

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4201144号  
(P4201144)

(45) 発行日 平成20年12月24日(2008.12.24)

(24) 登録日 平成20年10月17日(2008.10.17)

(51) Int. Cl. F 1  
**B 2 8 D 1/18 (2006.01)** B 2 8 D 1/18  
**B 2 4 B 9/10 (2006.01)** B 2 4 B 9/10 C

請求項の数 1 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2005-255402 (P2005-255402)	(73) 特許権者	505332635
(22) 出願日	平成17年9月2日(2005.9.2)		広川 勇
(65) 公開番号	特開2007-69350 (P2007-69350A)		群馬県伊勢崎市羽黒町31-2796号
(43) 公開日	平成19年3月22日(2007.3.22)	(74) 代理人	100093827
審査請求日	平成17年10月20日(2005.10.20)		弁理士 岡野 正義
早期審査対象出願		(72) 発明者	広川 勇
前置審査			群馬県伊勢崎市羽黒町31-2796号
		審査官	富岡 和人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬脆性材料板の数値制御加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

硬脆性材質で板状の素板を数値制御工作機械を用いて加工して、輪郭線が線分・凸円弧・凹円弧又はこれらの任意の組み合わせからなり全体形状が所定形状の要求片を得る硬脆性材料板の数値制御加工方法であって、

次の各工程を順次行うことを特徴とする硬脆性材料板の数値制御加工方法。

(1) 前記要求片の形状を包含しかつ最大研削代が設定限界未満となるような多角形を求める第1工程。前記多角形を求めるにあたっては、前記要求片の図形要素のうち線分は線分に置き換える。また、前記要求片の凸円弧は、当該凸円弧をN等分し、それぞれの中点の接線を結んでできる線分に置き換える。また、前記要求片の凹円弧は、当該凹円弧をN'等分してできるN'本の弦を当該凹円弧の中心を相似の中心として移動した場合に当該各弦の不完全切断線の先端が当該要求片の内部から出て当該凹円弧に合致する位置の当該各弦に置き換える。N = 2, 4 および N' = 2, 3 である。

(2) 前記多角形のそれぞれの直線状の辺を数値制御データ化する第2工程。

(3) 前記数値制御データで決められた回数だけ数値制御工作機械で円板状工具と前記素板とを直線的に相対移動して前記素板をその要求片形成部分の外側を直線的に切断して多角形状の中間片にする第3工程。

(4) その後、数値制御工作機械で研削工具を用いて前記中間片をその要求片形成部分だけが残るように研削加工する第4工程。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ガラス板・石板・陶板等の硬脆性材質で板状の材料の加工方法に関する。特に、ステンドグラスを構成するガラスピースの加工方法に適用するのに好適な硬脆性材料板の加工方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

たとえば、ステンドグラスは、多数のガラスピースの端面同士をハンダ等で結合して1枚の板状に仕立てられた作品である。従来は、ステンドグラスは、芸術作品に分類され、専門の作家がガラス切り・特殊ペンチ・グラインダー等の道具を使い高度な熟練の技を駆使して手作業で完成させていた（例えば、非特許文献1参照）。また、ステンドグラスのように硬脆性材質で板状のガラスピースからなるステンドグラス類似品（インテリア製品、エクステリア製品、工芸品）も同様に手作業で製作されているのが実情である。

【非特許文献1】那須ステンドグラス美術館のホームページ、<http://www.suzuya-wedding.com/stained/info/index.htm>

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかし、従来のステンドグラス等の制作方法では、次のような欠点が指摘されていた。

## 【0004】

ガラスピースの切り口は鋭利であり、作家は手作業中に当該切り口などに触れて指や手等を傷つけやすく危険である。また、えぐれの強い形状・複雑な形状等のガラスピースは加工が困難で熟練を要するため、表現に制約が多い。また、製作に時間がかかり、製作数に限界がある。これが、コスト高の一因となっている。

## 【0005】

これらの問題を解消するのはステンドグラス業界の長年の課題である。同様に、ステンドグラス類似品の業界でも課題となっている。

## 【0006】

本発明の目的は、製作時間を短くできるとともに、高品質な作品を多数製作でき、しかも安全で多様な形状を持つ自由な表現ができる硬脆性材料板の数値制御加工方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明は、従来手作業で加工されていたステンドグラスのガラスピース片（硬脆性材質で板状のもの）を数値制御工作機械（NC工作機械）で加工しようとするものである。NC工作機械で延性材料である金属材料（鉄鋼等）を加工する方法は広く知られているが、当該金属材料の加工方法をガラス板のような硬脆性材料板に適用しても脆性破壊してしまい円滑に加工できないことが多い。また、回転工具の損傷が激しい。特に、曲線形状のガラス片を得ようとしてNC工作機械で回転工具を板ガラスに対して曲線状に相対移動させて切断加工する場合には、脆性破壊が頻発し、回転工具の損傷も著しい。特に、ガラス片が薄ければ薄いほど脆性破壊する確率が高くなる。板ガラスを切断加工せずに最初から研削加工してガラスピースを得ようとした場合には、脆性破壊を起こさずに高品質にガラスピースが仕上がるが加工に時間がかかりすぎる。ここで、試験・研究の結果、硬脆性材料板の板ガラスでも回転工具を直線的に相対移動させて切断した場合には回転工具の損傷も小さくて切断効率も良く脆性破壊しないことが判った。そこで、本発明者は、最初は板ガラスを多角形状に切断加工して、次に研削加工すれば、余分な部分をあまり研削しないで済み加工時間の短縮を達成できるとともに脆性破壊を起こさずに加工することに着目して、本発明を創成したものである。

## 【0008】

請求項1の発明は、硬脆性材質で板状の素板を数値制御工作機械を用いて加工して、輪郭線が線分・凸円弧・凹円弧又はこれらの任意の組み合わせからなり全体形状が所定形状の要求片を得る硬脆性材料板の数値制御加工方法であって、次の各工程を順次行うことを特徴とする硬脆性材料板の数値制御加工方法である。

(1) 前記要求片の形状を包含しかつ最大研削代が設定限界未満となるような多角形を求める第1工程。前記多角形を求めるにあたっては、前記要求片の図形要素のうち線分は線分に置き換える。また、前記要求片の凸円弧は、当該凸円弧をN等分し、それぞれの中点の接線を結んでできる線分に置き換える。また、前記要求片の凹円弧は、当該凹円弧をN'等分してできるN'本の弦を当該凹円弧の中心を相似の中心として移動した場合に当該各弦の不完全切断線の先端が当該要求片の内部から出て当該凹円弧に合致する位置の当該各弦に置き換える。N = 2, 4およびN' = 2, 3である。

10

(2) 前記多角形のそれぞれの直線状の辺を数値制御データ化する第2工程。

(3) 前記数値制御データで決められた回数だけ数値制御工作機械で円板状工具と前記素板とを直線的に相対移動して前記素板をその要求片形成部分の外側を直線的に切断して多角形状の中間片にする第3工程。

(4) その後、数値制御工作機械で研削工具を用いて前記中間片をその要求片形成部分だけが残るように研削加工する第4工程。

#### 【0009】

上記構成の請求項1発明の場合、所定形状の要求片(例えば、スタンドガラスのガラスピース)を製作するのに当たって、まず、数値制御工作機械の円板状工具を用いて素板を多角形(詳しくは、内側に要求片を包含する多角形)状に切断加工する。この際、多角形の各辺は直線状なので、上記円板状工具と素板とは直線的に相対移動する。そのため、素板には円板状工具からは無理な外力は作用せず脆性破壊を起こすこともない。また、多角形は、最大研削代が設定限界未満となるように決められているので、当該設定限界を小さな値に決めれば、後の研削加工での研削量が少なく済み経済的である。なお、設定限界は円弧半径・素板の厚み等で決まる。もし仮に、素板を最初から研削加工する場合には、研削代も大きくなり製作に時間がかかるとともに、研削工具の消耗も激しく実効性はない。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

請求項1の発明によれば、要求片の形状を包含しかつ最大研削代が設定限界未満となるような多角形を求め、当該多角形のそれぞれの直線状の辺を数値制御データ化し、当該数値制御データで決められた回数だけ数値制御工作機械で円板状工具と当該素板とを直線的に相対移動して当該素板を多角形状に切断加工して中間片とし、その後、数値制御工作機械で研削工具を用いて当該中間片をその要求片形成部分だけが残るように研削加工するので、加工に多大の時間がかかる研削時間を短縮でき、製作時間を短くできる。また、数値制御工作機械を用いることになり自動化されるので、手作業ではなし得なかった複雑な表現もでき高品質で多様な形状を持つ作品を多数製作できる。また、手作業が大幅に減少するので安全である。

30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

40

#### 【0011】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

#### 【0012】

本発明に係る硬脆性材料板の加工方法は、硬脆性材質で板状の素板(ガラス素板3)を数値制御工作機械(NC工作機械91)を用いて加工して、輪郭線が線分(15)・凸円弧(16)・凹円弧(17)又はこれらの任意の組み合わせからなり全体形状が所定形状の要求片(ガラスピース1)を得るものであって、その特徴とする点は、要求片(1)の形状を包含しかつ最大研削代が設定限界未満となるような多角形(2)を求め、当該多角形(2)のそれぞれの直線状の辺を数値制御(NC)データ化し、当該NCデータで決められた回数だけNC工作機械(91)で円板状工具52と素板(3)とを直線的に相対移

50

動して当該素板(3)を多角形状に切断加工して中間片2にし、その後、NC工作機械(91)で研削工具を用いて当該中間片2をその要求片形成部分(1)だけが残るように研削加工する構成とされている。

【0013】

この実施形態では、要求片は、ステンドグラスを構成するガラスピース1が選定されている。また、硬脆性材質で板状の素板は、板ガラス(ガラス素板3)が選定されている。本発明の全体構成を図1に示す。円板状工具52は、外周部端面の周辺にダイヤモンド粒等を電着またはメタルボンド等した円板状の工具である。円板状工具52は、図37に示すNC工作機械91で切断加工する場合に使用される切断工具である。また、研削工具としては、円筒形工具と総形工具(いずれも図示省略)とを使用する。ここで、円筒形工具は、底面および外周面にダイヤモンド粒等を電着またはメタルボンド等した円筒形の工具である。また、総形工具は、ガラス板等のコバ面を面取り・V溝・V突起・円弧溝等に加工するために、円筒形工具の外周ストレートな研削部を、総形形状にした工具のことである。

10

【0014】

1.ステンドグラスを構成するガラスピースの製作について、以下詳述する。

【0015】

1.1 ガラスピースの設計図を決定する。

【0016】

1.1.1 紙等に描かれたステンドグラスの元絵を紙上で各構成要素(パート)に区別する。そして、パートに区別された元絵をスキャナー等で専用の画像解析装置に入力する。なお、元絵としては、絵画・写真・デザイン画などの紙上に表現されているものならば自由に選定できる。この画像解析装置は、本加工法専用のCAD/CAMが搭載されたコンピュータシステムであることが望ましい。

20

【0017】

1.1.2 画像解析装置に入力したパートに基づき、図2に示すように、当該パートの輪郭線を線分・凸円弧・凹円弧で表しステンドグラス下絵図9を完成する。

【0018】

1.1.3 ステンドグラス下絵図の区分け線を中心にして、ハンダ付けのための任意の隙間を設けた平行線を引く。円弧の場合の平行線は半径を増減した同心円弧である。平行線の連続で表された形状が個々のガラスピース(1a, 1b, 1c, 1d)の形状である。全体を表したものが図3に示すステンドグラス図である。例えば、図3に示すガラスピース1aは、図4に示すように、線分15・凸円弧16・凹円弧17から表されている。これらの線分・凸円弧・凹円弧をそれぞれ図形要素といい、線分は両端点の座標を表わし円弧は中心座標・半径・開始角度・終了角度で表わす。これら3つの図形要素の任意の組み合わせからガラスピースがなることもある。

30

【0019】

1.2 個々のガラスピース(1a, 1b, 1c, 1d)を構成する図形要素の座標を、当該各ガラスピース上又は当該ガラスピースの近傍に原点を持つ任意の直交座標軸の座標に変換し、ガラスピースの形状データとする。直交座標軸は後述する各加工が容易になるように定める。

40

【0020】

1.3 ガラスピースを包含するような任意形状のガラス素板を準備する。

【0021】

ここで、「包含する」とは、要求片(加工の結果完成することが要求される製品。ここではガラスピース1である。)の全体形状を内側に含む意味である。したがって、図5に示す場合には、ガラス素板3は、その内側にガラスピース形成部分(1a等)を有することになる。このガラス素板3は、例えば、四角の薄板形状とされている。なお、この実施形態では、ガラス素板3は、平板であるが、厚さ方向に凹凸を有する形状であってもよい。

50

## 【 0 0 2 2 】

1.4 ガラス素板をNC工作機械で多角形状に切断加工して中間品を製造する。

## 【 0 0 2 3 】

それには、まず、ガラスピース（ここでは、ガラスピース1 a）の形状を包含しかつ最大研削代が設定限界未満となるような多角形2を求める。ここで、最大研削代Lとは、多角形2の各辺と当該各辺に対応するガラスピース1の輪郭線との距離を測った場合の最大の長さである。例えば、図5に示すガラスピース1の凸円弧の図形要素の例では、最大研削代Lは、多角形2の1つの頂点と当該頂点に対するガラスピース1の対応する凸円弧1 6部分までの距離である。この最大研削代Lが小さくなればなるほど後の研削加工時間が短縮される。

10

## 【 0 0 2 4 】

1.4.1 多角形の求め方

## 【 0 0 2 5 】

(1) ガラスピースの図形要素（線分・凸円弧・凹円弧）を線分に置き換える。

## 【 0 0 2 6 】

(2) 図形要素である線分の置き換え方法

## 【 0 0 2 7 】

図6に示すように、ガラスピース1 aの線分1 5はそのまま多角形(2)の線分に置き換える。

## 【 0 0 2 8 】

(3) 図形要素である凸円弧の置き換え方法

20

## 【 0 0 2 9 】

(イ) 方法1： ガラスピース1 aの凸円弧1 6の midpoint 2 0における接線1 8に置き換える。すなわち、図7に示すように、凸円弧1 6の midpoint 2 0における接線1 8を、凸円弧1 6の扇角の延長線との交点(1 8 m, 1 8 n)で区切った線分に置き換える。なお、図7中、1 9は、凸円弧1 6の中心である。

## 【 0 0 3 0 】

(ロ) 方法2： 凸円弧1 6の両端点(1 6 m, 1 6 n)における接線1 8に置き換える。すなわち、図8に示すように、凸円弧1 6の両端点(1 6 m, 1 6 n)における2つの接線1 8を、その交点1 8 pと両端点(1 6 m, 1 6 n)で区切った線分に置き換える。

30

## 【 0 0 3 1 】

(ハ) 方法3： 凸円弧1 6の midpoint 2 0と両端点(1 6 m, 1 6 n)における接線1 8に置き換える。すなわち、図9に示すように、凸円弧1 6の midpoint 2 0と両端点(1 6 m, 1 6 n)の3つの接線1 8を、その交点(1 8 a, 1 8 b)と両端点(1 6 m, 1 6 n)で区切った3つの線分に置き換える。

## 【 0 0 3 2 】

(ニ) 方法4： 凸円弧1 6を2等分し、それぞれの中点(2 0 a, 2 0 b)における接線1 8に置き換える。すなわち、図10に示すように、凸円弧1 6を2等分し、それぞれの中点(2 0 a, 2 0 b)における接線1 8を、その交点1 8 pと扇角の延長線との交点(1 8 a, 1 8 b)で区切った2つの線分に置き換える。

40

## 【 0 0 3 3 】

(ホ) 方法5： 凸円弧1 6をN等分し、それぞれの中点(2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d)における接線1 8に置き換える。図11は、N = 4の場合である。上記(ニ)と同様である。等分数Nは任意で良いので普遍化される。等分数Nを大きくするほど、後の加工は容易になる。等分でなくてよいが、等分の方が数値化しやすい。

## 【 0 0 3 4 】

(4) 図形要素である凹円弧の置き換え方法

## 【 0 0 3 5 】

(イ) 方法1： 図12に示すように、凹円弧1 7の両端点(1 7 m, 1 7 n)を結ぶ弦2 3に置き換える。

50

## 【 0 0 3 6 】

(口)方法2： 図13に示すように、凹円弧17の中心点24と両端点(17m, 17n)を結ぶ2本の弦23に置き換える。

## 【 0 0 3 7 】

この場合、図37に示すように、NC工作機械91で円板状工具52による切断加工で直線状に切断する(切断線11、例えば弦23)と、図13に示すように、凹円弧17の中心点24でガラス素板3中のガラスピース形状部分(1)を切り込む不具合が生じる。この切り込みは、切断部と不完全切断部とからなるので不完全切断線25と呼ぶ。以下に、不完全切断線がガラス素板3のガラスピース形状部分(1)を切り込む不具合が生じないようにする補正を述べる。

10

## 【 0 0 3 8 】

(a)補正1： 図13に示す2本の弦23について、図14に示すように、中心点24からそれぞれ不完全切断線25の長さを後退した線分26にし、後退した点26rを結ぶ線分27を追加する。

## 【 0 0 3 9 】

(b)補正2： 図13に示す2本の弦23について、図15に示すように、凹円弧17の中心点24を中心28に向かって移動させると、不完全切断線25の先端が凹円弧17に合致する点がある。その移動点24rと凹円弧17の両端(17m, 17n)を結ぶ2本の線分27に置き換える。

20

## 【 0 0 4 0 】

(c)補正3： 図13に示す2本の弦23を、図16に示すように、凹円弧17の中心28に向かって不完全切断線25の先端が凹円弧17に合致する位置(点29)まで、弦23と凹円弧17の中心で作る二等辺三角形に相似させて平行移動してできる二等辺三角形の底辺30に置き換える。

## 【 0 0 4 1 】

(d)補正4： 図17に示すように、上記補正3の平行移動後の2本の線分の外側の両端点(30m, 30n)を凹円弧17の両端点(17m, 17n)に合わせる。

## 【 0 0 4 2 】

(e)方法3： 図18に示すように、凹円弧17の3等分点31と両端点(17m, 17n)を結ぶ3本の弦23に置き換える。

30

## 【 0 0 4 3 】

(f)補正5： 図18に示す3本の弦23について、図19に示すように、3等分点31からそれぞれ不完全切断線25の長さを後退した線分26にし、後退した点26rを結ぶ2線分27を追加する。

## 【 0 0 4 4 】

(g)補正6： 図18に示す3本の弦23について、図20に示すように、隣り合う2本の弦(弦23Aと弦23B, 弦23Bと弦23C)を1組とし、それぞれを上記補正2と同様な方法を用いて4本の線分27とする。なお、説明便宜のため、図20では、3本の弦23を23A, 23B, 23Cと区別して表わす。また、3等分点31を31i, 31jと区別して表わす。すなわち、3等分点(31i)を中心28に向かって移動させると、不完全切断線25の先端が凹円弧17に合致する点がある。その移動点31rと凹円弧17の図中下方の端点17mならびに当該移動点31rと3等分点(31j)とを結ぶ2本の線分27に置き換える。また、3等分点(31j)を中心28に向かって移動させると、不完全切断線25の先端が凹円弧17に合致する点がある。その移動点31qと凹円弧17の図中上方の端点17nならびに当該移動点31qと3等分点(31i)とを結ぶ2本の線分27に置き換える。なお、4本の線分27のうちの内側27は、両者の交点27pまでする。

40

## 【 0 0 4 5 】

(h)補正7： 図18に示す3本の弦を、図21に示すように、凹円弧17の中心28に向かって不完全切断線(25)の先端が凹円弧17に合致する位置(点29)まで、弦

50

23と凹円弧17の中心28で作る二等辺三角形に相似させて平行移動してできる二等辺三角形の底辺30に置き換える。

【0046】

(i)補正8： 上記補正7において、平行移動後の3本の線分30のうちの外側の2線分について、図22に示すように、外側の両端点(30m, 30n)を凹円弧17の両端点(17m, 17n)に合わせる。

【0047】

(j)補正9： 凹円弧17のN等分点32と両端点(17m, 17n)を結ぶN本の弦23の補正(N等分化)である。図23はN=4である。上記(i)と同様である。等分数Nは任意でよいので普遍化される。等分数Nを大きくするほど、後の加工は容易になる。等分でなくてよいが、等分の方が数値化しやすい。

10

【0048】

(5)置き換えた線分から多角形を求める。

【0049】

上記した各方法で図形要素ごとに定めた線分の最端点36は、図24および図25に示すように、隣の図形要素の線分の最端点36と一致している場合と一致していない場合がある。一致している場合は多角形(2)は形づくられている。一致していない場合は、2線分の最端点を延長してその交点37までを含めた新たな線分とし、多角形(2)を完成させる。

【0050】

20

(6)図形要素間の線分の交点について補正する。

【0051】

上記した場合には、図形要素ごとに線分の交角すなわち多角形状の内角が $180^\circ$ を超えても不完全切断線25がガラス素板3のガラスピース形成部分(1)に切り込まないように線分を定めてきたが、前記で記述した図形要素間の線分については未処理である。そこで、次に、図形要素間の線分の交点40のうち、図26に示すように、多角形(2)の内角が $180^\circ$ を超える箇所について、不完全切断線25がガラス素板3のガラスピース形成部分(1)に切り込むことがないように補正する。補正の仕方に、多角形(2)を要因として不整形切り落とし補正と整形切り落とし補正がある。後工程の加工が容易になるように両者を選択して使用する。または両者を併用する。

30

【0052】

(イ)不整形切り落とし補正

【0053】

図形要素間の線分の交点40のうち、多角形2の内角が $180^\circ$ を超える箇所の2線分について、ガラスピース1から不完全切断線の長さを後退した点までを切断する。不完全切断線の部分は切断面と不切断面が入り混じる。その外側近傍に、一字形(図27参照)・I字形(図28参照)・十文字形(図29参照)・米字形(図30参照)・応用形(図31参照)等を追加切断(追加切断線43)する。硬脆性材料板なので割れやすい状態になり、任意の小さな力を加えれば一部不整形な多角形ができる。場合によっては、外側近傍に追加切断線を加えなくても、また任意の小さな力を加えなくても一部不整形な多角形ができる。

40

【0054】

(ロ)整形切り落とし補正

【0055】

図形要素間の線分の交点40のうち、多角形(2)の内角が $180^\circ$ を超える箇所の2線分を廃止または短縮し、新たな線分を追加して完全に切り落とせる多角形(2)にする。その方法に以下のものがあり、選択して使用する。

【0056】

(a)多角形(2)の内角が $180^\circ$ を超える箇所の2線分26について、図32に示すように、それぞれをガラスピース1との交点から不完全切断線の長さを後退させ、かつ

50

両後退点 2 6 r を結ぶ線分 4 6 を追加する。

【 0 0 5 7 】

( b ) 図 3 3 で示すように、上記で後退した 2 線分 2 6 上のそれぞれの任意点を結ぶ線分 4 6 を追加する。

【 0 0 5 8 】

( c ) 図 3 4 で示すように、上記 ( a ) で後退した 2 線分 2 6 上のそれぞれの任意点と他線分の後退点 2 6 r とを結ぶ 2 線分 4 6 を追加する。追加 2 線分 4 6 は両者の交点までとする。

【 0 0 5 9 】

( d ) 図 3 5 で示すように、多角形 ( 2 ) の内角 が  $180^\circ$  を超える箇所の 2 線分 2 6 を、不完全切断線の長さだけ外側に平行移動させ、かつ交点と移動前の 2 線分 2 6 の外側の端点を結ぶ 2 線分 4 6 に置き換える。

【 0 0 6 0 】

( e ) 図 3 6 で示すように、多角形 ( 2 ) の内角 が  $180^\circ$  を超える箇所の 2 線分の元の図形要素 4 5 を、不完全切断線 2 5 の長さだけ外側に平行移動させ、かつ交点と図形要素の外側の端点または図形要素との接点を結ぶ 2 線分 4 6 に置き換える。

【 0 0 6 1 】

( f ) 多角形 ( 2 ) の内角 が  $180^\circ$  を超える箇所が連続する場合は、上記 ( a ) ~ ( e ) から選択して繰り返す。

【 0 0 6 2 】

( 7 ) 線分を NC データ化する。

【 0 0 6 3 】

( イ ) 切断加工する線分

【 0 0 6 4 】

切断加工する線分は、上記で求めた多角形 ( 2 ) の辺である。切断加工は支障がない範囲で、辺の端点を手前に移動し、切断距離を小さくすることで切断効率を向上してもよい。当然ながら不整形切り落とし補正の追加切断を含む。

【 0 0 6 5 】

( ロ ) NC データ化

【 0 0 6 6 】

切断加工する線分の両端点の座標は、これまでに専用の CAD / CAM 等を使用してガラスピース 1 の保有する直交座標軸上で決めてきた。NC データは、ガラスピース 1 の直交座標軸を、ガラス素板 3 を取り付ける図 3 7 に示す平板治具 5 3 の直交座標軸に合わせ、かつ平板治具 5 3 の直交座標軸を NC 工作機械 9 1 の加工用座標軸に合わせ、下記を円板状工具 5 2 の動作として専用の CAM を使用して作成する。

【 0 0 6 7 】

( a ) ガラスピース 1 の保有する直交座標軸上で線分の角度を求める。

【 0 0 6 8 】

( b ) 円板状工具 5 2 の向きと線分の角度を合わせる。

【 0 0 6 9 】

( c ) 円板状工具 5 2 を線分の一方向の端点に合わせる。

【 0 0 7 0 】

( d ) 円板状工具 5 2 をガラス素板 3 の下面までツールダウンする。

【 0 0 7 1 】

( e ) 円板状工具 5 2 を線分の他の端点まで移動する。

【 0 0 7 2 】

( f ) 円板状工具 5 2 をツールアップする。

【 0 0 7 3 】

( 8 ) 線分を NC 切断加工する。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50



(イ) 使用するNC工作機械91はX軸・Y軸・Z軸およびA軸・B軸・C軸のいずれかを持つマシニングセンタやNCフライス盤等である。

【0075】

(ロ) ガラス素板3上にガラスピース1形状の保有する直交座標軸を描く。または、直交座標軸を表す基準点を求める。または、直交座標軸が描かれた型紙を貼る。

【0076】

(ハ) 図37で示すように、ガラス素板3の直交座標軸を平板治具53の直交座標軸に合わせ、両面テープ51等で固着する。

【0077】

(ニ) ガラス素板3を固着した平板治具53の直交座標軸をNC工作機械91が保有する加工用直交座標軸に合わせ、NC工作機械91のテーブル上に取り付ける。

10

【0078】

(ホ) 上記の全ての合わせ誤差は、誤差を許容する大きさのガラス素板3を使用することでクリアーできる。

【0079】

(ヘ) NC工作機械91を起動する。

【0080】

(ト) 上記で作られたNCデータの指令により、ガラス素板3をNC切断加工する。

【0081】

(チ) NC工作機械91を停止する。

20

【0082】

(リ) 切断屑片を取り除き多角形状の中間片2を得る。

【0083】

なお、本切断方法は切断距離を最短にするために、加工の始点54と終点55を線分の両端点に定めている。そのために、図37で示すように、線分(切断線11)を円板状工具52で切断加工すると、始点54の前と終点55の後に円弧状の切断面とそれに対応する不切断面が混在する不完全な切断部分が生じる。これを不完全切断線25と呼び、円板状工具52の半径とガラス厚とで決まる。本切断方法は、不完全切断線25がガラスピース1に切り込むことを防ぐ方法を採用している。また、加工の始点54と終点55をガラス素板3外に定めれば、線分の切断ごとに切断屑片を切り離すこともできる。

30

【0084】

1.5 ガラス素板をNC孔加工またはNCアプローチ加工することがある。

【0085】

隣り合う図形要素の交点60における2接線の内角が $180^\circ$ を超える箇所について、両図形要素に外接した孔を加工する。その方法として、円筒形工具の底面で孔加工する方法と、円筒形工具または総形工具の側面でアプローチ加工する方法とがある。

【0086】

上記した切断加工後に加工する場合は隅R加工となり、加工部は不完全切断線の入り混じった硬脆性材料板であり、効果的である。また、切断加工の前に行ってもよく、他加工工程の加工が容易ならば省略することもできる。

40

【0087】

(1) NCデータ化

【0088】

(イ) 孔加工の場合

【0089】

不整形切り落とし補正の不整形部44に対して孔加工法による隅R加工する場合を図38に示す。さらに、整形切り落とし補正の線分部46に対して孔加工法による隅R加工する場合を図39に示す。

【0090】

孔加工位置の座標は、ガラスピース1の保有する直行座標軸上で両図形要素に外接(外

50

接点 6 ) する円筒形工具の中心点 6 2 である。NC データは、ガラスピースの直交座標軸を、多角形状の中間片 2 を取り付ける平板治具 5 3 の直交座標軸に合わせ、かつ平板治具 5 3 の直交座標軸を NC 工作機械 9 1 の加工用座標軸に合わせ、下記を円筒形工具の動作として、CAM を使用して作成する。

【 0 0 9 1 】

( a ) 円筒形工具を孔加工位置に移動する。

【 0 0 9 2 】

( b ) 円筒形工具を多角形状の中間片 2 の下面までツールダウンする。

【 0 0 9 3 】

( c ) 円筒形工具をツールアップする。

10

【 0 0 9 4 】

( 口 ) アプローチ加工の場合

【 0 0 9 5 】

不整形切り落とし補正の不整形部 4 4 に対してアプローチ加工法による隅 R 加工する場合を図 4 0 に示す。

【 0 0 9 6 】

アプローチ加工する線分の終点の座標は、上記 ( 1 ) と同じであり、始点 6 3 はアプローチ加工時にガラスピース 1 を削り込まないガラスピース 1 外の任意点である。始点と終点間を直線的にアプローチさせる。

【 0 0 9 7 】

20

NC データは、上記 ( イ ) と同様に各座標軸に合わせ、下記を円筒形工具または総形工具の動作として、専用の CAM を使用して作成する。

【 0 0 9 8 】

( a ) 円筒形工具または総形工具を線分の始点に合わせる。

【 0 0 9 9 】

( b ) 円筒形工具または総形工具を多角形状の中間片 2 の下面まで移動する。

【 0 1 0 0 】

( c ) 円筒形工具をツールアップする。総形工具の場合は、ガラスピース 1 に削り込まないように逃がした後ツールアップする。

【 0 1 0 1 】

30

( 2 ) NC 孔加工および NC アプローチ加工

【 0 1 0 2 】

( イ ) 使用する NC 工作機械 9 1 は X 軸・Y 軸・Z 軸を持つマシニングセンタや NC フライス盤、NC ボール盤等である。

【 0 1 0 3 】

( 口 ) 多角形状の中間片 2 上にガラスピース 1 の保有する直交座標軸を描く。または、直交座標軸を表す基準点を定める。または、直交座標軸が描かれた型紙を貼る。

【 0 1 0 4 】

( ハ ) 多角形状の中間片 2 の直交座標軸を平板治具 5 3 の直交座標軸に合わせ、両面テープ 5 1 等で固着する。

40

【 0 1 0 5 】

( ニ ) 多角形状の中間片 2 を固着した平板治具 5 3 の直交座標軸を NC 工作機械 9 1 が保有する加工用直交座標軸に合わせ、NC 工作機械 9 1 のテーブル上に取り付ける。

【 0 1 0 6 】

( ヘ ) NC 工作機械 9 1 を起動する。

【 0 1 0 7 】

( ト ) 上記で作られた NC データの指令により、多角形状の中間片 2 を孔加工またはアプローチ加工する。

【 0 1 0 8 】

( チ ) NC 工作機械 9 1 を停止し、屑片を取り除き加工品を得る。

50

## 【 0 1 0 9 】

1.5 中間片 2 を NC 研削加工してガラスピース 1 にする。

## 【 0 1 1 0 】

この研削加工は図形要素が凸円弧・凹円弧の場合に必要であり、線分の場合には既にガラスピースの形状に加工されているから不要である。ただし、切断面を更に平滑に仕上げたり、V溝等の特殊断面にしたり、図 4 1 に示すように切断残りが生じた場合等には、線分にも研削加工を追加することもある。

## 【 0 1 1 1 】

多角形 ( 2 ) とガラスピース 1 との差が研削代 L 7 0 であり、前記切断工程における多角形状中間片 2 の作製の主な目的は研削代 L 7 0 を小さくすることにある。

10

## 【 0 1 1 2 】

図形要素ごとの研削代 L 7 0 について、図 4 2 に示すように、円筒形工具または総形工具を図形要素に同心円弧状に移動させる研削加工を、決められた切込み量 L 7 1 ずつ同心円半径を変化させながら繰り返すことでガラスピース 1 にする。

## 【 0 1 1 3 】

1.5.1 加工条件等の設定

## 【 0 1 1 4 】

( 1 ) 最大研削代 L 7 0 を求める。

## 【 0 1 1 5 】

( イ ) 図形要素が凸円弧の場合

20

## 【 0 1 1 6 】

最大研削代 L 7 0 は、図 4 3 に示すように、凸円弧 1 6 の半径 R 7 2 と多角形 ( 2 ) の頂点を通る同心円半径 R 7 3 との差である。

## 【 0 1 1 7 】

( ロ ) 図形要素が凹円弧の場合

## 【 0 1 1 8 】

最大研削代 L 7 0 は、図 4 4 に示すように、凹円弧 1 7 の半径 R 7 4 と多角形 ( 2 ) に内接する同心円半径 R 7 5 との差である。

## 【 0 1 1 9 】

( 2 ) 研削切込み量、研削送り速度、円筒形工具または総形工具の周速、繰返し数を適切に決める。

30

## 【 0 1 2 0 】

( 3 ) 繰返し研削加工の円弧半径と両端点を決める。

## 【 0 1 2 1 】

研削加工の同心円半径は図形要素の半径・最大研削代・研削切込み量・工具半径および繰返し数から計算で求まる。研削加工の両端点は上記同心円半径と図形要素の円弧の扇角の延長線との交点である。

## 【 0 1 2 2 】

なお、図 4 5 に示すように、隣り合う図形要素の交点 6 0 における 2 接線の内角  $\theta$  が  $180^\circ$  を超える箇所では、上記端点は研削加工の円筒形工具または総形工具がガラスピース 1 に削り込む。

40

## 【 0 1 2 3 】

これを防ぐため、図 4 6 に示すように、上記端点の手前で加工を止める。止める点 6 4 は、前記工程における孔加工の中心点 6 2 またはアプローチ加工の終点 6 2 と、ガラスピース 1 に削り込まないガラスピース 1 外の任意点 6 3 とを結ぶ線上の点である。

## 【 0 1 2 4 】

また、小径の工具を使用することや手仕上げを加えることもある。

## 【 0 1 2 5 】

( e ) 数値化のツールとして専用の CAD / CAM 等を使用する。

## 【 0 1 2 6 】

50

## 1.5.2 NCデータ化

## 【0127】

研削加工する円弧の両端点の座標は、これまでに専用のCAD/CAM等を使用してガラスピース1が保有する直交座標軸上で決めてきた。

## 【0128】

NCデータは、ガラスピース1の直交座標軸を、多角形状の中間片2を取り付ける平板治具53の直交座標軸に合わせ、かつ平板治具53の直交座標軸をNC工作機械91の加工用座標軸に合わせ、下記を円筒形工具または総形工具の動作として、専用のCAMを使用して作成する。

## 【0129】

(イ) 円筒形工具の場合

## 【0130】

(a) 円筒形工具を一方の端点に合わせる。

## 【0131】

(b) 円筒形工具を多角形状の中間片2の下面までツールダウンする。

## 【0132】

(c) 他の端点まで移動する。

## 【0133】

(d) 円筒形工具をツールアップする。また、折り返し加工の場合は折り返し点のツールアップ・ツールダウンを省略する。

## 【0134】

(ロ) 総形工具の場合

## 【0135】

(a) 総形工具をガラスピース1に削り込まないように多角形状の中間片2の下面までツールダウンする。

## 【0136】

(b) 総形工具を一方の端点に寄せる。

## 【0137】

(c) 他の端点まで移動する。

## 【0138】

(d) 総形工具をガラスピース1に削り込まないように逃がした後ツールアップする。また、折り返し加工の場合は折り返し点のツールアップ・ツールダウンを省略する。

## 【0139】

## 1.5.3 NC研削加工

## 【0140】

(1) 使用するNC工作機械はX軸・Y軸・Z軸を持つマシニングセンタやNCフライス盤等である。

## 【0141】

(2) 多角形状の中間片2上にガラスピース1の保有する直交座標軸を描く。または、直交座標軸を表す基準点を定める。または、直交座標軸が描かれた型紙を貼る。

## 【0142】

(3) 多角形状の中間片2の直交座標軸を平板治具53の直交座標軸に合わせ、両面テープ51等で固着する。

## 【0143】

(4) 多角形状の中間片2を固着した平板治具53の直交座標軸をNC工作機械91が保有する加工用直交座標軸に合わせ、NC工作機械91のテーブル上に取り付ける。

## 【0144】

(5) NC工作機械91を起動する。

## 【0145】

(6) 上記で作られたNCデータの指令により、多角形状中間片2を研削加工する。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 6 】

( 7 ) N C 工作機械 9 1 を停止する。

【 0 1 4 7 】

( 8 ) ガラスピース 1 を得る。

【 0 1 4 8 】

1.6 仕上げ加工する。

【 0 1 4 9 】

一般的な仕上げ加工を行う。

【 0 1 5 0 】

而して、本発明の硬脆性材料板の加工方法によれば、最大研削代が設定限界未満となるような多角形を求め、ガラスピース形状形成部分を有するガラス素板上の当該多角形それぞれの直線状の辺を数値制御データ化し、当該数値制御データで決められた回数だけ N C 工作機械で円板状工具と当該ガラス素板とを直線的に相対移動して当該ガラス素板を多角形状に切断加工して中間片とし、その後、N C 工作機械で研削工具を用いて当該中間片をその輪郭線がガラスピースの輪郭線と合致するまで研削加工するので、加工に多大の時間がかかる研削時間を短縮でき、製作時間を短くできる。また、N C 工作機械を用いることになり自動化されるので、手作業ではなし得なかった複雑な表現もでき高品質で多様な形状を持つ作品を多数製作できる。また、手作業が大幅に減少するので安全である。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 5 1 】

20

【 図 1 】 本発明の全体構成を説明するための図である。

【 図 2 】 ステンドグラス下絵図である。

【 図 3 】 ステンドグラス図である。

【 図 4 】 ガラス素板内のガラスピースを形成する図形要素を説明するための図である。

【 図 5 】 ガラス素板内のガラスピース（ガラスピース形成部分）と多角形との位置関係を説明するための平面図である。

【 図 6 】 ガラスピースの図形要素の線分を多角形の線分に置き換える方法を説明するための図である。

【 図 7 】 ガラスピースの図形要素の凸円弧を多角形の線分に置き換える方法（ 1 ）を説明するための図である。

30

【 図 8 】 ガラスピースの図形要素の凸円弧を多角形の線分に置き換える方法（ 2 ）を説明するための図である。

【 図 9 】 ガラスピースの図形要素の凸円弧を多角形の線分に置き換える方法（ 3 ）を説明するための図である。

【 図 1 0 】 ガラスピースの図形要素の凸円弧を多角形の線分に置き換える方法（ 4 ）を説明するための図である。

【 図 1 1 】 ガラスピースの図形要素の凸円弧を多角形の線分に置き換える方法（ 5 ）を説明するための図である。

【 図 1 2 】 ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える方法（ 1 ）を説明するための図である。

40

【 図 1 3 】 ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える方法（ 2 ）を説明するための図である。

【 図 1 4 】 ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える補正（ 1 ）を説明するための図である。

【 図 1 5 】 ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える補正（ 2 ）を説明するための図である。

【 図 1 6 】 ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える補正（ 3 ）を説明するための図である。

【 図 1 7 】 ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える補正（ 4 ）を説明するための図である。

50

【図 1 8】ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える方法 ( 3 ) を説明するための図である。

【図 1 9】ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える補正 ( 5 ) を説明するための図である。

【図 2 0】ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える補正 ( 6 ) を説明するための図である。

【図 2 1】ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える補正 ( 7 ) を説明するための図である。

【図 2 2】ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える補正 ( 8 ) を説明するための図である。

10

【図 2 3】ガラスピースの図形要素の凹円弧を多角形の線分に置き換える補正 ( 9 ) を説明するための図である。

【図 2 4】図形要素を多角形の線分に置き換えることでできた多角形状中間片を説明するための図である。

【図 2 5】完成した多角形状中間片を示す図である。

【図 2 6】内角が  $180^\circ$  を越える箇所を含む多角形を示す図である。

【図 2 7】不整形切り落とし補正で一字形を追加切断する線分図である。

【図 2 8】不整形切り落とし補正で I 文形を追加切断する線分図である。

【図 2 9】不整形切り落とし補正で十字形を追加切断する線分図である。

【図 3 0】不整形切り落とし補正で米字形を追加切断する線分図である。

20

【図 3 1】不整形切り落とし補正で応用形を追加切断する線分図である。

【図 3 2】2 後退点を結ぶ線分を追加する整形切り落とし補正図である。

【図 3 3】後退した 2 線分の任意点を結ぶ線分を追加する整形切り落とし補正図である。

【図 3 4】後退した 2 線分のそれぞれの任意点と他線分の後退点を結ぶ線分を追加する整形切り落とし補正図である。

【図 3 5】図形要素間の 2 線分を外側に不完全切断線の長さを平行移動した交点で結ぶ整形切り落とし補正図である。

【図 3 6】図形要素を外側に不完全切断線の長さを平行移動した交点で結ぶ整形切り落とし補正図である。

【図 3 7】円板状工具でガラス素板を切断加工した場合に発生する不完全切断線を説明する図である。

30

【図 3 8】不整形切り落とし補正による不整形部を隅 R 加工する図である。

【図 3 9】整形切り落とし補正による線分部を孔加工による隅 R 加工する図である。

【図 4 0】不整形切り落とし補正による不整形部をアプローチ加工による隅 R 加工する図である。

【図 4 1】図形要素が線分で切断残りが発生することを説明する図である。

【図 4 2】研削加工を切込み量づつ繰り返す図である。

【図 4 3】凸円弧の最大研削代を説明するための図である。

【図 4 4】凹円弧の最大研削代を説明するための図である。

【図 4 5】研削加工がガラスピースに削り込む様子を示す図である。

40

【図 4 6】研削加工がガラスピースに削り込まないように補正した図である。

【符号の説明】

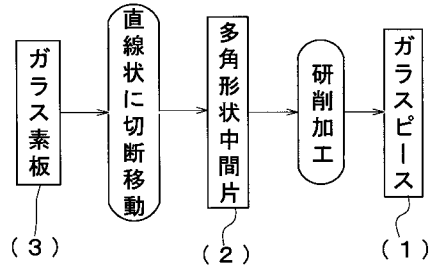
【 0 1 5 2 】

- 1 ガラスピース ( 要求片 )
- 2 多角形状の中間片
- 3 ガラス素板
- 9 ステンドグラス下絵図
- 1 1 直線状切断線
- 1 5 線分 ( 図形要素 )
- 1 6 凸円弧 ( 図形要素 )

50

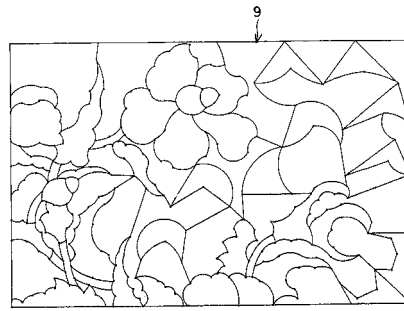
1 7	凹円弧 ( 図形要素 )	
1 8	接線	
1 9	中心	
2 0	中点	
2 3	弦	
2 4	中点	
2 5	不完全切断線	
2 6	線分	
2 7	線分	
2 8	中心	10
2 9	点	
3 0	底辺	
3 1	3 等分点	
3 2	N 等分点	
3 6	最端点	
3 7	交点	
4 0	交点	
4 3	線分	
4 4	不整形部	
4 6	線分	20
4 5	図形要素	
5 1	両面テープ	
5 2	円板状の工具	
5 3	平板治具	
5 4	始点	
5 5	終点	
6 0	交点	
6 1	始点	
6 2	中心点	
6 3	始点	30
6 4	止める点 ( 端点 )	
L 7 0	最大研削代	
L 7 1	切込み量	
R 7 3	同心円半径	
R 7 5	同心円半径	
9 1	N C 工作機械	

【図1】

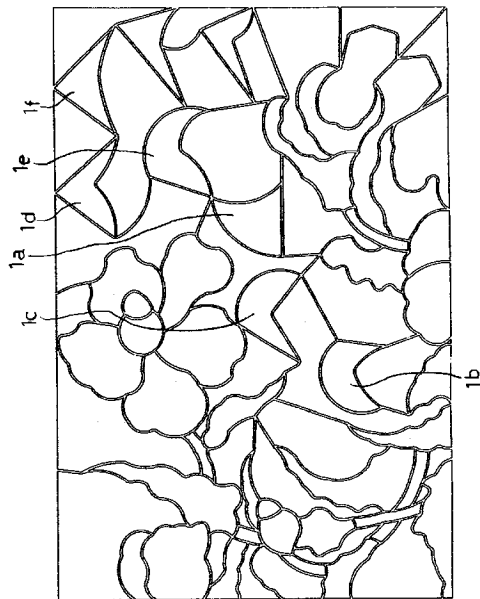


- 1 ガラスピース (要求片)
- 2 多角形状の中間片
- 3 ガラス素板
- 15 線分 (図形要素)
- 16 凸円弧 (図形要素)
- 17 凹円弧 (図形要素)
- 25 不完全切断線

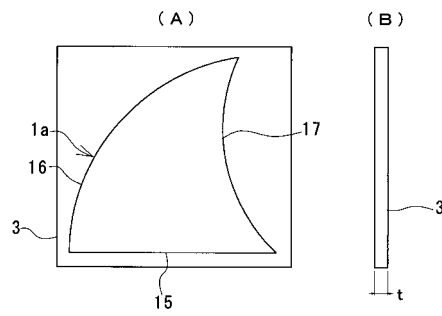
【図2】



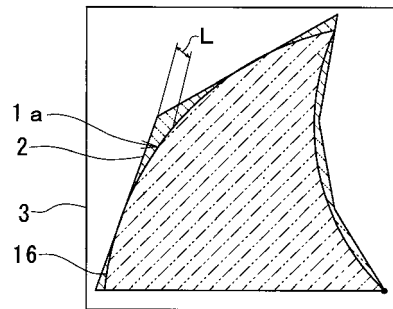
【図3】



【図4】

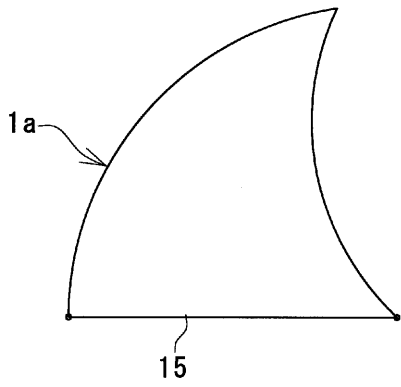


【図5】

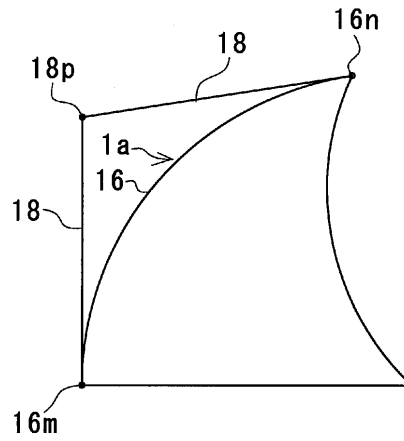




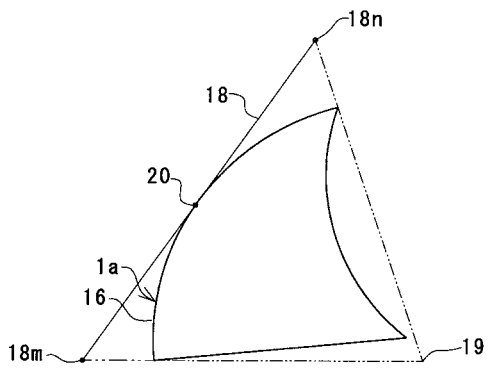
【 図 6 】



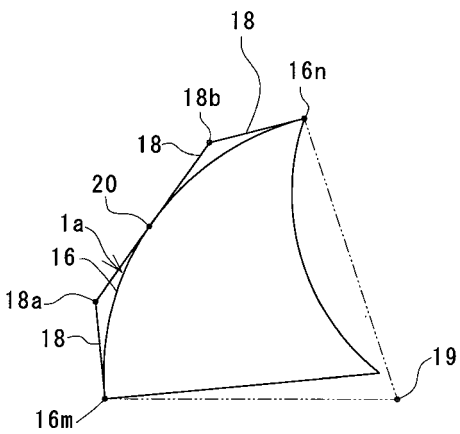
【 図 8 】



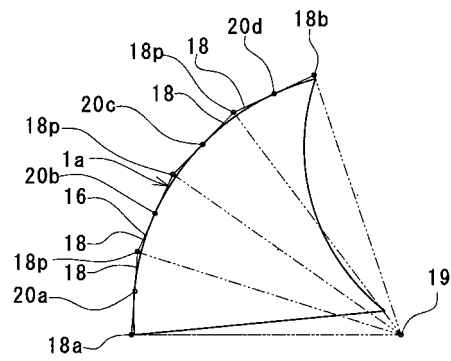
【 図 7 】



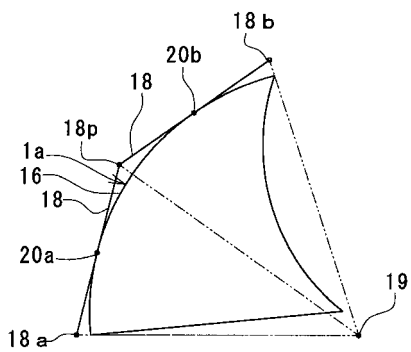
【 図 9 】



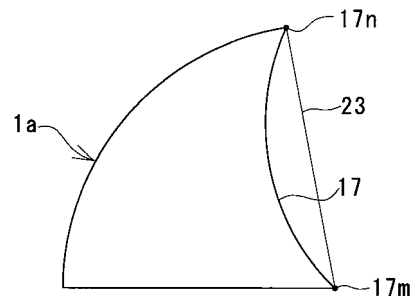
【 図 1 1 】



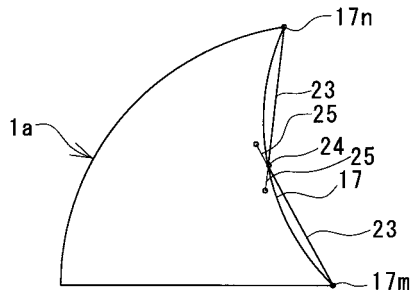
【 図 1 0 】



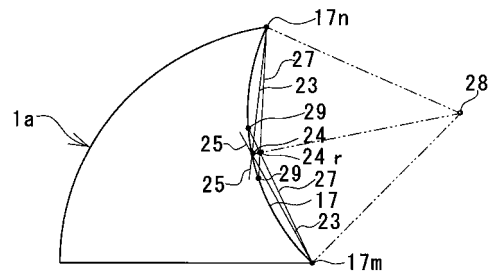
【 図 1 2 】



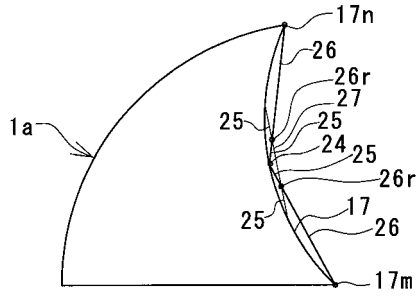
【図13】



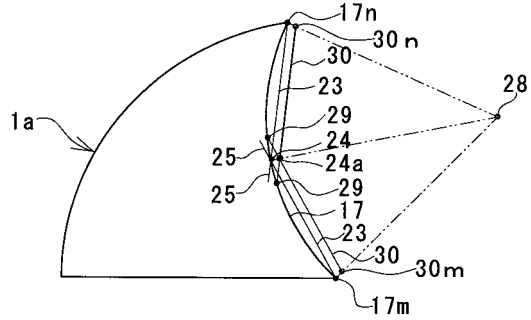
【図15】



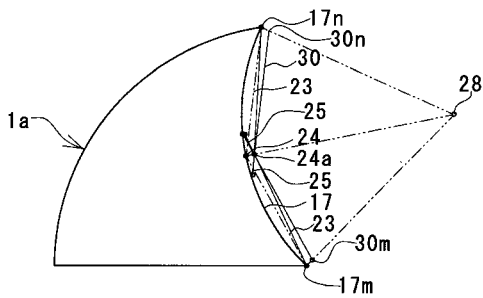
【図14】



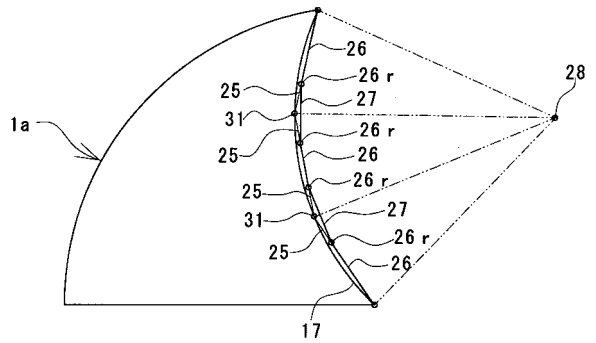
【図16】



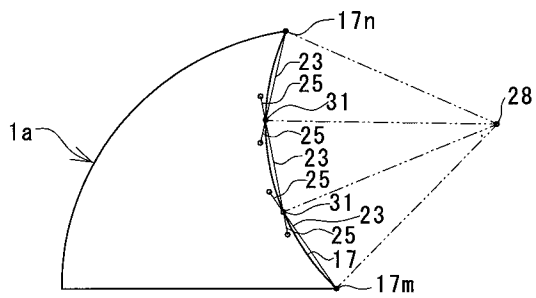
【図17】



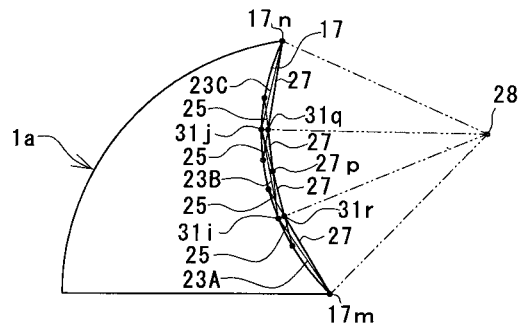
【図19】



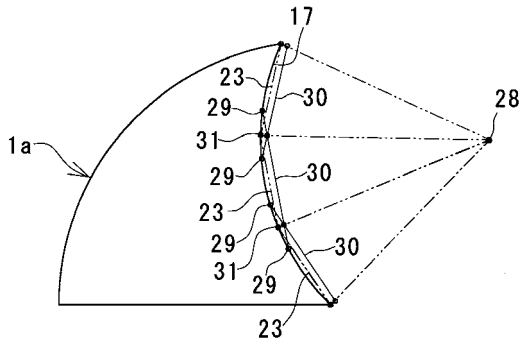
【図18】



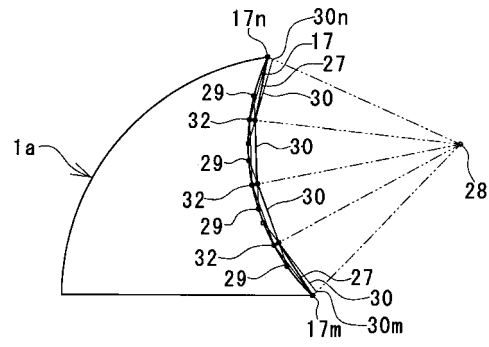
【図20】



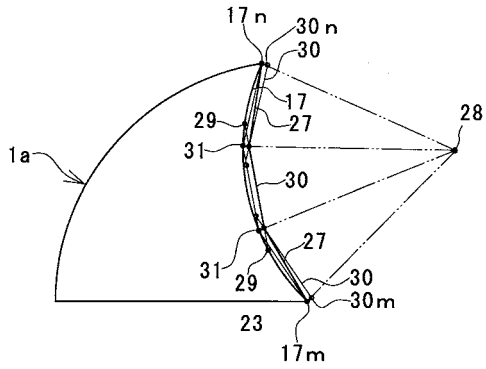
【図 2 1】



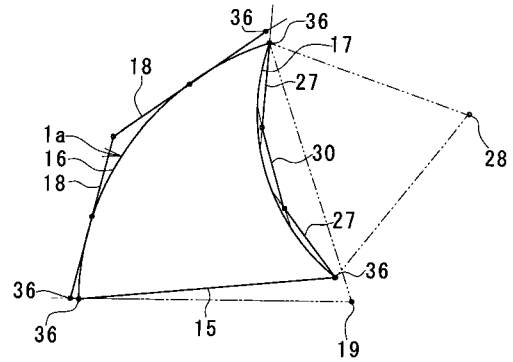
【図 2 3】



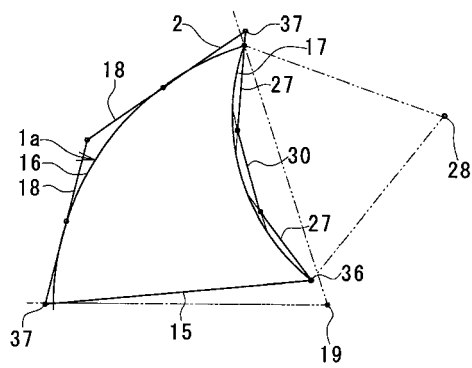
【図 2 2】



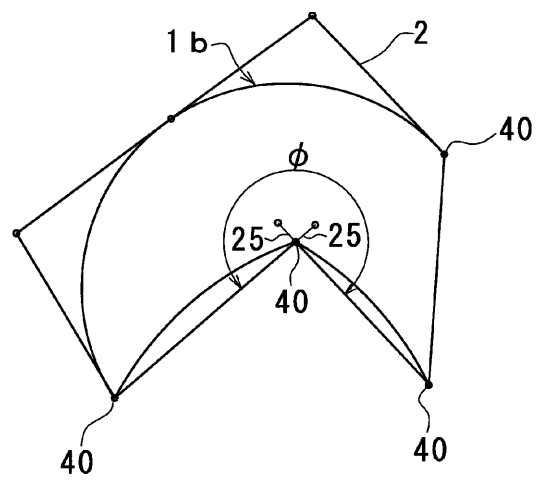
【図 2 4】



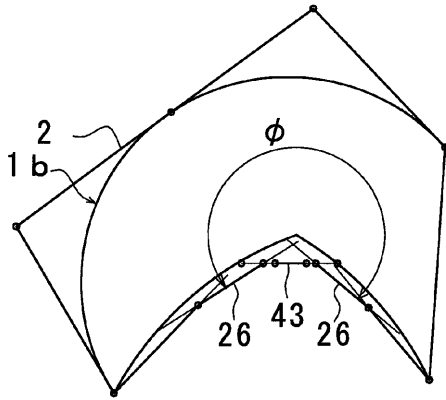
【図 2 5】



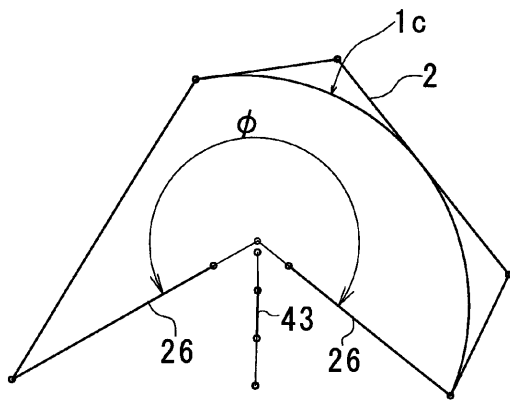
【図 2 6】



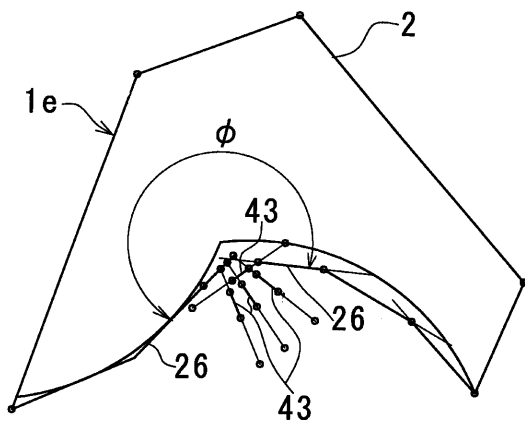
【図 27】



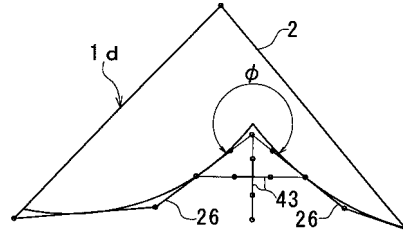
【図 28】



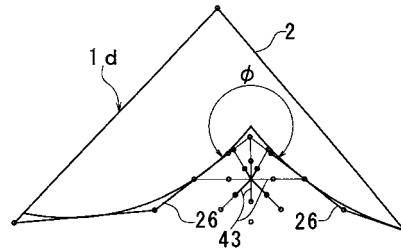
【図 31】



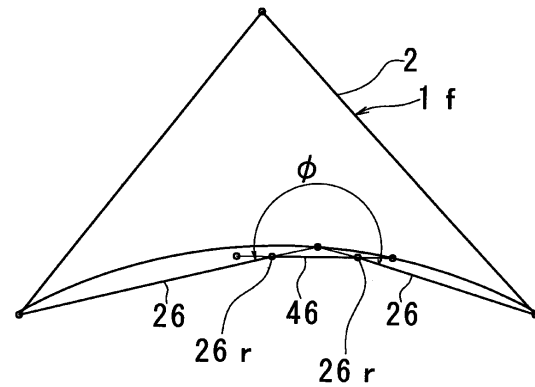
【図 29】



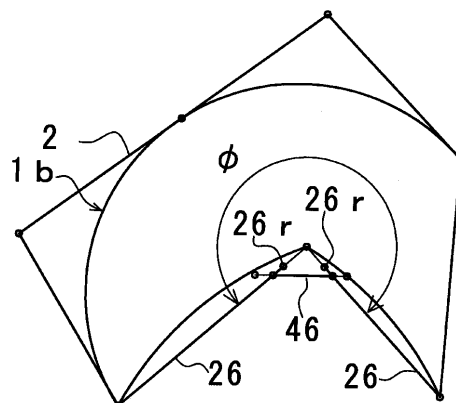
【図 30】



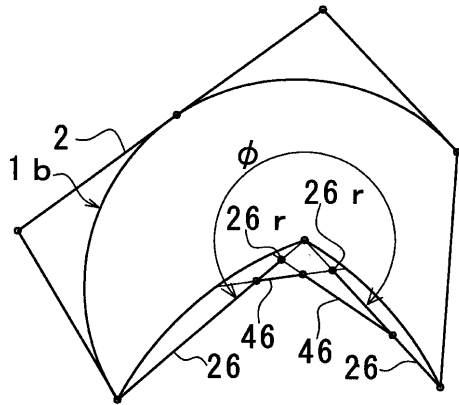
【図 32】



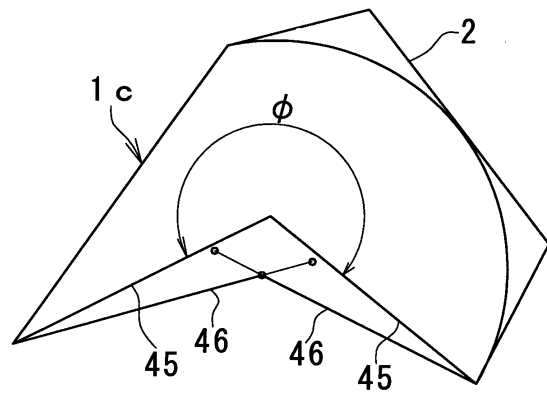
【図 33】



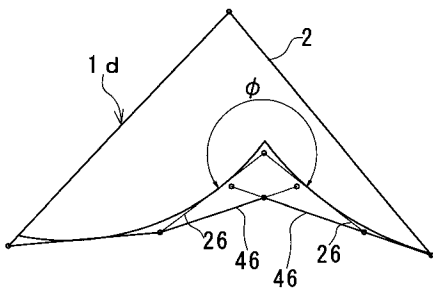
【図34】



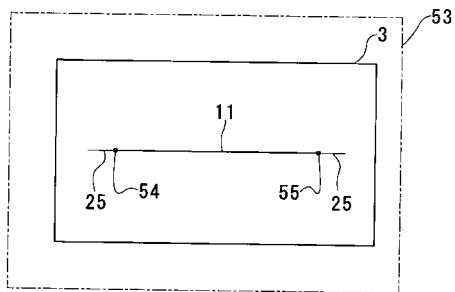
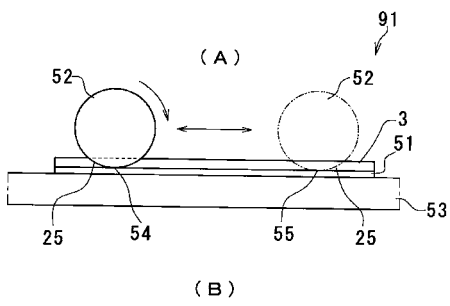
【図36】



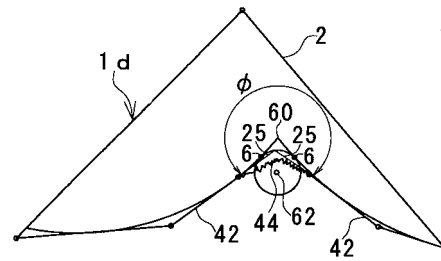
【図35】



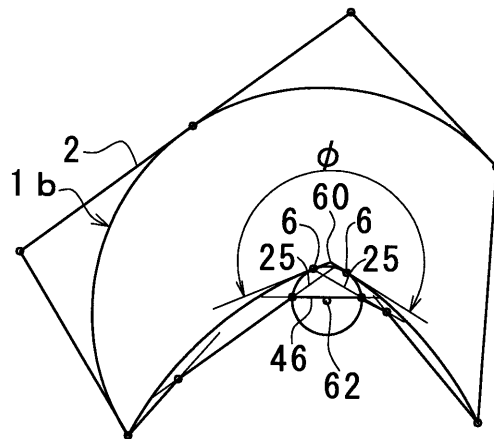
【図37】



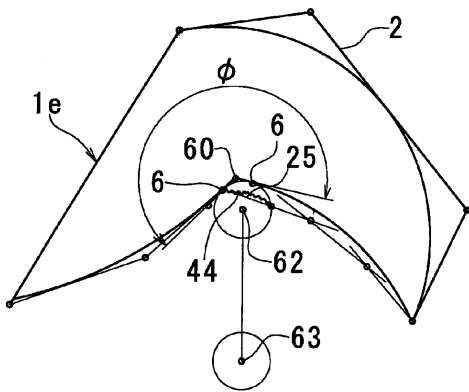
【図38】



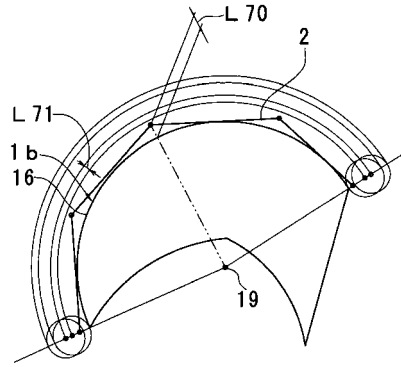
【図39】



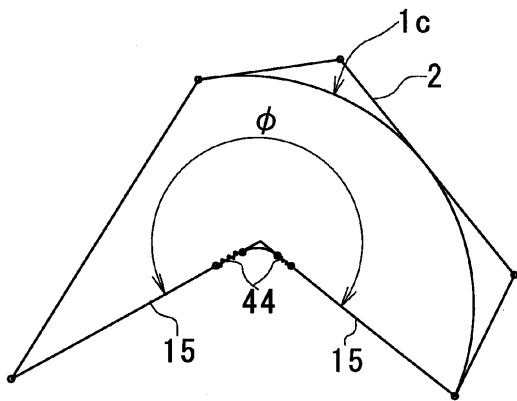
【図40】



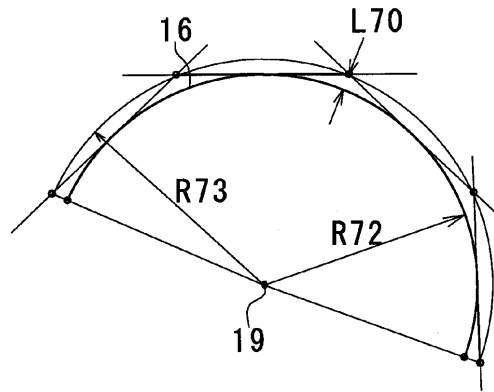
【図42】



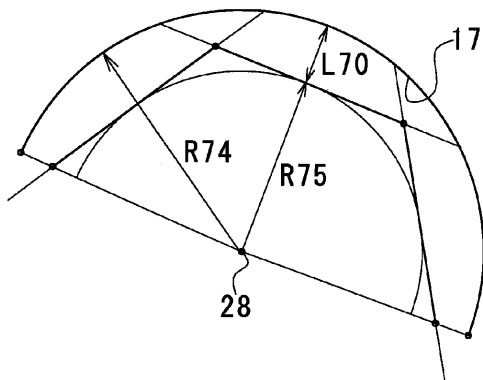
【図41】



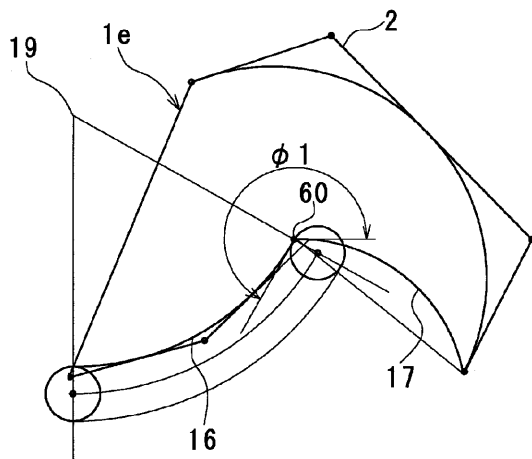
【図43】



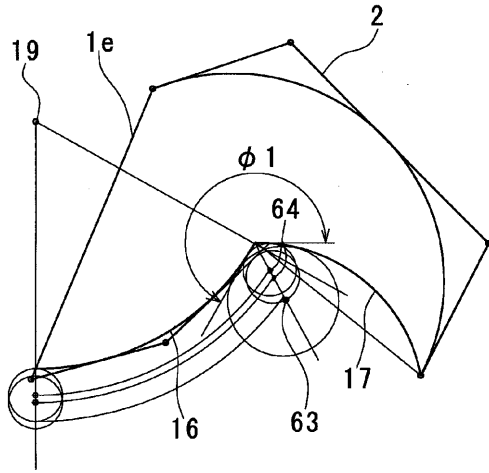
【図44】



【図45】



【 図 46 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特許第2687534(JP, B2)  
特許第2879064(JP, B2)  
特開平05-201737(JP, A)  
特開2000-037574(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B28D 1/18  
B24B 9/10