から振動板20bを介して洗浄槽20aへ均一の超音波を放出することができ、発生する音圧のムラがなくなり、被洗浄物に付着した微粒子を確実に除去することができるため、超音波洗浄におけるムラの発生を防止することができる。とくに、発振開始後、一定時間ごとに同期パルスによって位相を調整すると、各発振器においてパルスを発生する水晶振動子間の誤差に起因して発生する、出力パルス信号間の位相差を修正することができるため、音圧のムラを常時抑止することができ、これにより超音波洗浄におけるムラの発生をより確実に防止することができる。また、発振器41、42、43の動作開始時に同期パルスを出力してこれらの発振器の出力信号の位相を揃えることもできる。

[0035] ここで、例えば、洗浄槽20aを超音波洗浄装置10の処理部(不図示)内に、発振器41、42、43を超音波洗浄装置10の制御部分(不図示)内に、それぞれ配置するとともに、制御回路60を、超音波洗浄装置10の操作パネル部やCPU BOX(不図示)内に、発振器41、42、43とは別体で、配置する。

[0036] また、制御回路60は、周波数値、電力設定値信号、発振開始タイミングパルス、及び同期パルスを発振器41、42、43に出力するものであって、これらの信号よりも大きな電力を要する発振器41、42、43の機能は備えていない。また、制御回路60と発振器41、42、43は別体としている。このため、圧電素子を増減する場合に、圧電素子の数に合わせて増減する必要がなく、1つの制御回路60で増減後の複数の発振器を制御して複数の圧電素子を励振することができる。

[0037] さらに、圧電素子31、32、33と発振器41、42、43を1対1に対応させているため、洗浄条件の変更(例えば励振する超音波の変更、洗浄時間の変更)があったとしても、常に圧電素子31、32、33を十分に励振させることができる。これに対して、1つの発振器で複数の圧電素子を励振する場合、圧電素子が増加するにしたがって十分な励振が困難となる。

[0038] つづいて、本発明の第2実施形態について図2を参照しつつ説明する。第2実施形態においては、間接槽24aを設けた点が第1実施形態と異なる。その他の構成は第1実施形態と同様であって、同じ部材については同じ参照符号を使用し、詳細な説明は省略する。ここで、図2は、第2実施形態に係る超音波洗浄装置12の構成を示す一部断面図である。

[0039] 図2に示す超音波洗浄装置12は、第1実施形態の超音波洗浄装置10と同様に圧電素子31、32、33、発振器41、42、43、及び制御回路60を備え、さらに、洗浄槽22と、間接槽24aと、を備える。洗浄槽22は、超音波洗浄装置10と同様に、例えば石英製の周知のものを使用することができ、その内部に洗浄液21(例えば、純水、薬液)を収容し、この洗浄液21に、保持手段(不図示)に保持された被洗浄物が浸漬される。

[0040] 間接槽24aは、振動伝播用の媒体(例えば水、弾性物質、SUS(ステンレス鋼)、PVDF(ポリフッ化ビニリデン)、ポリテトラフルオロエチレン(4フッ化エチレン樹脂))25を収容する。この間接槽24a内には、少なくとも底面が媒体25に接するように支持手段(不図示)によって支持された洗浄槽22が配設されている。間接槽24aは、例えばポリプロピレンを矩形枠状に成型してなり、その底面には、ステンレス鋼製の振動板24bが接着されている。この振動板24bの下面には、圧電素子31、32、33が接着さ

れている。このように、洗浄槽22と圧電素子31、32、33との間に間接槽24を配置すると、振動板24bが破損した場合、振動板24bが汚染された場合、及び洗浄槽22が劣化した場合に、振動板24b自体又は雰囲気によって被洗浄物が汚染されることを防止することができる。なお、その他の作用、効果、変形例は第1実施形態と同様である。

[0041] 次に、第3実施形態について、図3から図5を参照しつつ詳しく説明する。

第3実施形態に係る超音波洗浄装置210は、図3に示すように、洗浄槽220a・振動板220bと、圧電素子(振動素子)231、232、233と、発振器241、242、243と、制御回路(制御部)260と、を備える。この超音波洗浄装置210によれば、制御回路260の制御により、圧電素子231、232、233を励振するために発振器241、242、243から出力される信号のタイミングを合わせることができ、これにより圧電素子231、232、233から被洗浄物に対して発せられる超音波を均一とし、被洗浄物に付着した微粒子を確実に除去することができる。ここで、図3は、第3実施形態に係る超音波洗浄装置210の構成を示す一部断面図である。

[0042] 洗浄槽220aは、例えば石英製の周知のものを使用することができ、その内部に洗浄液221(例えば、純水、薬液)を収容し、この洗浄液221に、保持手段(不図示)に保持された被洗浄物が浸漬される。

[0043] 洗浄槽220aの底面には振動板220bが接着されており、この振動板220bの下面には、板状セラミック製の圧電素子(振動素子)231、232、233の上面がそれぞれ接着固定されている。圧電素子231、232、233は、被洗浄物の洗浄効果を考慮した間隔、例えば0.1～0.2mmで、互いに離間して配置される。圧電素子の種類及び個数は任意に定めることができるが、洗浄槽220aの大きさ、洗浄に必要な振動量を考慮することが好ましい。振動素子としては、板状、セラミック製以外の圧電素子や、圧電素子以外の素子を用いることもできる。

[0044] 圧電素子231、232、233には、これら圧電素子231、232、233を所定の周波数(例えば18kHz～10MHz)で励振する発振器241、242、243がそれぞれ接続されている。

[0045] 発振器241、242、243は、信号生成回路241a、242a、243a、及び、電力増幅

回路241b、242b、243bをそれぞれ備える。また、発振器241、242、243には、これらに電力を供給するための商用電源251、252、253がそれぞれ接続されている。発振器241、242、243は、圧電素子231、232、233に対して、同一の周波数・振幅・波形、及び略同一の位相を備えたパルス信号を出力する。

[0046] 制御部としての制御回路260は、発振器241、242、243が圧電素子231、232、233に対して略同一位相の信号を出力するように、発振器241、242、243を制御するものである。このために、制御回路260は、発振器241、242、243に対して、周波数値、電力設定値信号、発振開始タイミングパルス、及び同期パルスを出力する。なお、制御回路260は、発振器241、242、243からのフィードバック信号に基づいて発振器241、242、243を制御するという動作は行う必要がないが、このような制御を行うことのできる制御回路とすることもできる。

[0047] 発振器241、242、243の信号生成回路241a、242a、243aは、制御回路260から各発振器へ出力された周波数値にしたがった周波数(例えば18kHz～10MHz)を備えたパルス信号を生成する。このパルス信号は、発振器241、242、243の電力増幅回路241b、242b、243bにより、電力設定値信号にしたがって、圧電素子231、232、233を励振するために必要な振幅に増幅されて、対応する圧電素子231、232、233に対してそれぞれ出力される。

[0048] 上述のように、発振器241、242、243は、制御回路260によって、略同一位相の信号を出力する。ここに言う略同一位相の信号とは、各信号生成回路241a、242a、243aからの出力については、図4に示すような、位相差が－5度から＋5度の範囲内にあることが好ましい。この範囲を許容することにより、信号生成回路241a、242a、243a間に信号出力タイミングの誤差があり、当該誤差に引きずられて、圧電素子231、232、233に印加する信号の位相にも誤差がある場合であっても、前記各信号生成回路241a、242a、243aからの出力の位相差が－5度から＋5度の範囲内であれば、各圧電素子231、232、233から発せられる超音波間の位相差が超音波洗浄に対して影響を与えるものではなく、音圧のムラ無く超音波を放出させることができるものであり、被洗浄物に付着した微粒子を確実に除去することができ、その結果、超音波洗浄におけるムラの発生を防止することができる。超音波洗浄における洗浄ムラの

発生は、逆位相の超音波同士の衝突により、超音波が互いに相殺されて音圧のムラが生じることに起因するものである。当該洗浄ムラの発生は、超音波同士の位相差が、90度以上から270度以下となる場合に生じ易いものであって、超音波同士の位相差が180度の場合に完全な逆位相となるため、洗浄ムラの発生が最も大きくなるものである。この場合、前記各信号生成回路241a、242a、243aからの出力の位相差が－5度から＋5度の範囲内とすることにより、後述する電力増幅回路241b、242b、243bからの出力を、位相差が－45度から＋45度の範囲内とすることが可能であり、超音波同士の位相差を90度以内（－45度から＋45度の範囲内）とすることが可能である。ここで、図4は、制御回路260からの同期パルスに対して許容され得る、信号生成回路241a、242a、243aからの出力信号の位相差範囲を示すタイミングチャートであって、横軸に時間、縦軸に振幅をとっている。図4（a）は制御回路260から出力される同期パルスの波形を、図4（b）～（d）は各信号生成回路241a、242a、243aからの出力信号の位相の例をそれぞれ示している。図4（b）は同期パルスの立ち上がりタイミング（点線）に合わせた位相、（c）は同期パルスに対して＋5度だけ進んだ位相、（d）は同期パルスに対して5度だけ遅れた位相（－5度の位相）、をそれぞれ示す。

[0049] また、発振器241、242、243から出力する略同一位相の信号とは、電力増幅回路241b、242b、243bからの出力については、図5に示すような、位相差が－45度から＋45度の範囲内にあることが好ましい。この範囲内であれば、電力増幅回路241b、242b、243b間に信号出力タイミングの誤差（位相差）があったとしても、各圧電素子231、232、233から発せられる超音波間の位相差が超音波洗浄に対して影響を与えるものではなく、音圧のムラ無く超音波を放出させることができるものであり、被洗浄物に付着した微粒子を確実に除去することができ、その結果、超音波洗浄におけるムラの発生を防止することができる。前述の通り、超音波洗浄における洗浄ムラの発生は、逆位相の超音波同士の衝突により、超音波が互いに相殺されて音圧のムラが生じることに起因するものである。当該洗浄ムラの発生は、超音波同士の位相差が、90度以上から270度以下となる場合に生じ易いものであって、超音波同士の位相差が180度の場合に完全な逆位相となるため、洗浄ムラの発生が最も大きくなるもの

であり、電力増幅回路241b、242b、243bからの出力を、位相差が－45度から＋45度の範囲内とすることにより、超音波同士の位相差を90度以内（－45度から＋45度の範囲内）として、音圧ムラの発生から起因する洗浄ムラを防止することが可能である。ここで、図5は、制御回路260からの同期パルスに対して許容され得る、電力増幅回路241b、242b、243bからの出力信号の位相差範囲を示すタイミングチャートであって、横軸に時間、縦軸に振幅をとっている。図5（a）は制御回路260から出力される同期パルスの波形を、図5（b）～（d）は各電力増幅回路241b、242b、243bからの出力信号の位相の例をそれぞれ示している。図5（b）は同期パルスの立ち上がりタイミング（点線）に合わせた位相、（c）は同期パルスに対して＋45度だけ進んだ位相、（d）は同期パルスに対して45度だけ遅れた位相（－5度の位相）、をそれぞれ示す。

[0050] 発振器241、242、243は、停止状態において、制御回路260から発振開始タイミングパルスが入力されると、そのタイミングに合わせて圧電素子231、232、233へ励振のためのパルス信号の出力を開始する。これにより、発振器241、242、243から出力されるパルス信号は、位相が略同一となる。このため、圧電素子231、232、233から洗浄槽220aへ均一の超音波を放出することができ、これにより発生する音圧にはムラが無く、被洗浄物に付着した微粒子を確実に除去することができ、その結果、超音波洗浄におけるムラの発生を防止することができる。なお、発振開始タイミングパルスが入力されるまでは、発振器241、242、243は、周波数値及び電力設定値信号にしたがったパルス信号を出力開始可能なスタンバイ状態となっている。

[0051] 発振器241、242、243は、その動作状態に拘わらず、制御回路260から同期パルスが入力されると、そのタイミングに合わせて一斉に位相が略同一のパルス信号を出力する。略同一とする位相の値は、あらかじめ制御回路260に記憶させてある。これにより圧電素子231、232、233から振動板220bを介して洗浄槽220aへ均一の超音波を放出することができ、発生する音圧のムラがなくなり、被洗浄物に付着した微粒子を確実に除去することができるため、超音波洗浄におけるムラの発生を防止することができる。とくに、発振開始後、一定時間ごとに同期パルスによって位相を調整すると、各発振器においてパルスを発生する水晶振動子間の誤差に起因して発生する

、出力パルス信号間の位相差を修正することができるため、音圧のムラを常時抑止することができ、これにより超音波洗浄におけるムラの発生をより確実に防止することができる。また、発振器241、242、243の動作開始時に同期パルスを出力してこれらの発振器の出力信号の位相を揃えることもできる。

[0052] ここで、例えば、洗浄槽220aを超音波洗浄装置210の処理部(不図示)内に、発振器241、242、243を超音波洗浄装置210の制御部分(不図示)内に、それぞれ配置するとともに、制御回路260を、超音波洗浄装置210の操作パネル部やCPU BOX(不図示)内に、発振器241、242、243とは別体で、配置する。

[0053] また、制御回路260は、周波数値、電力設定値信号、発振開始タイミングパルス、及び同期パルスを発振器241、242、243に出力するものであって、これらの信号よりも大きな電力を要する発振器241、242、243の機能は備えていない。また、制御回路260と発振器241、242、243は別体としている。このため、圧電素子を増減する場合に、圧電素子の数に合わせて増減する必要がなく、1つの制御回路260で増減後の複数の発振器を制御して複数の圧電素子を励振することができる。

[0054] さらに、圧電素子231、232、233と発振器241、242、243を1対1に対応させているため、洗浄条件の変更(例えば励振する超音波の変更、洗浄時間の変更)があったとしても、常に圧電素子231、232、233を十分に励振させることができる。これに対して、1つの発振器で複数の圧電素子を励振する場合、圧電素子が増加するにしたがって十分な励振が困難となる。

[0055] 次に、第3実施形態の変形例について、図6を参照しつつ説明する。なお、この変形例は、上述の第1実施形態及び第2実施形態にも適用することができる。ここで、図6は、第3実施形態の変形例に係る制御回路260からの同期パルス、及び信号生成回路からの出力信号を示すタイミングチャートである。図6(a)は制御回路260から出力される同期パルスの波形、(b)はFM変調した場合の信号生成回路241a、242a、243aからの出力信号、(c)はAM変調した場合の信号生成回路241a、242a、243aからの出力信号、をそれぞれ示している。

[0056] この変形例では、図4又は図5に示すような正弦波に代えて、変調した信号を信号生成回路241a、242a、243aから出力している。変調としては、例えば、図6(b)に

示すFM変調（周波数変調）や図6（c）に示すAM変調（振幅変調）を挙げることができる。

[0057] 信号生成回路241a、242a、243aから出力される信号は、制御回路260からの同期パルスに対して、変調の種類に応じた適切なタイミングで同期をとる。FM変調においては、例えば図6（b）に示すように、周波数が最も低いところで制御回路260からの同期パルスに同期させることができるが、これ以外の周波数で同期させることもできる。例えば、周波数が最も低いところで同期をとる場合の如く、変調の種類に応じた適切なタイミングで同期をとることにより、位相が略同一であっても、周波数が異なるタイミングで同期をとることにより、結局、洗浄ムラが生じてしまうことが防止可能である。このようにFM変調した場合においても、各信号生成回路241a、242a、243aからの出力に許容される位相差範囲は、第3実施形態と同様に－5度から＋5度であることが好ましい。また、各電力増幅回路241b、242b、243bからの出力に許容される位相差範囲は、－45度から＋45度であることが好ましい。

[0058] 信号生成回路241a、242a、243aからの出力がAM変調されている場合は、例えば図6（c）に示すように振幅が最も小さいところで制御回路260からの同期パルスに同期させることができるが、これ以外の振幅で同期させることもできる。例えば、振幅が最も小さいところで同期をとる場合の如く、変調の種類に応じた適切なタイミングで同期をとることにより、位相が略同一であっても、振幅が異なるタイミングで同期をとることにより、結局、洗浄ムラが生じてしまうことが防止可能である。このようにAM変調した場合においても、FM変調する場合と同様に、各信号生成回路241a、242a、243aからの出力に許容される位相差範囲は－5度から＋5度、各電力増幅回路241b、242b、243bからの出力に許容される位相差範囲は－45度から＋45度であることが好ましい。

[0059] つづいて、本発明の第4実施形態について図7を参照しつつ説明する。第4実施形態においては、間接槽224aを設けた点が第3実施形態と異なる。その他の構成は第3実施形態と同様であって、同じ部材については同じ参照符号を使用し、詳細な説明は省略する。ここで、図7は、第4実施形態に係る超音波洗浄装置212の構成を示す一部断面図である。

[0060] 図7に示す超音波洗浄装置212は、第3実施形態の超音波洗浄装置210と同様に圧電素子231、232、233、発振器241、242、243、及び制御回路260を備え、さらに、洗浄槽222と、間接槽224aと、を備える。洗浄槽222は、超音波洗浄装置210と同様に、例えば石英製の周知のものを使用することができ、その内部に洗浄液221(例えば、純水、薬液)を収容し、この洗浄液221に、保持手段(不図示)に保持された被洗浄物が浸漬される。また、第3実施形態と同様に、発振器241、242、243は、信号生成回路241a、242a、243a、及び、電力増幅回路241b、242b、243bをそれぞれ備える。

[0061] 間接槽224aは、振動伝播用の媒体(例えば水、弾性物質、SUS(ステンレス鋼)、PVDF(ポリフッ化ビニリデン)、ポリテトラフルオロエチレン(4フッ化エチレン樹脂))225を収容する。この間接槽224a内には、少なくとも底面が媒体225に接するように支持手段(不図示)によって支持された洗浄槽222が配設されている。間接槽224aは、例えばポリプロピレンを矩形枠状に成型してなり、その底面には、ステンレス鋼製の振動板224bが接着されている。この振動板224bの下面には、圧電素子231、232、233が接着されている。このように、洗浄槽222と圧電素子231、232、233との間に間接槽224を配置すると、振動板224bが破損した場合、振動板224bが汚染された場合、及び洗浄槽222が劣化した場合に、振動板224b自体又は雰囲気によって被洗浄物が汚染されることを防止することができる。なお、その他の作用、効果、変形例は第3実施形態と同様である。

[0062] 本発明について上記実施形態を参照しつつ説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、改良の目的または本発明の思想の範囲内において改良または変更が可能である。

図面の簡単な説明

[0063] [図1]本発明の第1実施形態に係る超音波洗浄装置の構成を示す一部断面図である。

[図2]本発明の第2実施形態に係る超音波洗浄装置の構成を示す一部断面図である。

[図3]本発明の第3実施形態に係る超音波洗浄装置の構成を示す一部断面図である

。

[図4]本発明の第3実施形態に係る制御回路からの同期パルスに対して許容され得る、信号生成回路からの出力信号の位相差範囲を示すタイミングチャートである。

[図5]本発明の第3実施形態に係る制御回路からの同期パルスに対して許容され得る、電力増幅回路からの出力信号の位相差範囲を示すタイミングチャートである。

[図6]本発明の第3実施形態の変形例に係る制御回路からの同期パルス、及び信号生成回路からの出力信号を示すタイミングチャートである。

[図7]本発明の第4実施形態に係る超音波洗浄装置の構成を示す一部断面図である。

[図8]従来の超音波洗浄装置の構成を示す一部断面図である。

符号の説明

[0064] 10 超音波洗浄装置

12 超音波洗浄装置

20a 洗浄槽

24a 間接槽

31 圧電素子(振動素子)

32 圧電素子(振動素子)

33 圧電素子(振動素子)

41 発振器

42 発振器

43 発振器

60 制御回路(制御部)

210 超音波洗浄装置

212 超音波洗浄装置

220a 洗浄槽

224a 間接槽

231 圧電素子(振動素子)

232 圧電素子(振動素子)

233　圧電素子(振動素子)

241　発振器

241a　信号生成回路

241b　電力増幅回路

242　発振器

242a　信号生成回路

242b　電力増幅回路

243　発振器

243a　信号生成回路

243b　電力増幅回路

260　制御回路(制御部)

請求の範囲

[1] 被洗浄物と洗浄液を収容する洗浄槽と、
前記洗浄槽に取り付けられた複数の振動素子と、
前記複数の振動素子にそれぞれ接続され、前記複数の振動素子を励振する複数の発振器と、
前記複数の発振器に接続され、前記複数の発振器が前記複数の振動素子に対して同一位相の信号を出力するように、前記複数の発振器を制御する制御部と、
を備えること
を特徴とする超音波洗浄装置。

[2] 前記複数の発振器は、前記制御部から出力された同期パルスによってタイミングを合わせた同一位相の信号を出力することを特徴とする請求項1に記載の超音波洗浄装置。

[3] 前記複数の発振器は、その動作状態に拘わらず、前記制御部から出力された同期パルスによってタイミングを合わせた同一位相の信号を出力することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の超音波洗浄装置。

[4] 前記複数の発振器は周波数制御回路を備え、前記周波数制御回路は、前記制御部が前記複数の発振器に対して出力する発振周波数値にしたがった周波数を備えた信号を生成し、この信号を前記制御部が前記複数の発振器に対して出力する同期パルスによってタイミングを合わせた同一位相の信号として、前記複数の振動素子のそれぞれに対して出力することを特徴とする請求項1乃至請求項3のうち、いずれか1に記載の超音波洗浄装置。

[5] 前記制御部は、前記発振器に対して、前記振動素子への信号の出力を開始させるための発振開始タイミングパルスを出力することを特徴とする請求項1乃至請求項4のうち、いずれか1に記載の超音波洗浄装置。

[6] 前記同期パルスによってタイミングを合わせて出力される信号の位相はゼロ度で同一であることを特徴とする請求項1乃至請求項5のうち、いずれか1に記載の超音波洗浄装置。

[7] 前記振動素子は圧電素子であることを特徴とする請求項1乃至請求項6のうち、い

ずれか1に記載の超音波洗浄装置。

[8] 前記超音波洗浄装置は、振動伝搬用の媒体と、少なくとも前記媒体に接するように配置された前記洗浄槽と、を収容し、前記複数の振動素子が取り付けられた間接槽を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項7のうち、いずれか1に記載の超音波洗浄装置。

[9] 前記複数の発振器は電力増幅回路を備え、前記電力増幅回路は、前記制御部が前記複数の発振器に対して出力する電力設定値信号にしたがって、前記複数の振動素子のそれぞれに対する出力信号の振幅を増幅することを特徴とする請求項1乃至請求項8のうち、いずれか1に記載の超音波洗浄装置。

[10] 被洗浄物と洗浄液を収容する洗浄槽と、
前記洗浄槽に取り付けられた複数の振動素子と、
前記複数の振動素子にそれぞれ接続され、前記複数の振動素子を励振する複数の発振器と、
前記複数の発振器に接続され、前記複数の発振器が前記複数の振動素子に対して略同一位相の信号を出力するように、前記複数の発振器を制御する制御部と、
を備えること
を特徴とする超音波洗浄装置。

[11] 前記複数の発振器は、前記制御部から出力された同期パルスによってタイミングを合わせた位相の信号を出力し、前記複数の発振器が出力する信号の位相差は－45度から＋45度の範囲内にあることを特徴とする請求項1に記載の超音波洗浄装置。

[12] 前記複数の発振器は信号生成回路をそれぞれ備え、前記信号生成回路のそれぞれが生成する信号の位相差は－5度から＋5度の範囲内にあることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の超音波洗浄装置。

[13] 前記信号生成回路が生成する信号はFM変調波であることを特徴とする請求項12に記載の超音波洗浄装置。

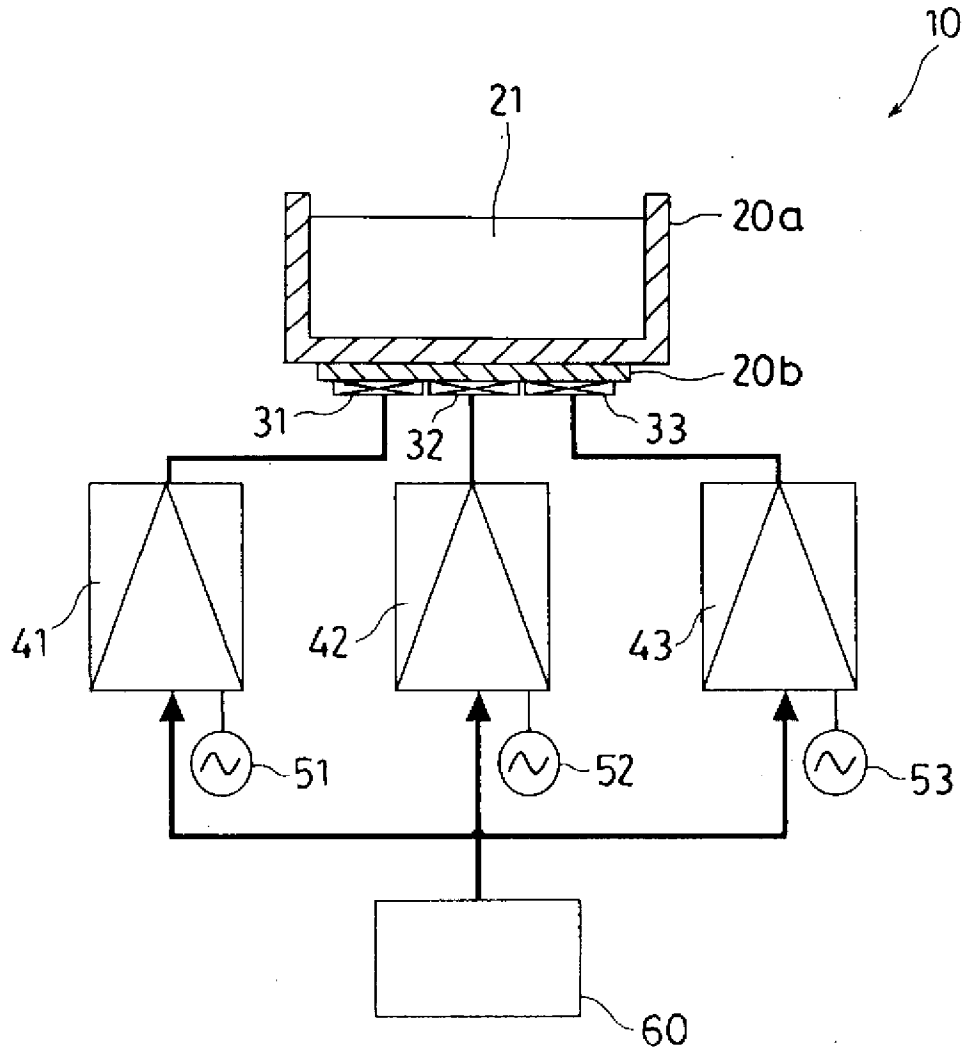
[14] 前記FM変調波は、最も低い周波数において、前記制御部から出力された同期パルスと同期していることを特徴とする請求項13に記載の超音波洗浄装置。

[15] 前記信号生成回路が生成する信号はAM変調波であることを特徴とする請求項12

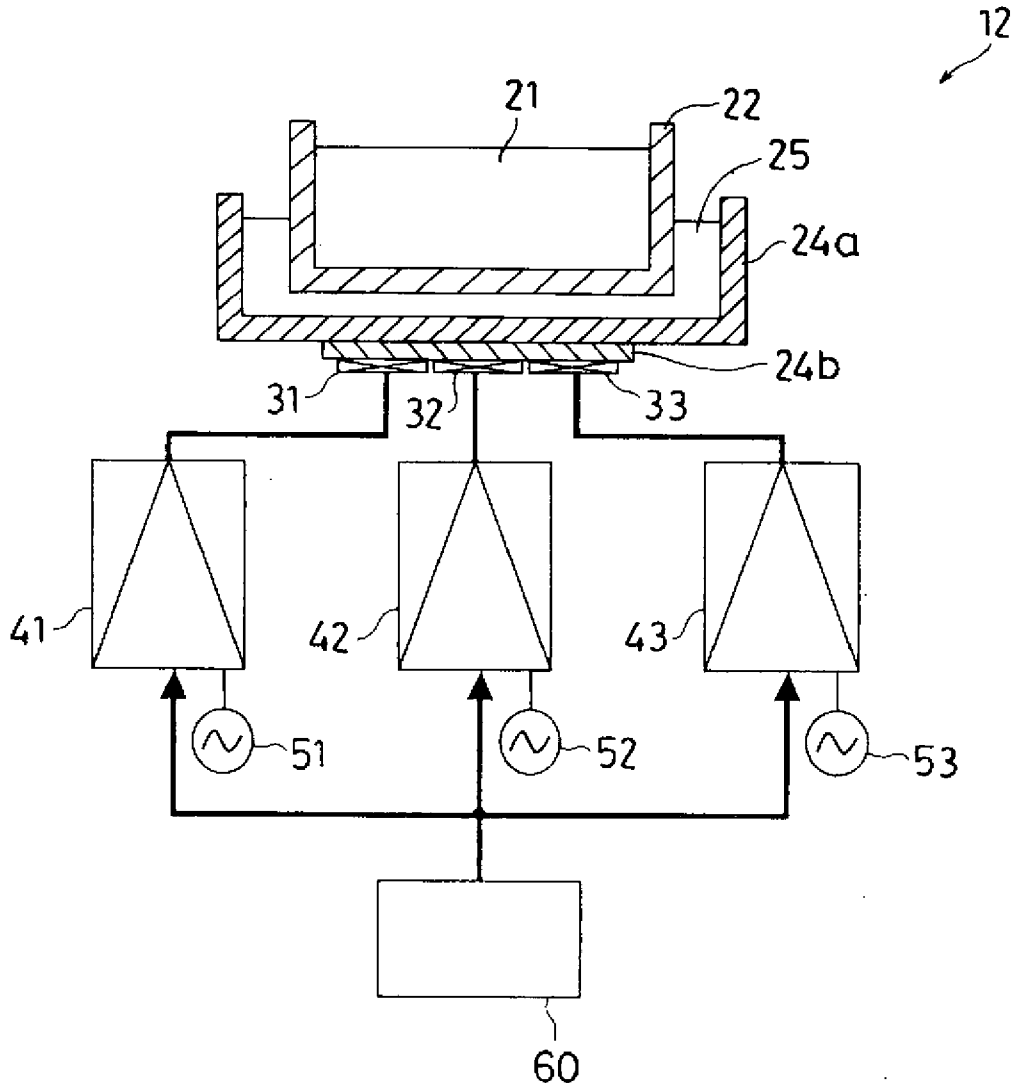
に記載の超音波洗浄装置。

[16] 前記AM変調波は、最も小さい振幅において、前記制御部から出力された同期パルスと同期していることを特徴とする請求項15に記載の超音波洗浄装置。

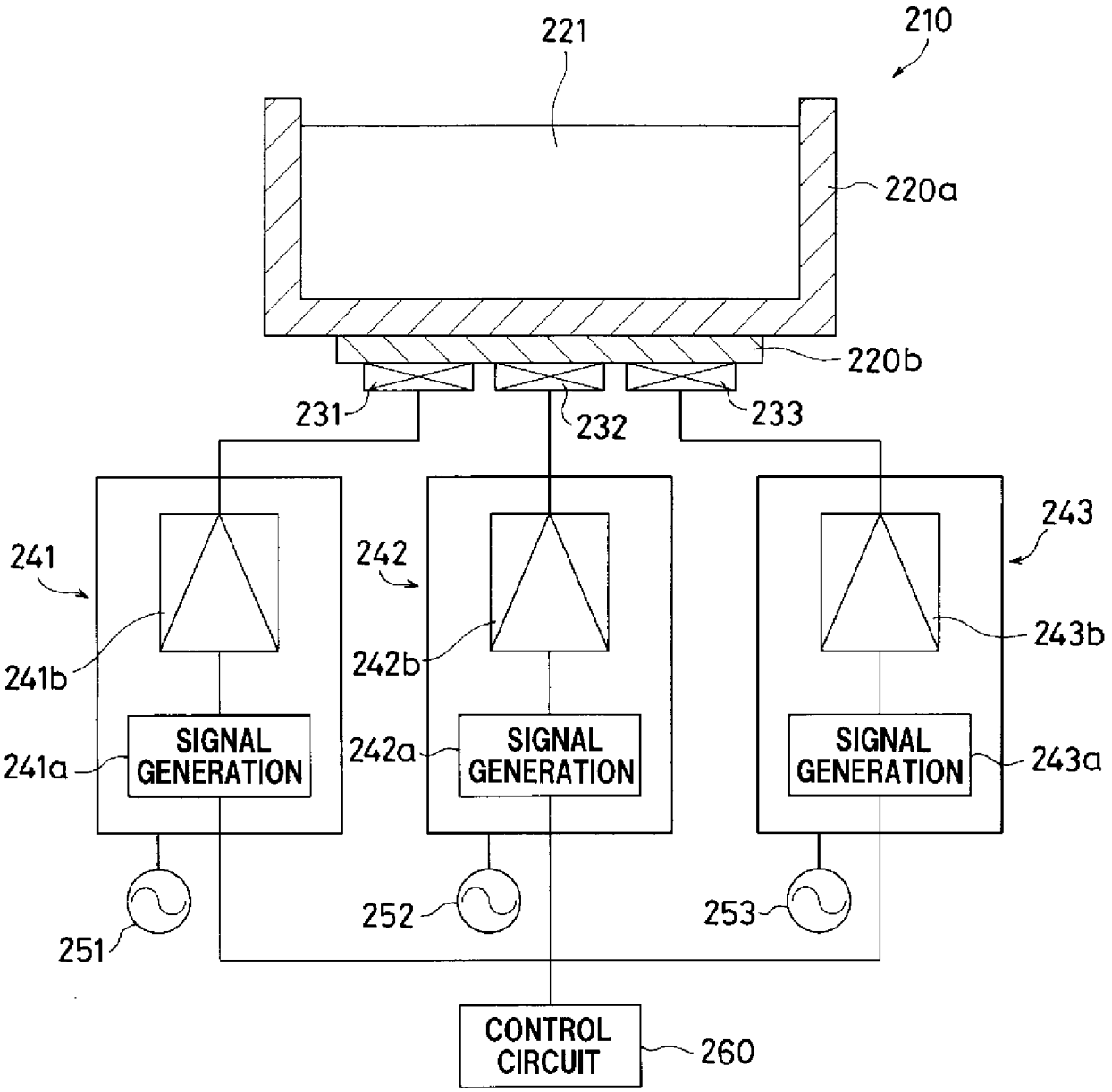
[図1]



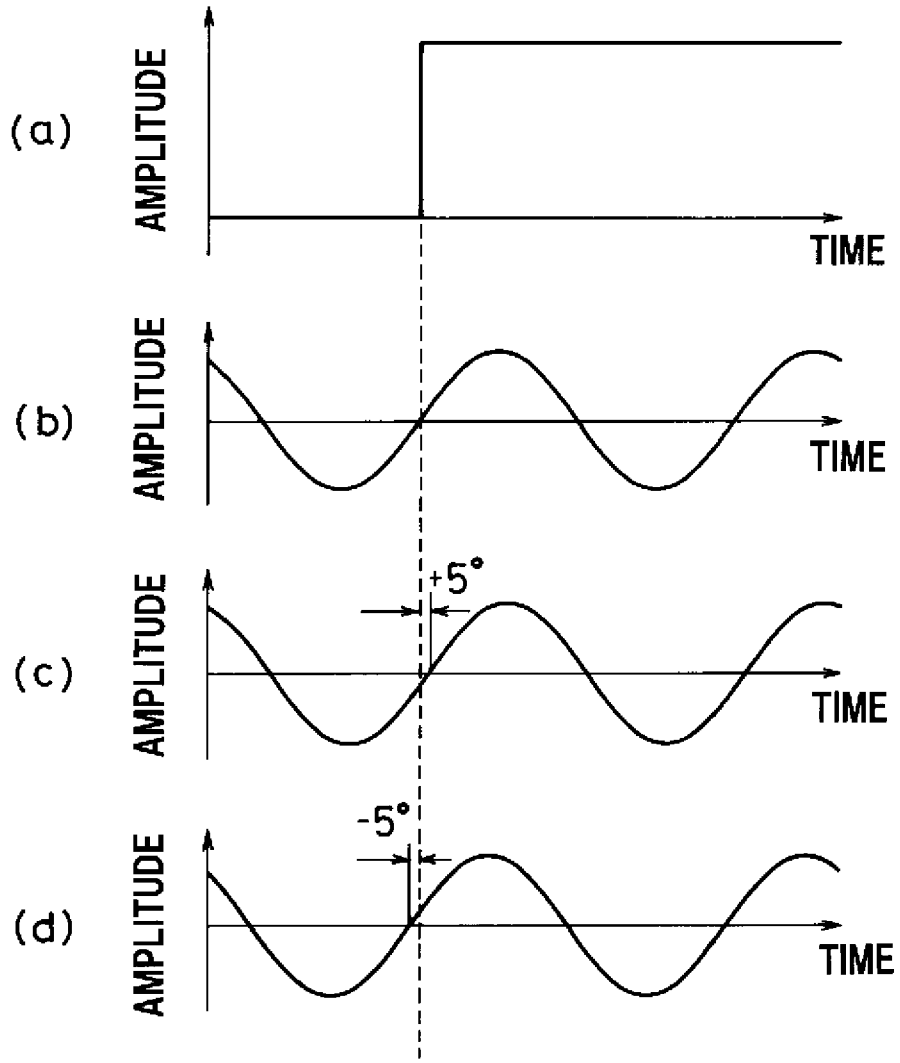
[図2]



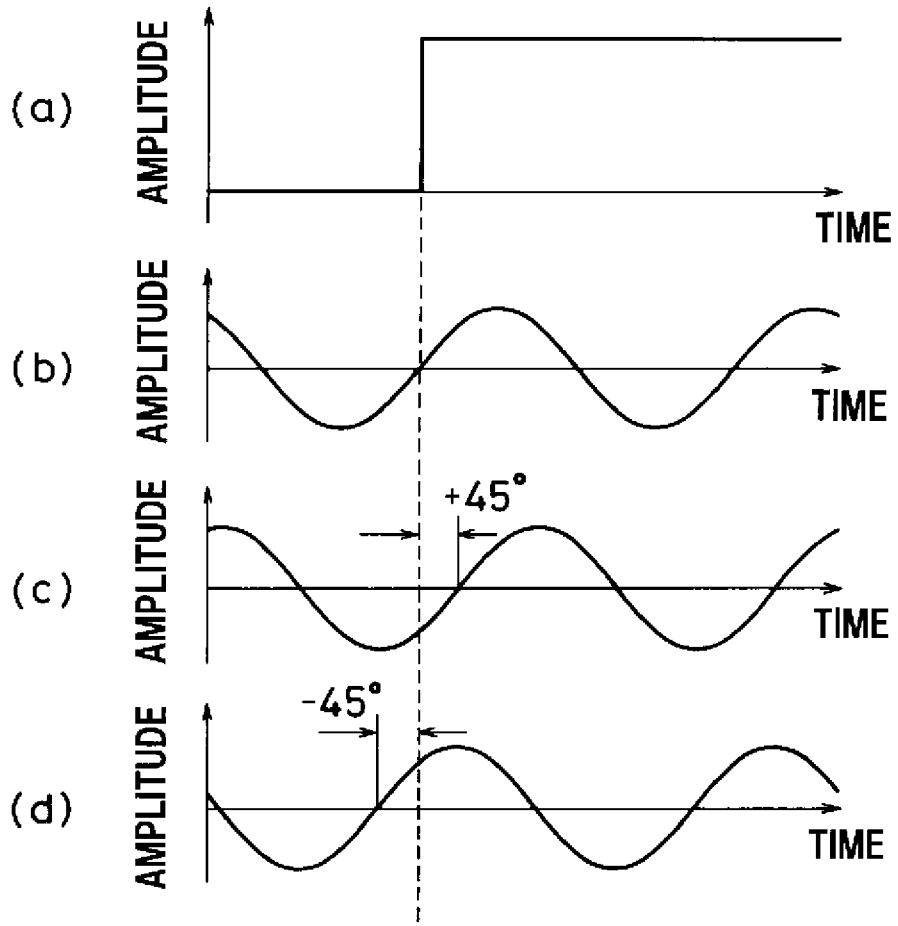
[図3]


221
210
220a
220b
231
232
233
241
242
243
241b
242b
243b
SIGNAL GENERATION
SIGNAL GENERATION
SIGNAL GENERATION
241a
242a
243a
251
252
253
CONTROL CIRCUIT
260

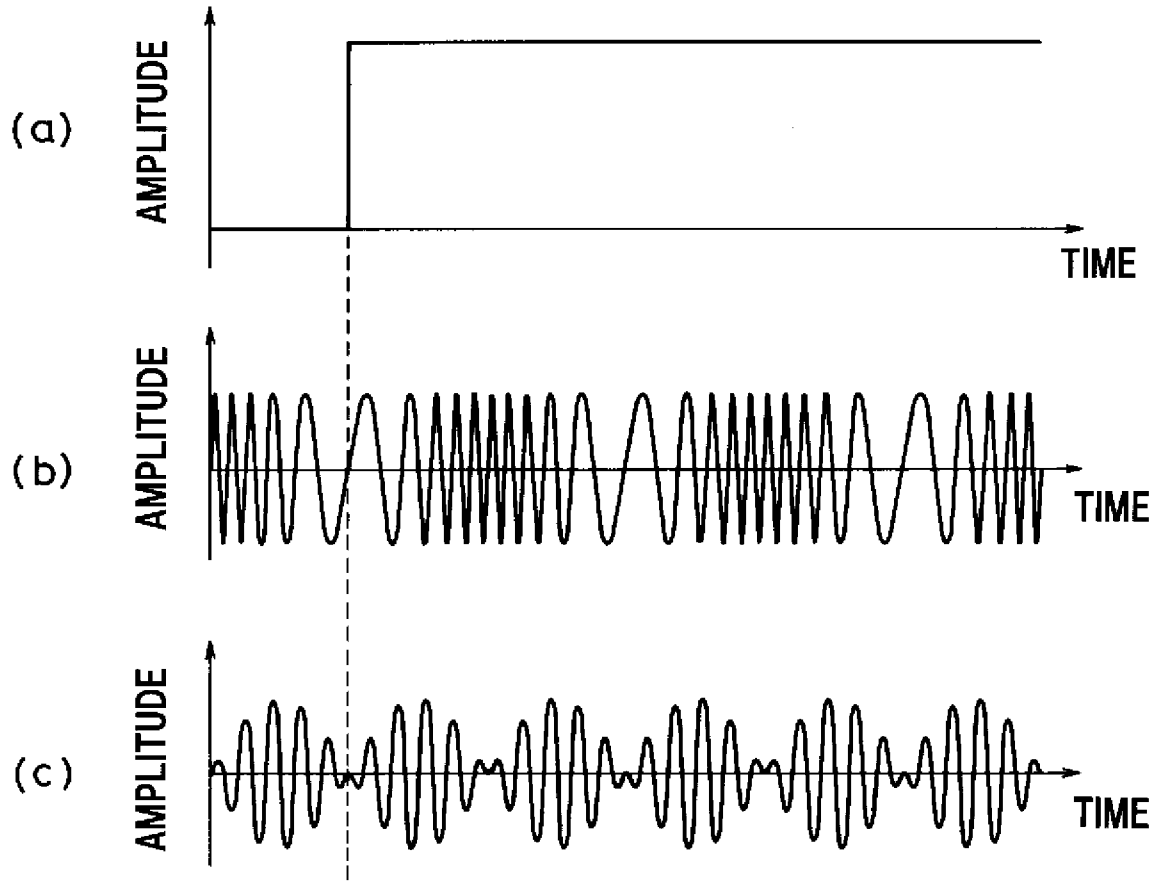
[図4]


(a)
AMPLITUDE
TIME
(b)
AMPLITUDE
TIME
(c)
AMPLITUDE
+5°
TIME
(d)
AMPLITUDE
-5°
TIME

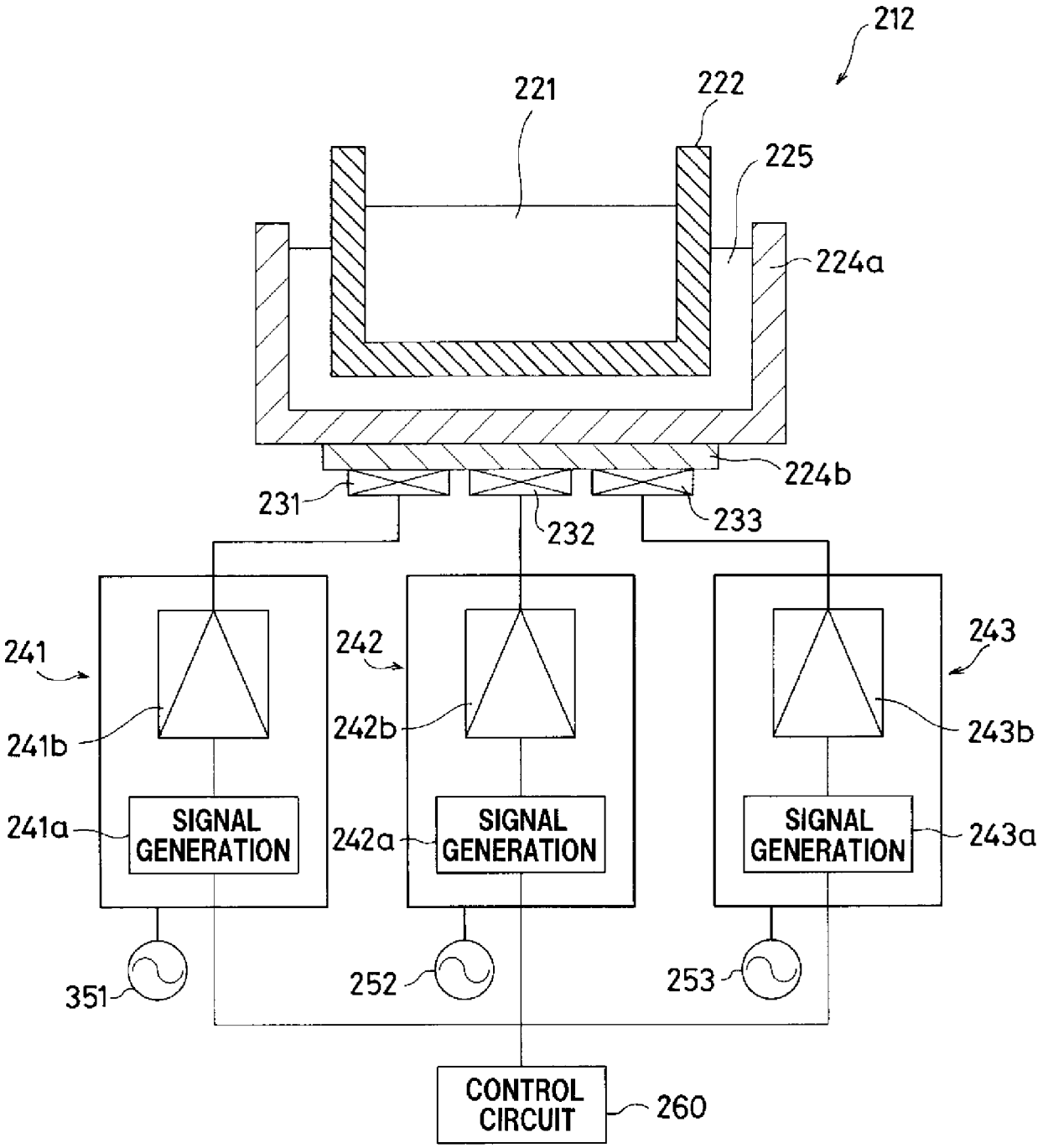
[図5]


(a)
AMPLITUDE
TIME
(b)
AMPLITUDE
TIME
(c)
AMPLITUDE
+45°
TIME
(d)
AMPLITUDE
-45°
TIME

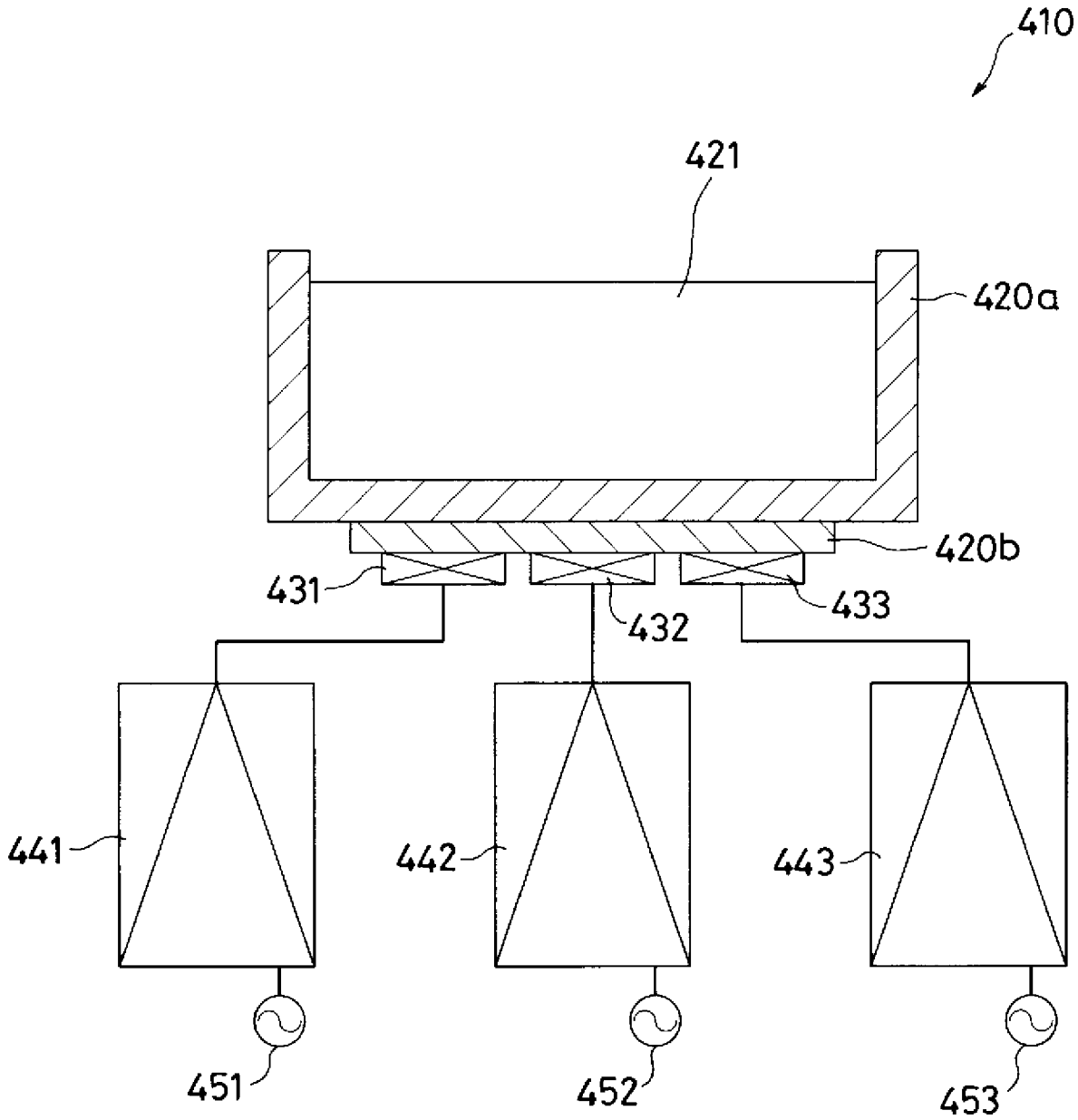
[図6]


(a)
AMPLITUDE
TIME
(b)
AMPLITUDE
TIME
(c)
AMPLITUDE
TIME

[図7]


212
221
222
225
224a
224b
231
232
233
241
241b
241a
SIGNAL GENERATION
242
242b
242a
SIGNAL GENERATION
243
243b
243a
SIGNAL GENERATION
351
252
253
CONTROL CIRCUIT
260

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2007/067581

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/304(2006.01)i, *B06B1/06*(2006.01)i, *B08B3/12*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L21/304, B06B1/06, B08B3/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 10-135176 A (Tokyo Electron Ltd.), 22 May, 1998 (22.05.98), Full text; all drawings & US 1999/5911232 A1	1-6,8-14 7,15-16
Y	JP 2006-7066 A (Toshiba Corp.), 12 January, 2006 (12.01.06), Par. No. [0045] & US 2005/0284509 A1	7
Y	JP 2003-320328 A (Kaijo Corp.), 11 November, 2003 (11.11.03), Full text; all drawings (Family: none)	15-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 October, 2007 (15.10.07)	23 October, 2007 (23.10.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００７／０６７５８１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/304(2006.01)i, B06B1/06(2006.01)i, B08B3/12(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/304, B06B1/06, B08B3/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
X	ＪＰ　１０－１３５１７６　Ａ（東京エレクトロン株式会社） １９９８．０５．２２，全文，全図	１－６，８－14
Y	＆　ＵＳ　１９９９／５９１１２３２　Ａ１	７，15－16
Y	ＪＰ　２００６－７０６６　Ａ（株式会社東芝） ２００６．０１．１２，段落【００４５】 ＆　ＵＳ　２００５／０２８４５０９　Ａ１	７

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １５．１０．２００７	国際調査報告の発送日 ２３．１０．２００７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｋ　３４３２ 長馬　望 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３３２

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ　２００３－３２０３２８　Ａ（株式会社カイジョー） ２００３．１１．１１，全文，全図 （ファミリーなし）	15－16