

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-338030  
(P2004-338030A)

(43) 公開日 平成16年12月2日(2004.12.2)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
B 2 3 C 3/16	B 2 3 C 3/16	3 C O 6 3
B 2 3 C 5/14	B 2 3 C 5/14	
B 2 3 Q 15/00	B 2 3 Q 15/00	C
B 2 4 D 3/00	B 2 4 D 3/00	3 2 O B
B 2 4 D 7/06	B 2 4 D 7/06	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-136944 (P2003-136944)	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成15年5月15日(2003.5.15)	(74) 代理人	100086405 弁理士 河宮 治
		(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二
		(72) 発明者	横田 浩仁 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		(72) 発明者	林 茂夫 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
		最終頁に続く	

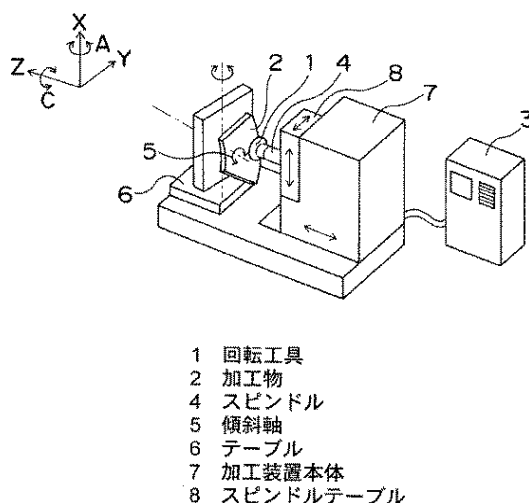
(54) 【発明の名称】 曲面形状の加工装置及び加工方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 回転工具の使用回転数の制約をなくし、刃先高さを測定による調整ではなく実際の除去により揃えることにより、形状精度および面精度の高い3次元曲面形状のアンテナパネルの創成に適した加工装置及び加工方法を得る。

【解決手段】 工具回転軌跡の断面が円形の一部をなす回転工具1を、その回転軸線を各加工点における加工面の法線に対して傾斜させた状態で、所定の工具送り方向に移動させる制御手段を備え、加工物2に対する回転工具の相対的な運動により回転工具の形状を加工物の表面に転写していく加工装置であって、前記回転工具は、非接触のツルレーイングにより工具回転軌跡の断面が円形の一部に形成され、その各刃部には、ダイヤモンド単結晶が結晶方位を制御して施されていることを特徴とする加工装置である。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

工具回転軌跡の断面が円形の一部をなす回転工具を、その回転軸線を各加工点における加工面の法線に対して傾斜させた状態で、所定の工具送り方向に移動させる制御手段を備え、

加工物に対する回転工具の相対的な運動により回転工具の形状を加工物の表面に転写していく加工装置であって、

前記回転工具は、非接触のツルージングにより工具回転軌跡の断面が円形の一部に形成され、その各刃部には、ダイヤモンド単結晶が結晶方位を制御して施されていることを特徴とする加工装置。

10

## 【請求項 2】

工具回転軌跡の断面が円形の一部をなす回転工具を、その回転軸線を各加工点における加工面の法線に対して傾斜させた状態で、所定の工具送り方向に移動させる制御手段を備え、

加工物に対する回転工具の相対的な運動により回転工具の形状を加工物の表面に転写していく加工装置であって、

前記回転工具の各刃部に砥粒を用いて、非接触のツルージングにより工具回転軌跡の断面が円形の一部に形成され、各刃部にすくい面を創出したことを特徴とする加工装置。

## 【請求項 3】

前記回転工具を非接触ツルージングするためのレーザ発信器と、このレーザ発信器を制御するレーザ制御装置とを備え、

前期回転工具を加工装置のスピンダルに取り付けた状態で、非接触ツルージングすることを可能としたことを特徴とする、

請求項 1 または請求項 2 に記載の加工装置。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のうちのいずれか一つに記載の加工装置において、

工具回転軌跡の断面が円形の一部をなす回転工具を、その回転軸線を各加工点における加工面の法線に対して傾斜させた状態で加工する際に、その傾斜角度を工具軌跡と加工物の形状とが沿うように変化させることを特徴とする加工方法。

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 3 のうちのいずれか一つに記載の加工装置、または、請求項 4 に記載の加工方法により、加工されたことを特徴とするアンテナパネル。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、形状精度および面精度の高い 3 次元曲面形状のアンテナパネルの創成に適した加工装置及び加工方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

曲面切削方法として、特に、3 次元曲面形状を有する部品の製造工程には、製造効率の向上を図る有効な手段として、ボールエンドミルによる加工があげられる。

40

## 【0003】

ボールエンドミルの底刃に構成刃先がほとんど生じることがない加工条件を選択すれば、加工される仕上げ面の粗さ  $R_{t_h}$  は、ボールエンドミル先端形状により定まる。従って、仕上げ面の粗さ  $R_{t_h}$  は、一般的に、 $R_{t_h} = f_p^2 / 8R$  (ここで、 $f_p$  はカットパス間隔、 $R$  は、ボールエンドミルのボールの半径) で近似できる。このカットパス間隔は、ボールエンドミルの軌跡により生じたものである。このボールエンドミルを用いて、切削仕上げ面の粗さ  $R_{t_h}$  の改善を図るためには、カットパス間隔を細かくするか、ボールエンドミルのボール径  $R$  を大きくする 2 つの対策が考えられる。ところが、アンテナパネル加工に対しては、カットパス間隔を小さくした場合、カットパスの伸長によって、NC デ

50

ータが膨大になると共に、加工時間が長くなる問題がある。また、ボールエンドミルのボール径Rを大きくした場合には、大口径のボールエンドミルが必要になり、工具の回転数に制約が発生して支障を生じることになる。

【0004】

こうしたボールエンドミルを用いた加工における問題を解決するものとして、3次元曲面形状の加工方法および加工装置が提案されている(特許文献1参照)。特許文献1に係る発明は切削工具に特徴がある。刃先を伴うスローアウェイチップが取付けられたクランプ工具である切削工具は、同時5軸制御方式NC工作機械に取り付けられ適当な姿勢で所定のカタパスをトレースする。ただし、当該切削工具はクランプ工具であるために、遠心力による工具変形抑制から使用回転数に制約が生じる。また、接触式若しくは光学式の測定器によりスローアウェイチップの刃先高さが調整されるが、そのことが加工精度や個別の刃先への加工負荷の違いへ影響を与える。更に、加工機が認識している刃先位置と実際の刃先位置に違いがあるという問題も生じる。

10

【0005】

【特許文献1】

特開平10-80817号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、回転工具の使用回転数の制約をなくし、刃先高さを測定による調整ではなく実際の除去により揃えることにより、形状精度および面精度の高い3次元曲面形状のアンテナパネルの創成に適した加工装置及び加工方法を得ることを目的とする。

20

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の目的を達成するためになされたものである。本発明に係る請求項1に記載の加工装置は、

工具回転軌跡の断面が円形の一部をなす回転工具を、その回転軸線を各加工点における加工面の法線に対して傾斜させた状態で、所定の工具送り方向に移動させる制御手段を備え、

加工物に対する回転工具の相対的な運動により回転工具の形状を加工物の表面に転写していく加工装置であって、

30

前記回転工具は、非接触のツールイングにより工具回転軌跡の断面が円形の一部に形成され、その各刃部には、ダイヤモンド単結晶が結晶方位を制御して施されていることを特徴とする加工装置である。

【0008】

【発明の実施の形態】

発明の概要

本発明に係る加工装置は、工具回転軌跡の断面が円形の一部をなす回転工具を、その回転軸線を各加工点における加工面の法線に対して傾斜させた状態で、所定の工具送り方向に移動させて、加工物に対する回転工具の相対的な運動により回転工具の形状を加工物の表面に転写していくものである。回転工具の工具回転軌跡の断面を、非接触のツールイングにより、円形の一部に成形させ、その各刃部には、ダイヤモンド単結晶の結晶方位を任意に制御して、その各刃部の間隔をも制御している。または、その各刃部に砥粒を用いて、非接触のツールイングより各刃部にすくい面を創出している。また、この加工装置に、回転工具をスピンドルに取り付けた状態で非接触ツールイングするための装置を備えている。また、工具回転軌跡の断面が円形の一部をなす回転工具を、その回転軸線を各加工点における加工面の法線に対して傾斜させた時に、その傾斜角度を、工具回転軌跡と加工物の形状が沿うように変化させる加工方法を用いている。

40

【0009】

本発明においては、回転工具はクランプ工具形態でなく、各刃部をシャンクに直接に取り付けている一体型工具形態なので、遠心力による工具破壊がなく使用回転数の制限がない

50

。通常、一体型工具形態の回転工具は、刃部の高さ調整および刃部の間隔調整が容易にできないが、ここでは、非接触ツルージングにより制御しているので、理想的な回転工具を得ることができる。また、刃部に砥粒を用いた場合でも、非接触ツルージングにより刃部の高さ調整およびすくい面を創生するので、切れ味のいい回転工具を得ることができる。また、非接触ツルージングにより、回転工具の外径および形状を制御できるので、加工物の形状に沿った加工が可能となる。

#### 【0010】

実施の形態 1 .

以下、本発明の好適な実施の形態 1 に係る加工装置について、図 1 の斜視図を参照しつつ説明する。

10

#### 【0011】

本加工装置は、5軸を同時に制御可能なNC工作機械である。本加工装置は、回転工具 1 が適切な姿勢で移動するように、加工物 2 に対する回転工具 1 の傾斜機構として、加工物 2 をXY平面内でZ軸周りに傾斜させる傾斜軸 5 と、加工物 2 をZY平面内でX軸周りに回転させるテーブル 6 とを備える。更に、加工装置本体 7 は、加工物 2 に対する回転工具 1 の送り機構として、加工機本体 7 に備えられたスピンドルテーブル 8 に沿ってスピンドル 4 を移動させるY軸とX軸、および、スピンドル 4 をZ方向に移動するZ軸を備える。これらの移動・傾斜・回転に係る各機構を駆動するサーボモータは、それぞれNC装置 3 によって制御されている。

#### 【0012】

回転工具 1 は、非接触ツルージングにより、工具回転軌跡の断面が円形の一部に成形されている。その回転工具 1 の刃部には、結晶方位を刃部の耐摩耗性が向上するように配置したダイヤモンド単結晶が用いられている。

20

#### 【0013】

本実施の形態 1 では、片持ち式コラムを備えたNC工作機械を使用しているが、この種類に限定されるものではなく、同時5軸制御方式のNC工作機械であれば、他の形式のNC工作機械（例えば、門型コラムを備えたNC工作機械やパラレルリンク式NC工作機械）であっても構わない。

#### 【0014】

上記のように構成された加工装置においては、非接触ツルージングを利用することから、回転工具 1 の各刃部の高さのバラツキが生じない。更に、工具径もミクロンオーダーで与えられ得ることになる。したがって、NC装置 3 の数値制御に従って回転工具 1 が移動することで、高精度なアンテナパネルを得ることができる。

30

#### 【0015】

実施の形態 2 .

次に、本発明の好適な実施の形態 2 に係る加工装置における回転工具 1 について、図 2 を参照しつつ説明する。

#### 【0016】

図 2 において(1)は回転工具 1 の回転軸を通る縦断面図、(2)は回転工具 1 の正面図である。図 2 (1)によると、回転工具 1 は、シャンク 10 A に回転軸(図示なし)の周りに任意の個数(図 2 (1)では、中心角 90 度、合計 4 個)のダイヤモンド単結晶 9 を取り付けたい一体型工具である。ダイヤモンド単結晶 9 の取り付け方法は、ロウ付け又は接着などでよく、特に限定されるものではない。

40

#### 【0017】

従来のクランプ工具では、取り付け治具の設置が必要であり、その設置スペースのため取り付けられる刃部の個数に制限があった。一方、一体型工具では、取り付け治具が不要なので、クランプ工具での取り付け治具の設置スペースに相当するところを刃部のスペースにあてることができる。よって、クランプ工具よりも多刃工具を得ることができることから、高能率加工を行なうことができる。

#### 【0018】

50

ところで、従来の一体型工具では刃部を取り外すことが容易ではなく、効率よく刃部のすくい面を再研磨することが非常に困難であった。そのため一部の一体型工具は使い捨てされている。また、一部の一体型工具では最研磨されているが、クランプ工具と比較すると再研磨のコストが高い。

【0019】

本発明では、刃部を取り外さずに刃部のすくい面を非接触ツルージングで再研磨を行なうので、一体型工具を効率よく使用することができる。

【0020】

実施の形態2の回転工具1には、非接触ツルージングにより円形の一部の形状に形成された工具回転軌跡11と、工具磨耗後に再研磨による修正が必要な刃部のすくい面12とがある。刃部には、例えば、住友電気工業株式会社製であるスミクリスタルの合成ダイヤモンド単結晶の柱状結晶を用いて、刃部の耐摩耗向上に効果のある結晶方位を選択して、シャンク10に取り付けている。また、すくい面12の角度を、加工物の材種に適したものにしている。

10

【0021】

上記のように構成された加工装置においては、回転工具1に非接触ツルージングを施しているために、NC装置3が認識している回転工具1の刃部位置と実際の刃部位置に相違が少ない。更に、一体型工具の多刃タイプを効率よく利用できるので、従来のクランプ工具よりも高精度に高送りが可能となる。よって、アンテナパネルの3次元形状を高効率で高精度に加工できることになる。

20

【0022】

実施の形態3.

次に、本発明の好適な実施の形態3に係る加工装置における回転工具1について、図3を参照しつつ説明する。

【0023】

図3において(1)は回転工具の回転軸を通る縦断面図、(2)はその回転工具の「A」から見た正面図である。図3の回転工具は、砥石工具用シャンク10Bに、例えば、Niメッキ層13により砥粒14を固定した電着砥石16である。該電着砥石16は、工具回転軌跡の断面が円形の一部をなす回転工具になるように、砥粒14の先端が砥粒先端ライン15に沿わされて、非接触ツルージングされている。

30

【0024】

砥粒14には、非接触ツルージングによりすくい面17が施されている。図4は、砥粒14の拡大図((1)は側断面図、(2)は平面図)である。すくい面17は、電着砥石16の回転方向18に合わせて施されている。なお、図4では、すくい面17角度が垂直であるものを示したが、加工対象物に合わせてその角度を選択・調整できる。図4(2)は、図4(1)の矢視Bからの平面図であるが、砥粒14の両端に渡ってすくい面17が施されていることが示される。

【0025】

上記のように構成された加工装置においても、電着砥石16を非接触でツルージングする。よって、NC装置3が認識している電着工具16の刃部位置と実際の刃部位置との相違が微小である。また、クランプ工具よりも高い使用回転数を採用でき、多刃工具による高送りが可能となる。

40

【0026】

本実施の形態3の電着砥石16は、硬脆材料など研削加工に適した加工材料に対して、図2に示される回転工具1よりも高精度に加工することができる。更に、本実施の形態3の電着砥石16は各刃部にすくい面17が施されているので、延性材料などからなるアンテナパネルの3次元形状を高効率で高精度に加工できる。

【0027】

実施の形態4.

図5は、本発明の好適な実施の形態4に係る加工装置の斜視図である。該図5を参照しつ

50

つ、実施の形態 4 に係る加工装置を説明する。

【0028】

図 5 の加工装置では、回転工具 1 若しくは電着工具 16 を加工装置のスピンドル 4 に装着した状態で、非接触ツルージングが行なわれる。即ち、加工機ベース 21 にレーザ発振器 19 を施して、レーザ光 20 により、回転工具 1 もしくは電着工具 16 が非接触ツルージングされる。非接触ツルージングを施す位置は、加工装置のテーブル移動により制御されている。

【0029】

レーザ発振器 19 には、レーザ制御装置（図示せず。）、観察ユニット（図示せず。）が含まれている。この非接触ツルージングには、例えば、電着磁石 16 に対してならば、YAG レーザ（発振波長：355 nm、平均出力：3 W、パルスエネルギー：0.6 mJ、パルス幅：200 ns、繰返し数：5 KHz、ビーム径：10 μm、平均パワー密度： $5.5 \times 10^6 \text{ W/cm}^2$ ）を用いて行なうことができる。

10

【0030】

上記のように構成された加工装置においては、回転工具 1 および電着工具 16 をスピンドル 4 への装着する時に発生する位置ズレ量を、無くすることができる。したがって、NC 装置 3 が認識している回転工具 1 もしくは電着工具 16 の刃部位置と実際の刃部位置とに相違が無い状態で、アンテナパネルの 3 次元形状を高効率且つ高精度に加工できることになる。

【0031】

実施の形態 5 .

次に、本発明の好適な実施の形態 5 に係る加工装置について説明する。

20

【0032】

図 6 において、放物曲線 23 と円弧 24 よりなるアンテナパネル 22 を示している。このアンテナパネル 22 を回転工具 1 もしくは電着工具 16 を用いて加工する一つの方法として、図 1 の Y 軸、Z 軸および傾斜軸 5 を NC 装置 3 により同時に制御しながら、放物曲線 23 に沿って加工していく。そのとき、回転工具 1 もしくは電着工具 16 の回転軸線（図示せず。）の傾きが、弧 24 に沿うように制御される。

【0033】

図 7 において、回転工具 1 もしくは電着工具 16 の工具回転軌跡 26 を示している。回転工具 1 もしくは電着工具 16 の回転軸線（図示せず。）を傾けることにより、工具回転軌跡 26 は、傾斜工具回転軌跡 25 のようになり、アンテナパネル 22 との接線部分が大きくなる。この傾斜工具回転軌跡 25 をアンテナパネル 22 の円弧 24 に沿わせるように、NC 装置 3 が連続的に制御する。

30

【0034】

また、必要な形状精度に応じて、加工ピッチ（図示せず。）を選定する。例えば、回転工具 1 もしくは電着工具 16 の外径が 80 mm のものを選択して、600 mm x 800 mm アンテナパネルの表面を加工する場合には、形状精度 5 μm を得るのに、加工ピッチ 20 mm を選定している。

【0035】

上記のように構成された加工方法においては、必要な加工精度に応じて、効率よく回転工具 1 もしくは電着工具 16 の刃部をアンテナパネルに転写できるので、アンテナパネルの 3 次元形状を高効率で高精度に加工できることになる。なお、上述の実施の形態 5 では、同時 3 軸制御による加工方法を示したが、同時 5 軸制御による加工でも可能である。

40

【0036】

【発明の効果】

本発明による加工装置および加工方法によれば、従来の 3 次元曲面形状の加工方法および加工装置に比して、工具回転軌跡が NC 制御位置と一致すると共に、一体型多刃工具が使用できるため、アンテナパネルなどの各種曲面の機械加工を高精度で高効率に行なうことができる。

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る加工装置の基本構成を示す斜視図である。

【図 2】(1) 本発明の実施の形態 2 に係る加工装置の回転工具の縦断面図と、(2) 同回転工具の正面図である。

【図 3】(1) 本発明の実施の形態 3 に係る加工装置の電着工具の縦断面図と、(2) 同電着工具を正面図である。

【図 4】(1) 本発明の実施の形態 3 に係る加工装置の電着工具の砥粒断面を示した拡大断面図と、(2) 同砥粒の拡大平面図である。

【図 5】本発明の実施の形態 4 に係る加工装置の基本構成を示す斜視図である。

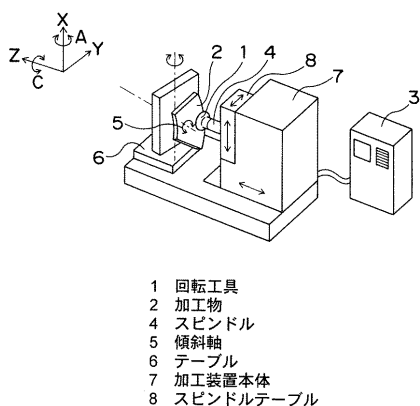
【図 6】アンテナパネルの基本形状を模式的に示す図である。

【図 7】本発明の実施の形態 5 に係る加工法の基本構成を示す図である。

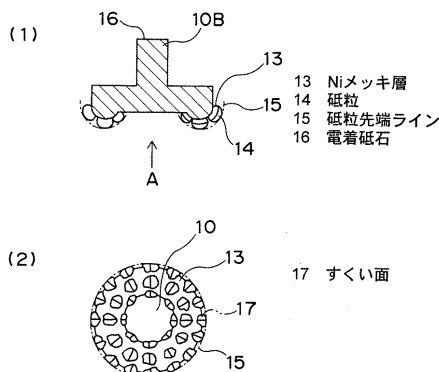
【符号の説明】

- 1 回転工具、 2 加工物、 3 NC装置、 4 スピンドル、 5 傾斜軸、 6
- テーブル、 7 加工機本体、 8 スピンドルテーブル、 9 ダイヤモンド単結晶
- 、 10 A シャンク、 10 B 砥石工具用シャンク、 11 工具回転軌跡、 12
- すくい面、 13 Niメッキ層、 14 砥粒、 15 砥粒先端ライン、 16
- 電着砥石、 17 砥粒すくい面、 18 回転方向、 19 レーザ発信器、 20 レ
- ーザ光、 21 加工機ベース、 22 アンテナパネル、 23 放物曲線、 24
- 円弧、 25 傾斜工具回転軌跡、 26 工具回転軌跡。

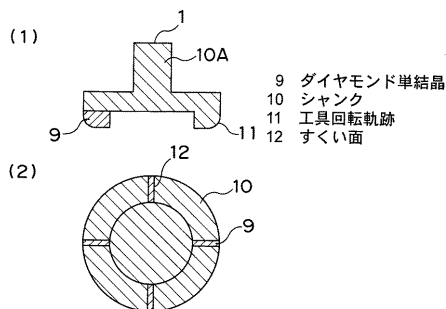
【図 1】



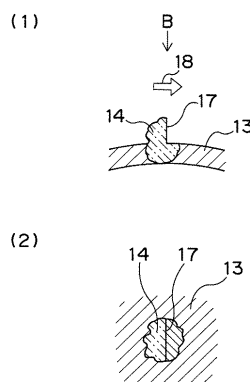
【図 3】



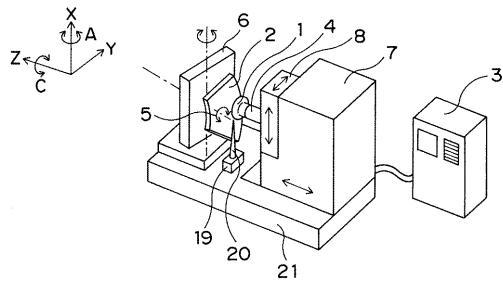
【図 2】



【図 4】

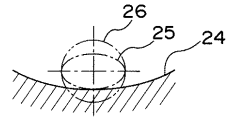


【 図 5 】



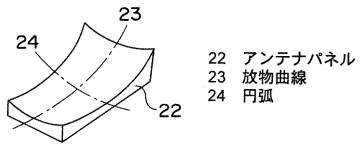
19 レーザ発振器  
20 レーザ光

【 図 7 】



25 傾斜工具回転軌跡  
26 工具回転軌跡

【 図 6 】



22 アンテナパネル  
23 放物曲線  
24 円弧

## フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
B 2 4 D 7/18	B 2 4 D 7/18	Z

(72)発明者 中筋 智明  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 山下 幹生  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 飯塚 雅也  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 豊留 保弘  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 光木 満久  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3C063 AA02 AB05 BA03 BB02 BC02 CC12 EE01