

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7054587号

(P7054587)

(45)発行日 令和4年4月14日(2022.4.14)

(24)登録日 令和4年4月6日(2022.4.6)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 B 41/00 (2006.01)

B 2 3 B

41/00

D

B 2 3 B 35/00 (2006.01)

B 2 3 B

35/00

B 2 6 F 1/16 (2006.01)

B 2 6 F

1/16

B 2 6 D 5/00 (2006.01)

B 2 6 D

5/00

Z

請求項の数 4 (全9頁)

(21)出願番号 特願2016-228477(P2016-228477)

(22)出願日 平成28年11月25日(2016.11.25)

(65)公開番号 特開2018-83264(P2018-83264A)

(43)公開日 平成30年5月31日(2018.5.31)

審査請求日 令和1年9月27日(2019.9.27)

(73)特許権者 000233332

ピアメカニクス株式会社

神奈川県厚木市田村町9番32号

(72)発明者 高光 秀幸

神奈川県海老名市上今泉2100番地

ピアメカニクス株式会社 内

(72)発明者 荒木 裕次郎

神奈川県海老名市上今泉2100番地

ピアメカニクス株式会社 内

(72)発明者 山上 健太郎

神奈川県海老名市上今泉2100番地

ピアメカニクス株式会社 内

(72)発明者 山田 幸宏

神奈川県海老名市上今泉2100番地

ピアメカニクス株式会社 内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ドリル加工装置及びドリル加工方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

設定された加工条件で多層プリント基板のドリル加工を行うようにしたドリル加工装置において、

穴あけ方向に到来する導体層を前記ドリルが通過する時間とその際の前記ドリルの送り速度とに基づいて前記導体層の厚みの合計値を検出する厚み検出部と、

前記厚み検出部で検出された合計値に基づいて当該合計値に対応する最適なドリルの送り速度が実験的に求めて格納された記憶部と、

前記多層プリント基板を加工する場合、前記厚み検出部で求められた当該多層プリント基板の導体層の厚みの合計値に基づいて前記記憶部から対応した前記最適なドリルの送り速度を自動的に決定し新たに設定する条件設定部とを有することを特徴とするドリル加工装置。

【請求項2】

請求項1に記載のドリル加工装置において、

前記厚み検出部で厚みを検出する際の前記ドリルの送り速度を、装置が設定する送り速度のなかで一番低いものとすることを特徴とするドリル加工装置。

【請求項3】

請求項1あるいは2に記載のドリル加工装置において、

前記導体層を前記ドリルが通過する際の前記導体層と前記ドリルとの接触を、前記ドリルが前記導体層を通過する時のアースとの間のキャパシタンスの変化に基づいて検出するこ

とを特徴とするドリル加工装置。

【請求項 4】

設定された加工条件で多層プリント基板のドリル加工を行うようにしたドリル加工方法において、

穴あけ方向に到来する導体層を前記ドリルが通過する時間とその際の前記ドリルの送り速度とに基づいて前記導体層の厚みの合計値を検出する厚み検出ステップと、

前記厚み検出部で検出された合計値に基づいて当該合計値に対応する最適なドリルの送り速度を実験的に求めて記憶部に格納する記憶ステップと、

前記多層プリント基板を加工する場合、前記厚み検出ステップで求められた当該多層プリント基板の導体層の厚みの合計値に基づいて前記記憶部から対応した前記最適なドリルの送り速度を自動的に決定し新たに設定する加工条件設定ステップとを有することを特徴とするドリル加工方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多層プリント基板にドリルで穴あけを行うドリル加工装置及びドリル加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

穴あけ加工においては、種々の加工条件の最適値を事前に実験的に求めておき、その最適加工条件をオペレータが装置に設定して加工を開始するのが一般的であるが、異なるワークに対して、その都度オペレータが加工条件を設定するのは面倒であり、また間違った条件設定をしてしまうおそれもある。

20

そこで、穴あけツールであるドリルの送り速度については、例えば特許文献1に開示されているように、その都度オペレータが設定しなくても、装置が自動的に設定することができるようにする方法もある。

【0003】

ところが、特許文献1に開示されているような単純な構造のワークを堅固なドリルで加工する場合は加工条件の自動設定が可能かもしれないが、導体層と絶縁層とが交互に積層され、また導体層の厚みに変化のある多層プリント基板に耐荷重力の小さい小径ドリルで加工する場合は、全く様相が異なる。

30

すなわち、このような多層プリント基板の場合、切削抵抗としては、金属層である導体層を加工している時が圧倒的に大きく、またそれも導体層の厚みが厚いほど大きくなるので、加工開始時と加工終了時の負荷の差は何の意味を持たない。従って、ワークとなる多層プリント基板の内部構造に対応して加工条件を設定する必要がある、そうしないと、加工品質を落としたり、ドリルを破損したり、スピンドルでのモータ発熱、回転数低下、空気軸受の破損等の不具合を起こしたりする問題点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【文献】特開2008-55536号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで本発明は、ワークとなる多層プリント基板の特に導体層の状況を自動的に検出して加工条件を設定することができるようにすることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本願において開示される代表的なドリル加工装置は、設定された加工条件で多層プリント基板のドリル加工を行うようにしたドリル加工装置において、穴あけ方向に到来する導体

50

層を前記ドリルが通過する時間とその際の前記ドリルの送り速度とに基づいて前記導体層の厚みの合計値を検出する厚み検出部と、前記厚み検出部で検出された合計値に基づいて当該合計値に対応する最適なドリルの送り速度が実験的に求めて格納された記憶部と、前記多層プリント基板を加工する場合、前記厚み検出部で求められた当該多層プリント基板の導体層の厚みの合計値に基づいて前記記憶部から対応した前記最適なドリルの送り速度を自動的に決定し新たに設定する条件設定部とを有することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また本願において開示される代表的なドリル加工方法は、設定された加工条件で多層プリント基板のドリル加工を行うようにしたドリル加工方法において、穴あけ方向に到来する導体層を前記ドリルが通過する時間とその際の前記ドリルの送り速度とに基づいて前記導体層の厚みの合計値を検出する厚み検出ステップと、前記厚み検出部で検出された合計値に基づいて当該合計値に対応する最適なドリルの送り速度を実験的に求めて記憶部に格納する記憶ステップと、前記多層プリント基板を加工する場合、前記厚み検出ステップで求められた当該多層プリント基板の導体層の厚みの合計値に基づいて前記記憶部から対応した前記最適なドリルの送り速度を自動的に決定し新たに設定する加工条件設定ステップと、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、多層プリント基板に対し、その都度オペレータが加工条件を設定しなくても、装置が自動的に設定することができるようにすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の一実施例となるドリル加工装置の動作を説明するための図である。

【図 2】本発明の一実施例となるドリル加工装置の構成を示す図である。

【図 3】図 2 におけるスピンドルをさらに詳しく説明するための図である。

【図 4】図 3 における共振検出部をさらに詳しく説明するための図である。

【図 5】図 2 における最適送り速度記憶部の内容を示す表図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の一実施例を図 1 ～ 5 を用いて説明する。

図 2 は本発明の一実施例となるドリル加工装置の構成を示す図である。図 2 での各構成要素や接続線は、主に本実施例を説明するために必要と考えられるものを示しており、ドリル加工装置として必要な全てを示している訳ではない。

図 2 において、1 は穴あけ加工をすべき多層プリント基板、2 は多層プリント基板 1 を樹脂材から成る下板 3 を介して載置する加工テーブル、4 は多層プリント基板 1 に穴をあけるためのドリル、5 はドリル 4 を回転させるモータ内蔵型のスピンドル 6 を保持するスピンドルユニットである。スピンドルユニット 5 は、スピンドル垂直駆動部 8 により垂直方向に駆動される。

加工テーブル 2 は、多層プリント基板 1 に穴をあけようとする位置にドリル 4 が向くよう、加工テーブル駆動部 7 により水平方向に駆動され、位置決めされるようになっている。下板 3 は多層プリント基板 1 と加工テーブル 2 との間に介在する下板であり、ドリル 4 が多層プリント基板 1 を突き抜けて加工テーブル 2 に接触するのを防止する役目をするものである。

【 0 0 1 1 】

スピンドル 6 の下方側には穴あけ加工時に多層プリント基板 1 を押付けるためのプレッシャフット 9 が係合している。このプレッシャフット 9 はシリンダ 10 を介してスピンドルユニット 5 に連結されており、スピンドルユニット 5 が下降する場合、多層プリント基板 1 の上面位置に当接するまではスピンドルユニット 5 と共に下降する。

スピンドルユニット 5 とプレッシャフット 9 は互いに高さ方向に所定の間隔を保って係合

10

20

30

40

50

していて、スピンドルユニット 5 が下降する場合、途中までは共に下降し、プレッシャフット 9 が多層プリント基板 1 の上面位置に当接すると、その後はプレッシャフット 9 がその位置にとどまり、スピンドルユニット 5 だけ独立に下降し、ドリル 4 で穴あけができるようになる。穴あけを終え、スピンドルユニット 5 を上昇させると、ある位置からプレッシャフット 9 も共に上昇するようになっている。

【 0 0 1 2 】

1 1 は、スピンドルユニット 5 に固定された検出器 1 2 とプレッシャフット 9 に固定されたロッド 1 3 とから構成される基板上面センサである。プレッシャフット 9 が上昇して検出器 1 2 がロッド 1 3 の先端を光学的に検出すると ON 信号、プレッシャフット 9 が下降して検出器 1 2 がロッド 1 3 の先端を検出しなくなると OFF 信号を出力するようになっている。

10

従って、スピンドルユニット 5 を下降させた場合、プレッシャフット 9 が多層プリント基板 1 の表面に到達し、プレッシャフット 9 だけがそれ以上下降できなくなって、スピンドルユニット 5 とプレッシャフット 9 が垂直方向に互いにずれたことを検出した時、基板上面センサ 1 1 は ON 信号を出力する。また、その後スピンドルユニット 5 を上昇させた場合、プレッシャフット 9 が多層プリント基板 1 の上面位置から離れる時、基板上面センサ 1 1 は OFF 信号を出力する。

【 0 0 1 3 】

1 4 はスピンドル 6 の回転や加工テーブル駆動部 7、スピンドル垂直駆動部 8 等を制御してドリル加工装置の全体を制御する全体制御部である。全体制御部 1 4 の内部には、多層プリント基板 1 内にある導体層の厚みの合計 T を検出する厚み検出部 1 5、導体層の厚みの合計値 T とその多層プリント基板 1 の穴あけ加工に最適なドリル 4 の送り速度との関係を事前に実験的に求めておいた情報が格納される最適送り速度記憶部 1 6 及びスピンドル垂直駆動部 8 の送り速度を選択する送り速度選択部 1 7 が設けられている。

20

【 0 0 1 4 】

全体制御部 1 4 は、ここで説明する以外の制御機能を有し、図示されていないブロックにも接続されている。全体制御部 1 4 は、例えばプログラム制御の処理装置を中心にして構成され、その中の各構成要素や接続線は、論理的なものも含むものとする。また各構成要素の一部は全体制御部 1 4 と別個に設けられていてもよい。

【 0 0 1 5 】

全体制御部 1 4 は、加工テーブル駆動部 7 の内部にある送り位置情報により、加工テーブル 2 の 2 次元位置を認識しながら加工テーブル駆動部 7 を制御するようになっており、またスピンドル垂直駆動部 8 の内部にある送り位置情報により、ドリル 4 の先端の現在の高さ位置を認識しながらスピンドル垂直駆動部 8 を制御するようになっている。

30

【 0 0 1 6 】

図 3 は図 2 におけるスピンドル 6 をさらに詳しく説明するための図であり、図 2 と同じものには同じ番号を付けてある。図 3 において、スピンドル 6 はモータを内蔵する構造となっており、ロータシャフト 3 1 がモータの回転子となっている。3 2 はロータシャフト 3 1 と静電結合させるために固定子側にロータシャフト 3 1 に近接して取付けられた電極で、アースとの間で検出されるキャパシタの端子でもある。3 3 は電極 3 2 に接続された共振検出部で、全体制御部 1 4 は共振検出部 3 3 からの共振検出信号 S を受信するようになっている。

40

【 0 0 1 7 】

図 4 は図 3 における共振検出部 3 3 を詳しく説明するための図である。図 3 と同じものには同じ番号をつけてある。図 4 において、4 1 は電極 3 2 とアース間で検出されるキャパシタで、そのキャパシタンスは、ドリル 4 の先端が多層プリント基板 1 の導体層に接触した状態と接触していない状態では大きく変動し、前者では小さくなる。

4 2 は二次側が電極 3 2 と接続されたトランスで、その二次側がキャパシタ 4 1 と接続された状態となっている。4 3 はドリル 4 の先端が多層プリント基板 1 の導体層に接触した状態でのキャパシタ 4 1 が並列共振を起こす周波数の交流を発振させる発振回路、4 4 は

50

キャパシタ 4 1 に並列共振が起きてトランス 4 2 の一次側からみたインピーダンスが上がって一次側の両端電圧が下がったことを検出し、共振検出信号 S を送出する共振検出回路である。

【 0 0 1 8 】

上記ドリル加工装置は以下のように動作する。加工すべき多層プリント基板 1 が、例えば、図 1 に示すように、導体層 L 1 ~ L 4 と樹脂からなる絶縁層 R 1 ~ R 3 が、導体層と絶縁層とが交互になるように積層されている場合を例にとり、図 1 及び図 2 を用いて説明する。導体層 L 1 ~ L 4 の各々は銅箔、絶縁層 R 1 ~ R 3 の各々は樹脂から成っているとす

【 0 0 1 9 】

全体制御部 1 4 は、スピンドル制御線 R によりスピンドル 6 を制御し、ドリル 4 を後述する所定の送り速度 V 0 で回転させながら、スピンドルユニット 5 をスピンドル垂直駆動部 8 により下降させていく。まず、プレッシャフット 9 が多層プリント基板 1 の表面に接触すると、基板上面センサ 1 1 からの検出信号が全体制御部 1 4 に入力され、全体制御部 1 4 はその時のスピンドル垂直駆動部 8 の送り位置情報に基づいて、多層プリント基板 1 の表面の高さ位置を認識できるようになっている。

【 0 0 2 0 】

スピンドルユニット 5 がさらに下降して、ドリル 4 が加工方向に進むと、ドリル 4 が導体層 L 1 ~ L 4 の各々を通過する毎に共振検出回路 4 4 から共振検出信号 S が発生し、全体制御部 1 4 の厚み検出部 1 5 で受信される。

厚み検出部 1 5 では、共振検出信号 S の発生期間 t とこの時のドリル 4 の送り速度 V 0 との積から導体層 L 1 ~ L 4 の各々の厚みを求めるとともに、それらを加算することにより導体層 L 1 ~ L 4 の厚みの合計値 T を求め、最適送り速度記憶部 1 6 に格納する。

なお、厚みの合計値 T は、導体層 L 1 ~ L 4 の各々での共振検出信号 S の発生期間 t を加算して合計値を求め、この合計値とこの時のドリル 4 の送り速度の積から求めてもよい。

導体層 L 1 ~ L 4 の厚みの合計値 T を求めたら、次に、その多層プリント基板 1 の穴あけ加工に対応する最適なドリル 4 の送り速度を実験的に求め、最適送り速度記憶部 1 6 における導体層 L 1 ~ L 4 の厚みの合計値 T に対応させて格納する。

【 0 0 2 1 】

以上の動作を、加工する予定の各種の多層プリント基板の各々について行い、上記と同様にして、導体層の厚みの合計値 T と最適送り速度とを互に対応させて最適送り速度記憶部 1 6 に格納する。この状態の最適送り速度記憶部 1 6 の内容を図 5 に示す。

最適送り速度としては、厚みが厚くなるほど切削抵抗が大きくなるので、低くするようになっている。例えば合計値 T が T 2 以上で T 3 未満であれば、最適送り速度としては V 3 となる。

【 0 0 2 2 】

次に、最適なドリル 4 の送り速度が最適送り速度記憶部 1 6 に格納されている多層プリント基板を加工する場合、ドリル加工装置は以下のように動作する。加工すべき多層プリント基板 1 は、図 1 に示す構造になっているものとする。

全体制御部 1 4 の厚み検出部 1 5 は、上記と同様の方法で多層プリント基板 1 の導体層 L 1 ~ L 4 の厚みの合計値 T を求める。次に、送り速度設定部 1 7 は、厚みの合計値 T に基づいて最適送り速度記憶部 1 6 から対応する最適送り速度を選択し、ドリル 4 の先端の高さが基準位置 H に戻って次の穴の加工を行う前の P の時点で、スピンドル垂直駆動部 8 におけるドリル 4 の送り速度を新たに設定する。

なお、上記の所定の送り速度 V 0 としては、装置が設定するもののなかで一番低い送り速度 V 4 と等しい速度が設定されるものとする。

【 0 0 2 3 】

以上の実施例によれば、自動的に導体層の厚みの合計値を検出し、それに基づいてドリル 4 の送り速度を厚みの合計値に対応する最適な速度に自動的に設定するようにしているので、加工品質を落としたり、ドリル 4 を破損したり、スピンドル 6 でのモータ発熱、回転

10

20

30

40

50

数低下、空気軸受の破損等の不具合を起こしたりすることを防止できる。

また、初期動作における送り速度 V_0 は、装置が設定するもののなかで一番低い送り速度 V_4 としているので、当初の送り速度が速すぎて、上記の如き支障をきたすようなことを防止できる。

【0024】

なお、以上の実施例において、多層プリント基板 1 の上に、ドリル 4 の食いつきを良くし、バリ等の発生を防ぐための上板を乗せるようにしてもよい。上板が例えばアルミニウムの如き金属導体から成る場合、この上板は導体層となるので、多層プリント基板 1 内の導体層 $L_1 \sim L_4$ の場合と同様、ドリル 4 がここを通過する時に共振検出回路 44 から共振検出信号 S が発生し、厚み検出部 15 が算出する厚みの合計値 T には上板の厚みも含まれる。

10

上板は金属層なので、多層プリント基板 1 の導体層 $L_1 \sim L_4$ と同様に絶縁層 30 より切削抵抗は大きく、導体層 $L_1 \sim L_4$ と同様にその厚みを考慮する必要があるが、最適送り速度記憶部 16 には、上板の厚みも含んだ厚みの合計値 T とその場合に最適なドリル 4 の送り速度との関係を事前に実験的に求めて格納しておけば、上板を乗せた場合でも最適なドリル 4 の送り速度を選択できるようになる。

【0025】

また、以上の実施例においては、多層プリント基板 1 を加工する場合、導体層の厚みの合計値の検出を一つの穴あけで行い、次の穴あけから送り速度を最適値に設定するようにしたが、厚みの合計値の検出を複数の穴あけで行い、複数の穴の厚みの合計値の平均をとって最適値を選択するようにしてもよい。

20

【0026】

また、以上の実施例においては、送り速度設定部 17 は、多層プリント基板 1 の導体層の厚みの合計値に基づいて最適送り速度記憶部 16 から対応する最適送り速度 V を選択するようにしたが、厚みの合計値に演算処理を行う等をして、対応する最適送り速度 V を決定するようにしてもよい。

【0027】

以上、本発明を多層プリント基板の導体層の状況に基づいて、それに対応する最適なドリルの送り速度の選択に適用する実施例を説明したが、本発明はドリルの回転数や交換時期、あるいはステップ加工を行うか否かを含めたステップ回数等、各種の加工条件の最適なものを選択する場合にも適用できる。この場合、加工条件は一つだけでなく、複数の加工条件を選択するようにしてもよい。

30

【符号の説明】

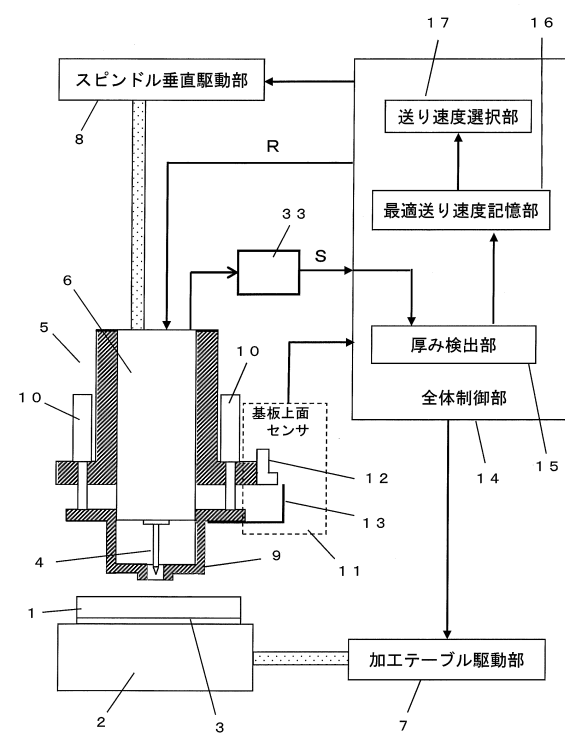
【0028】

1 : 多層プリント基板、2 : 加工テーブル、3 : 下板 4 : ドリル
 5 : スピンドルユニット 6 : スピンドル、7 : 加工テーブル駆動部
 8 : スピンドル垂直駆動部、14 : 全体制御部、15 : 厚み検出部
 16 : 最適送り速度記憶部、17 : 送り速度設定部
 31 : ロータシャフト、32 : 電極、33 : 共振検出部、41 : キャパシタ、
 42 : トランス、43 : 発振回路、44 : 共振検出回路、
 $L_1 \sim L_4$: 導体層、 $R_1 \sim R_3$: 絶縁層、 S : 共振検出信号、
 R : スピンドル制御線

40

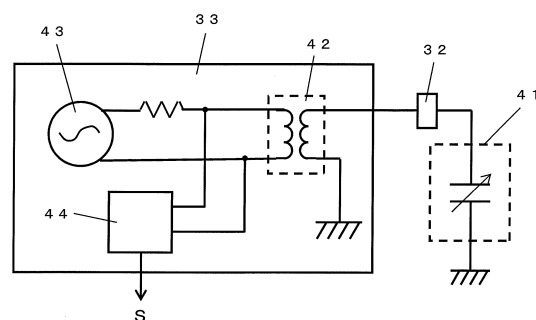
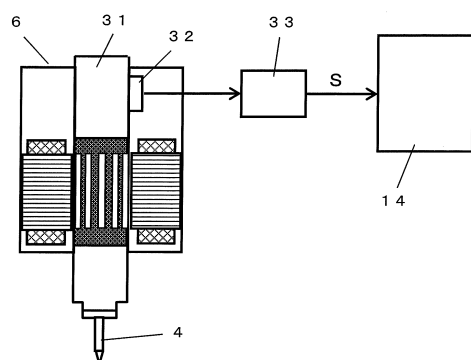
【圖 1】

【圖 2】



【 図 3 】

【圖 4】



【 図 5 】

厚みの合計値(T)	最適送り速度(V)
T1未満	V1
T1以上、T2未満	V2
T2以上、T3未満	V3
T3以上	V4

10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 中川 康文

- (56)参考文献 特開平 0 5 - 2 6 1 6 1 0 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 2 3 1 9 8 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 4 8 7 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 9 5 6 5 6 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 5 5 5 3 6 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 1 6 7 9 3 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 2 2 8 2 5 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 0 9 3 3 2 1 (U S , A 1)
特開平 0 5 - 3 3 7 8 9 5 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 2 2 6 7 6 4 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 0 7 8 8 4 8 (U S , A 1)
特開平 0 9 - 2 0 7 0 9 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 3 5 6 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 6 3 7 7 1 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 2 2 3 6 8 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 2 3 B 3 5 / 0 0 - 4 9 / 0 6
B 2 3 Q 1 7 / 0 0 - 2 3 / 0 0
B 2 6 D 5 / 0 0 - 5 / 4 2
B 2 6 F 1 / 0 0 - 3 / 1 6