

明 細 書

発明の名称：切断方法

技術分野

[0001] 本発明は、被加工材の切断方法に関する。

背景技術

[0002] 金属材の表面にめっき処理を施しためっき金属板、あるいは、金属材の表面を塗装した塗装金属板等のように、用途に応じて様々な表面処理材が製造されている。例えば、建材や自動車、家電製品には、耐食性に優れるめっき鋼板が利用されている。

[0003] 被加工材に表面処理を施して製造された表面処理材を用いた部品は、例えば、表面処理が施された被加工材を切断した後、加工し、製造される。被加工材5の切断は、例えば図13に示すようなせん断加工工具10を用いて切断することができる。せん断加工工具10は、ダイ11、パンチ12及びブラックホルダ13からなる。例えば、被加工材5の一端をダイ11及びブラックホルダ13で拘束した状態で、ダイ11からクリアランスdを有して置かれたパンチ12をダイ11側に相対的に移動させ、被加工材5にせん断力を与える。これにより、被加工材5が切断される。

[0004] 図13に示したようなせん断加工工具10を用いて切断された表面処理が施された被加工材5は、図14に示すような切断端面を有する。被加工材5の切断端面は、ダレ、せん断面及び破断面からなる。ダレは、母材である金属材5aの表面に被膜層5bが被覆された被加工材5に対し、被加工材5の上面側から下面側に向かって図13に示すパンチ12を押し込んだ際、被加工材5の上面に作用した引張力により生じた変形である。せん断面は、被加工材5にめり込んだパンチ12の移動によって形成される平滑面であり、破断面は、被加工材5に生じたクラックが起点となって被加工材5が破断した面である。図14に示すように、被加工材5の切断端面において、被膜層5bはダレ部には残存するが、せん断面にはほとんど残存せず、破断面では金

属材 5 a が露出している。

[0005] ここで、被加工材 5 の切断端面において金属材 5 a がほぼ露出しているせん断面及び破断面の耐食性は低く、赤錆の発生が懸念される。例えば、金属材の表面にめっき金属層を施しためっき金属板の切断端面の防錆対策としては、めっき金属層による犠牲防食あるいは化成が一般的である。例えば特許文献 1 には、切断端面のダレの大きさが、板厚方向においては板厚の 0.1 0 倍以上の範囲に、平面方向においては板厚の 0.45 倍以上の範囲に入るように切断加工を行うことが開示されている。このような切断加工により金属材に掛かる引張力とせん断力を高め、素地金属材の表面に被覆されためっき金属層を切断端面に回り込ませ、切断端面のうちせん断面の少なくとも一部をめっき金属層で被覆させる。この切断端面に回り込んだめっき金属層の犠牲防食作用により、切断端面における赤錆の発生を抑制している。

[0006] また、特許文献 2 には、表面処理鋼板を上下にずらした回転刃で切断した後、成形ロールを用いて端面処理する方法が開示されている。

[0007] さらに、特許文献 3 には、1 工程目でめっき層を有する鋼板に V 字状の溝を形成し、2 工程目で形成された溝に沿って歪を与えることにより鋼板を切断する切断方法が開示されている。

[0008] また、特許文献 4 には、刃先の高さ及び幅を変化させた 3 組の回転刃をタンデム状に並べ、帯状材を徐々にせん断していく装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献 1：特開 2017-87294 号公報
特許文献 2：特開 2018-075600 号公報
特許文献 3：特開 2004-34183 号公報
特許文献 4：特開昭 61-125718 公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] しかし、上記特許文献1では、素地金属材の表面のめっき金属層は、切断端面のうちせん断面の少なくとも一部のみを被覆するのみであり、破断面では素地金属材は露出したままである。このため、めっき金属板の切断端面の耐食性が十分ではない。また、一般に、防錆を目的として切断端面に過度の犠牲防食性を付与しようとする、めっき金属板の表面のめっきが減少し、めっき金属板の表面の表面耐食性（すなわち、平面耐食性）が低下してしまう。
- [0011] また、上記特許文献2では、表面処理鋼板の切断加工と、切断加工された表面処理鋼板の端面部の成形との、二度の加工によってめっきの被覆率を高めている。しかし、複数の加工工程を実施する必要があるため、設備コストが大きくなる。また、特許文献2に記載された工法では、上下にずらした回転刃で表面処理鋼板を切断した後、その端面部の形状を整えることから、各工程で異なる方向に応力が付与されるため、めっき層に割れや剥離が生じやすい。さらに、特許文献2に記載された工法では、母材である鋼板の端面を覆うためにより多くのめっき層を表面側から流し込む必要がある。そうすると、表層のめっきが割れたり局部的に薄くなったりする等の不具合が生じたり、酸化被膜あるいはコンタミが付着した鋼板表面上にめっきが流れ込むことによるめっきの密着不良が生じたりする可能性がある。
- [0012] さらに、上記特許文献3では、鋼板に溝を形成する1工程目と鋼板を切断する2工程目で応力のかかり方が異なるため、めっき層の刃への追従性は高くない。また、1工程目で鋼板に十分な延性破壊に寄与する損傷が生じていない状態で2工程目を行うと、V字状の溝の傾斜面をえぐるように亀裂が進展する。その結果、2工程目の切断により生じた破断面及びせん断面はめっきで覆われず、めっきの被覆率が低下する。この傾向は、鋼板の板厚が厚いほど顕著である。また、特許文献3に記載の切断方法では、板厚の薄い鋼板を切断するのは困難である。
- [0013] また、上記特許文献4では、切断面にバリやダレ、屑剥離等を生じさせずに切断することで、美麗かつ端正なサイドエッジを備えた小帯状体を得るこ

とを目的とした切断装置が提案されている。しかし、特許文献4では、環状刃の刃先の耐久性については着目しない。また、目的を達成するにあたり、切断装置の刃先の断面先端半径の最適化については検討されていない。

[0014] そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、被加工材の切断において、被加工材の有する性能が切断後に低下することを抑制することが可能な、新規かつ改良された切断方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0015] 上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、切断装置を用いて被加工材を切断する切断方法であって、切断装置は、第1の環状刃部と第2の環状刃部とからなる一对の刃部を有し、第1の環状刃部の外縁にある第1の刃先及び第2の環状刃部の外縁にある第2の刃先は、径方向断面形状がV字形状であり、第1の刃先の先端角度 θ_1 及び第2の刃先の先端角度 θ_2 は、 10° 以上 120° 以下であり、第1の刃先の先端半径 R_1 及び第2の刃先の先端半径 R_2 は、板厚の0.5%以上35.0%以下であり、対向する第1の刃先と第2の刃先との間に被加工材を通板させて、被加工材に刃先を押し込み、被加工材を切断する、切断方法が提供される。

[0016] 被加工材は、母材の表面を被覆材により被覆してなる複層材であってもよい。

[0017] 被加工材の切断は、複数の切断工程で行ってもよい。

[0018] 複数の切断工程による被加工材の切断では、各切断工程での第1の刃先の先端角度 θ_1 及び第2の刃先の先端角度 θ_2 を徐々に小さくするようにしてもよい。

[0019] 被加工材が2回の切断工程により切断されるとき、1回目の切断工程における第1の刃先と第2の刃先との間隔Sは、第1の刃先の先端半径を R_1 、第2の刃先の先端半径を R_2 、被加工材の板厚をtと定義したとき、下記式(1)を満たすようにしてもよい。

$$(R_1 + R_2) \leq S \leq \{t - (R_1 + R_2)\} \quad \cdots (1)$$

[0020] 被加工材の削り幅は、被加工材の一方の端部と当該被加工材の切断位置との距離であり、被加工材の削り幅 D は、第1の環状刃部の先端半径を R_1 、第2の環状刃部の先端半径を R_2 、被加工材の板厚を t と定義したとき、下記式(2)を満たすように設定してもよい。

$$R \leq D \leq 3t \quad \cdots (2)$$

$$R = \text{Min}(R_1, R_2)$$

[0021] 通板方向における環状刃部のずれ量 L_D が1mm以上であり、1回の切断工程では、被加工材を1箇所のみ切断するようにしてもよい。

[0022] 切断装置に一对の刃部が複数設けられている場合、板幅方向に隣接する刃部の間隔 W は200mm以上としてもよい。

[0023] 第1の環状刃部及び第2の環状刃部の直径は、50mm以上としてもよい。

発明の効果

[0024] 以上説明したように本発明によれば、被加工材の切断において、被加工材の有する性能が切断後に低下することを抑制できる。例えば、表面処理が施された被加工材の切断において、母材の平面における被覆材の機能を維持しながら、その機能を切断端面にも発現させることができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の一実施形態に係る切断装置の一例を示す説明図である。

[図2]図1に示す切断装置の――切断線における断面図である。

[図3]同実施形態に係る切断装置の上回転部及び下回転部の部分拡大図である。

[図4]同実施形態に係る切断装置の他の例を示す説明図である。

[図5]図4に示す切断装置における環状刃部の位置の調整について説明する説明図である。

[図6]両刃ロールの一例を示す説明図である。

[図7]同実施形態に係る切断装置により切断された被加工材の切断端面を模式的に示す説明図である。

[図8]削り幅と破断面比率との関係の一例を示すグラフである。

[図9]図4に示した切断装置を平面視したときの、上回転部の2つのロール部の模式図である。

[図10]実施例として、切断装置により切断されためっき金属材の切断端面の正面写真である。

[図11]実施例として、切断装置により切断されためっき金属材の切断端面の側面断面写真である。

[図12]実施例3の被加工材の切断端面の拡大画像である。

[図13]従来のせん断加工工具の一例を示す説明図である。

[図14]図13のせん断加工工具により切断された被加工材の切断端面を模式的に示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0027] <1. 切断装置>

まず、図1～図3に基づいて、本発明の一実施形態に係る切断装置100の概略構成について説明する。なお、図1は、本実施形態に係る切断装置100の一例を示す説明図である。図2は、図1に示す切断装置100の1-1切断線における断面図である。図3は、本実施形態に係る切断装置100の上回転部110及び下回転部120の部分拡大図である。図3では、上回転部110及び下回転部120は、回転中心から半分のみをそれぞれ示している。図1～図3では、被加工材の板幅方向をX方向、板長方向をY方向、板厚方向をZ方向として説明する。Y方向は、被加工材の通板方向でもある。

[0028] 切断装置100は、回転する一对の刃部により、表面処理が施された被加工材5（図3及び図7参照）を切断する装置である。以下の説明では、被加

工材5の一例として、母材である金属材（図7の金属材5a）の表面に被覆層（図7の被膜層5b）を有する表面処理材を取り上げる。このような被加工材5としては、例えば、金属板の表面にめっきが施されためっき金属板、母材である金属材に対して表面を塗装した塗装金属板、金属板にフィルムをラミネートしたフィルムラミネート金属板等がある。

[0029] 切断装置100は、一对の刃部を複数備えることも可能であり、例えば図1に示すように、3つの一对の刃部1、2、3を備えてもよい。一对の刃部1、2、3は、それぞれ、第1の環状刃部111、112、113と第2の環状刃部121、122、123とからなる。対となる第1の環状刃部と第2の環状刃部とは、図3に示すように、その外縁にある刃先111a、112a、113a、121a、122a、123aの先端111b、112b、113b、121b、122b、123bが対向するように配置されている。第1の環状刃部111、112、113及び第2の環状刃部121、122、123の刃先111a、112a、113a、121a、122a、123aの径方向断面形状は、V字形状である。

[0030] 第1の環状刃部111、112、113は、回転中心において、第1の軸部115に支持されている。第2の環状刃部121、122、123は、回転中心において、第2の軸部125に支持されている。図2に示すように、第1の軸部115はチャック105a、105bを介して、第2の軸部125はチャック107a、107bを介して、両端がそれぞれ一对の支持部103a、103bにより回転可能に支持されている（チャック105a、107aは図示せず。）。一对の支持部103a、103bは、図1に架台101上に設けられている。

[0031] 支持部103a、103bとの間には、第1の環状刃部111、112、113及び第2の環状刃部121、122、123とともに、スリーブ131、133が設けられていてもよい。スリーブ131、133は、第1の環状刃部111、112、113の間隔、及び、第2の環状刃部121、122、123の間隔を調整するための部材である。図1には異なる幅のスリー

ブ 1 3 1、1 3 3 が設けられているが、同一幅のスリーブのみを用いて、第 1 の環状刃部 1 1 1、1 1 2、1 1 3 の間隔、及び、第 2 の環状刃部 1 2 1、1 2 2、1 2 3 の間隔を調整してもよい。

[0032] 以下では、第 1 の軸部 1 1 5 に支持された第 1 の環状刃部 1 1 1、1 1 2、1 1 3 及びスリーブ 1 3 1、1 3 3 を、上回転部 1 1 0 ともいう。また、第 2 の軸部 1 2 5 に支持された第 2 の環状刃部 1 2 1、1 2 2、1 2 3 及びスリーブ 1 3 1、1 3 3 を下回転部 1 2 0 ともいう。上回転部 1 1 0 は第 1 の軸部 1 1 5 と一体に回転する。下回転部 1 2 0 は第 2 の軸部 1 2 5 と一体に回転する。

[0033] 一对の支持部 1 0 3 a、1 0 3 b は、駆動部 1 0 4 a、1 0 4 b により、それぞれ板幅方向（X 方向）に移動可能である。例えば図 1 に示すように、一对の支持部 1 0 3 a、1 0 3 b は、第 1 の軸部 1 1 5 及び第 2 の軸部 1 2 5 に対して平行に設置されたねじ部 1 0 2 a、1 0 2 b に螺合されている。ねじ部 1 0 2 a、1 0 2 b は、一端が駆動部 1 0 4 a、1 0 4 b と連結されている。駆動部 1 0 4 a、1 0 4 b を駆動してねじ部 1 0 2 a、1 0 2 b を回転させることで、支持部 1 0 3 a、1 0 3 b は移動する。

[0034] 駆動部 1 0 4 a、1 0 4 b を駆動させ、支持部 1 0 3 a、1 0 3 b が離隔するように板幅方向に移動させることにより、第 1 の軸部 1 1 5 及び第 2 の軸部 1 2 5 の一端がチョックから離脱する。これにより、スリーブ 1 3 1、1 3 3、第 1 の環状刃部 1 1 1、1 1 2、1 1 3、第 2 の環状刃部 1 2 1、1 2 2、1 2 3 を、第 1 の軸部 1 1 5 及び第 2 の軸部 1 2 5 から取り外すことが可能となり、環状刃部あるいはこれらの間隔を調整するスリーブの変更が可能となる。

[0035] また、支持部 1 0 3 a、1 0 3 b の上部には、それぞれ第 1 の環状刃部 1 1 1、1 1 2、1 1 3 と第 2 の環状刃部 1 2 1、1 2 2、1 2 3 との間隔を調整する間隔調整部として、圧下装置 1 0 9 a、1 0 9 b が設けられている。圧下装置 1 0 9 a、1 0 9 b を締め込むことで、第 1 の環状刃部 1 1 1、1 1 2、1 1 3 と第 2 の環状刃部 1 2 1、1 2 2、1 2 3 との間隔を狭くす

ることができる。

[0036] 本実施形態に係る切断装置100は、圧下装置109a、109bにより、被加工材5の板厚に応じて、第1の環状刃部111、112、113と第2の環状刃部121、122、123との間隔が調整される。その後、上回転部110と下回転部120とを回転させながらこれらの間に被加工材5を通過させ、被加工材5を切断する。被加工材5が上回転部110と下回転部120との間を通過するとき、一对の刃部、例えば第1の環状刃部111（112、113）の刃先及び第2の環状刃部121（122、123）の刃先と被加工材5との間に生じる引張力により、被加工材5の表面の被膜層が切断端面へ入り込み、切断端面が被膜層で覆われる。すなわち、上回転部110と下回転部120との間を通過するときの被加工材5に対する第1の環状刃部111（112、113）の刃先111a（112a、113a）及び第2の環状刃部121（122、123）の刃先121a（122a、123a）の動きに被加工材5の表面の被膜層を追従させ、被膜層を切断端面へ入り込ませる。これにより、被加工材5の切断端面を被膜層で被覆させる。

[0037] なお、本実施形態に係る切断装置は、図1に示した構成に限定されない。例えば、切断装置100Aは、図4に示すように、上回転部110A及び下回転部120Aが、それぞれ、支持部103a、103bに支持された2つのロール部に分離された構成であってもよい。上回転部110Aの一方のロール部には環状刃部111が設けられ、他方のロール部には環状刃部113が設けられる。下回転部120Aの一方のロール部には環状刃部121が設けられ、他方のロール部には環状刃部123が設けられる。このような切断装置100Aも、図1に示した切断装置100と同様、被加工材の切断時に各環状刃部111、113、121、123の動きに被加工材の表面の被膜層を追従させ、被膜層を切断端面へ入り込ませる。これにより、被加工材の切断端面を被膜層で被覆させる。

[0038] 図4に示した切断装置100Aも、図1に示した切断装置100と同様、

環状刃部 111、113、121、123 の位置を調整することができる。
図5に基づき、切断装置 100A における環状刃部の位置の調整について説明する。なお、図5では、第1の軸部 115b に設けられた上回転部 110A の環状刃部 113 の位置を調整する場合について説明するが、第1の軸部 115a 及び第2の軸部 125a、125b に設けられている環状刃部 111、121、123 についても同様に調整すればよい。

[0039] 図5に示す環状刃部 113 は、第1の軸部 115b の軸方向（Y方向）において長さの異なるスリーブ 131、135 により、第1の軸部 115b における設置位置が調整される。スリーブ 131 は、スリーブ 135 よりも軸方向の長さが長い。図5上側では、支持部 103b 側から順に、スリーブ 131、環状刃部 113、スリーブ 135 が、第1の軸部 115b に対して設けられている。第1の軸部 115b の先端（支持部 103b と反対側の端部）にはストッパー 137 が締結され、スリーブ 131、環状刃部 113 及びスリーブ 135 を第1の軸部 115b に固定している。図5下側は、図5上側の状態からスリーブ 131 とスリーブ 135 との位置を交換した場合の環状刃部 113 の設置位置を示している。図5より、長さの異なるスリーブ 131、135 の設置位置を調整することで、環状刃部 113 の軸方向における位置を調整することができる。

[0040] また、環状刃部は、図4に示したように1つのロール部に1つのみ設けられてもよく、複数設けられてもよい。1つのロール部に複数の環状刃部を設けた切断装置は、例えば図6に示すような、軸部 1113 の軸方向両端に2つの環状刃部 1111、1112 を備える両刃ロール 1110 を、図4の環状刃部 111 の代わりに設けることにより構成し得る。両刃ロール 1110 を用いれば、被加工材の切断に使用していた一方の環状刃部が摩耗等した場合に、他方の環状刃部によって被加工材を切断するように両刃ロール 1110 を反転させて設置し直すことにより、継続して被加工材を切断することができる。これにより、環状刃部の再研磨の頻度を低減させることができる。

[0041] <2. 被膜層による切断端面の被覆>

切断装置 100 により切断された被加工材 5 の切断端面の一例を図 7 に示す。図 7 では、被加工材 5 の切断端面の側面（すなわち、板長方向（Y 方向）から見た面）の断面を模式的に示している。図 7 に示すように、被加工材 5 の切断端面は、ダレ s 1、s 2 と、傾斜面 s 3、s 4 と、破断面 s 5 とからなる。ダレ s 1 及び傾斜面 s 3 は、一对の刃部のうち第 1 の環状刃部の第 1 の刃先により形成され、ダレ s 2 及び傾斜面 s 4 は、第 2 の環状刃部の第 2 の刃先により形成される。破断面 s 5 は、第 1 の刃先及び第 2 の刃先によって被加工材 5 に生じたクラックが起点となって被加工材 5 が破断して形成される。

[0042] 図 7 に示すように、金属材 5 a の上面側の被膜層 5 b は、金属材 5 a の表面からダレ s 1 及び傾斜面 s 3 にまで連続して金属材 5 a を覆う。同様に、金属材 5 a の下面側の被膜層 5 b は、金属材 5 a の表面からダレ s 2 及び傾斜面 s 4 にまで連続して金属材 5 a を覆う。このように、本実施形態に係る切断装置 100 により切断された被加工材 5 は、連続する同一の被膜層 5 b で金属材 5 a の表面から切断端面までが被覆されるようになる。例えば、被加工材 5 の切断後に、切断端面に対してめっきや塗装等の表面処理を施すことで切断端面を被覆することは可能である。しかし、被加工材 5 の被膜層 5 b と同一組成の材料で切断端面を被覆することは難しく、切断端面の耐食性は金属材 5 a の表面に比べて低い。

[0043] これに対して、本実施形態に係る切断装置 100 により切断された被加工材 5 は、切断と同時に連続する同一の被膜層 5 b で金属材 5 a の表面から切断端面までを被覆されるため、切断端面は酸化しにくい。したがって、本実施形態に係る切断装置 100 を用いて被加工材 5 を切断することで、切断端面の耐食性の高い被加工材 5 を提供することができる。

[0044] なお、本実施形態に係る切断装置 100 により切断された被加工材 5 の切断端面の形状は、第 1 の刃先及び第 2 の刃先の形状に起因する。第 1 の刃先及び第 2 の刃先は V 字形状であるため、被加工材 5 の切断端面には、図 14 に示したような垂直なせん断面ではなく、図 7 に示すような V 字形状の斜面

に沿った傾斜面 s 3、s 4 を有する形状となる。このため、例えば図 1 の切断装置 100 により切断された被加工材 5 の切断端面は、板厚方向中心に向かうにつれて突出した形状となる。

[0045] 第 1 の刃先及び第 2 の刃先の形状を V 字形状とすることで、被加工材 5 の切断時、V 字形状の斜面に沿って金属材 5 a の表面の被膜層 5 b が第 1 の刃先及び第 2 の刃先の動きに追従しやすくなる。その結果、図 7 に示すように、金属材 5 a の表面の被膜層 5 b を切断端面のダレ s 1、s 2 だけでなく、傾斜面 s 3、s 4 まで追従させることができる。また、第 1 の刃先及び第 2 の刃先によって被加工材 5 の表裏両面にダレ s 1、s 2 が形成されることで、バリの無い切断面が形成される。

[0046] また、金属材 5 a の表面の被膜層 5 b は、第 1 の刃先及び第 2 の刃先の斜面に追従して切断端面へ移動する。このとき、切断端面の傾斜面 s 3、s 4 の表面を覆う被膜層 5 b の量は、図 7 に示すように、破断面 s 5 に向かうにつれて徐々に減少する。このように傾斜面 s 3、s 4 に被膜層 5 b を被覆させることで、金属材 5 a の切断端面のうち被膜層 5 b により被覆される面が増加しても、金属材 5 a の表面を被覆している被膜層 5 b が切断端面へ移動される量はほとんど増加しないため、被加工材 5 の平面耐食性を維持することができる。

[0047] なお、破断面 s 5 はクラックが生じて被加工材 5 が破断して形成された面であるため、破断面 s 5 にまで被膜層 5 b を入り込ませることは難しい。しかし、第 1 の刃先の先端と第 2 の刃先の先端との間隔がほぼ接触する状態で切断するまでは、被加工材 5 はその斜面に沿って切断される。このため、破断面 s 5 は、切断端面のうち破断面 s 5 が占める割合はわずかである。したがって、破断面 s 5 が被膜層 5 b で覆われていないとしても、耐食性を著しく低下させることはない。

[0048] さらに、本実施形態に係る切断装置 100 のように、第 1 の刃先及び第 2 の刃先の形状を V 字形状とすることで、例えば引張強度が 200 MPa 以上の強度を有する材料も切断可能となる。例えば、引張強度が 270 MPa 以

上の強度を有する材料、さらには、引張強度が590MPa以上の強度を有する材料も切断可能となる。

[0049] また、後述するように、切断間距離Wと被加工材の通板方向（Y方向）における環状刃部のずれ量 L_D （後述の図9参照）を適切に設定することで、厚みのある材料も切断可能となり、例えば板厚が2.0mm以上の被加工材の切断も可能となる。この際、被加工材の板厚は、2.0mm以上9.0mm以下の範囲とするのが好ましく、より好ましくは2.0mm以上6.0mm以下の範囲とする。被加工材の板厚を2.0mm以上とすることで、切断時の被加工材の振動が抑制され、安定した切断が可能となる。また、被加工材の板厚を9.0mm以下とすることで、刃への負荷を低減することができ、切断装置の耐久性を高めることができる。また、被加工材への破断が生じやすいため、1回の切断により被加工材を完全に切断することができる。

[0050] <3. 刃先の形状>

本実施形態に係る切断装置100において、第1の環状刃部の第1の刃先と第2の環状刃部の第2の刃先とは、図3に示すように同一のV字形状を有する。しかし、第1の刃先及び第2の刃先は、少なくともV字形状であればよく、それぞれ以下の形状を満たしていることが好ましい。以下では、図3の第1の環状刃部111と第2の環状刃部121とからなる一对の刃部に着目して刃先の形状を説明するが、他の一对の刃部（第1の環状刃部112と第2の環状刃部122、第1の環状刃部113と第2の環状刃部123）も同様とする。また、第1の環状刃部111、112、113の刃先の先端角度を θ_1 、先端半径を R_1 とし、第2の環状刃部121、122、123の刃先の先端角度を θ_2 、先端半径を R_2 として説明する。

[0051] （先端角度）

第1の刃先111aの先端角度 θ_1 及び第2の刃先121aの先端角度 θ_2 は、 10° 以上 120° 以下とすることが好ましい。先端角度 θ_1 、 θ_2 が 10° 以上であると、傾斜が大きくなるため、被膜層5bの追従性が向上し、切断端面の耐食性がより向上する。また、第1の刃先111a及び第2の刃

先 1 2 1 a にかかる応力が小さくなり、刃先の損傷が抑制され、環状刃部 1 1 1、1 1 2 の耐久性が向上する。また、先端角度 θ_1 、 θ_2 が 120° 以下であると、被加工材 5 を切断するために必要な荷重が大きくなり過ぎず、かつ、刃先 1 1 1 a、1 2 1 a を押し込んだ場合に被加工材 5 に亀裂が生じやすくなるので、被加工材 5 の切断が容易になる。このため、第 1 の刃先 1 1 1 a の先端角度 θ_1 及び第 2 の刃先 1 2 1 a の先端角度 θ_2 は、 10° 以上 120° 以下とし、より好ましくは 30° 以上 90° 以下とする。

[0052] (先端半径)

第 1 の刃先 1 1 1 a の先端半径 R_1 及び第 2 の刃先 1 2 1 a の先端半径 R_2 は、板厚 t の 0.5% 以上 35.0% 以下とすることが好ましい。先端半径 R_1 、 R_2 が板厚 t の 0.5% 以上であると、第 1 の刃先 1 1 1 a 及び第 2 の刃先 1 2 1 a にかかる応力が大きくなり過ぎず、刃先 1 1 1 a、1 2 1 a の損傷が抑制され、耐久性が向上する。また、先端半径 R_1 、 R_2 が板厚 t の 35.0% 以下であると、切断端面の形状が良好となる。また、刃先 1 1 1 a、1 2 1 a を押し込んだ場合に被加工材 5 に亀裂が生じやすくなるので、被加工材 5 の切断がより容易になる。このため、第 1 の刃先 1 1 1 a の先端半径 R_1 及び第 2 の刃先 1 2 1 a の先端半径 R_2 は、板厚 t の 0.5% 以上 35.0% 以下とし、より好ましくは板厚 t の 3.0% 以上 10.0% 以下とする。

[0053] ここで、第 1 の刃先 1 1 1 a と第 2 の刃先 1 2 1 a とは異なる形状であってもよい。例えば、先端半径 R_1 、 R_2 または先端角度 θ_1 、 θ_2 のうち少なくともいずれか一方が異なれば、第 1 の刃先 1 1 1 a と第 2 の刃先 1 2 1 a とは異なる形状となる。第 1 の刃先 1 1 1 a と第 2 の刃先 1 2 1 a とを異なる形状とすることで、破断面比率を変化させることができる。なお、破断面比率は、被加工材 5 の板厚 t に対する破断面 s_5 の割合である。

[0054] このとき、第 1 の刃先 1 1 1 a の先端半径 R_1 と第 2 の刃先 1 2 1 a の先端半径 R_2 との比（先端半径比 R_1/R_2 ）は、 100 未満であることが好ましく、より好ましくは 10 未満とする。最も好ましいのは、先端半径 R_1 、 R_2 が

等しい場合である。また、第1の刃先111aの先端角度 θ_1 と第2の刃先121aの先端角度 θ_2 との比（先端角度比 θ_1/θ_2 ）は、4未満であることが好ましく、より好ましくは2未満とする。最も好ましいのは、先端角度 θ_1 、 θ_2 が等しい場合である。

[0055] 先端半径比 R_1/R_2 及び先端角度比 θ_1/θ_2 が上記範囲内となるように設定することで、破断面比率を低くすることができる。第1の刃先111aと第2の刃先121aとで、先端半径または先端角度のうち少なくともいずれか一方が大きく異なっていると、一方の刃部による切断が先行して進行するため被加工材5の変形が集中する。その結果、被加工材5の破断が早まり破断面比率が大きくなるため、切断端面に被膜層5bが被覆される割合が低下する。そこで、先端半径比 R_1/R_2 及び先端角度比 θ_1/θ_2 を上記範囲内となるように設定することで、破断面比率を低くすることができる。

[0056] （先端位置のずれ量）

第1の刃先111aの先端111bの位置と第2の刃先121aの先端121bの位置とは、第1の環状刃部111と第2の環状刃部121とが対向する方向に直交する水平方向（板幅方向、X方向）において、図3に示すように一致させてもよい。第1の刃先111aの先端111bの位置と第2の刃先121aの先端121bの位置とを一致させることで、刃先111a、121aにかかるX方向の力を低減させることができ、耐久性が向上する。また、適切なタイミングで刃先から亀裂を発生させ、切断を完了させることができる。

[0057] あるいは、第1の刃先111aの先端111bの位置と第2の刃先121aの先端121bの位置とは、水平方向にずれ量 x だけずれていてもよい。先端位置のずれ量 x とは、水平方向（板幅方向、X方向）における、第1の刃先111aの先端111bと第2の刃先121aの先端121bとの距離を意味する。先端位置のずれ量は板厚 t の50%以下であるのが好ましい。先端位置のずれ量が板厚 t の50%以下であれば、被加工材5を確実に所望の端面性状が得られるように切断することができる。

[0058] このように、一对の刃部の第1の環状刃部111と第2の環状刃部121とは、被加工材に対して対称に配置されていればよい。

[0059] (削り幅)

被加工材5の削り幅Dは、切断装置100による切断時に切断位置から板長方向(X方向)に被加工材5を残しておくべき長さをいう。被加工材5の削り幅Dは、例えば図3に示すように、切断位置から被加工材5の一方の端部までの長さで表される。第1の環状刃部113の刃先113aの位置と第2の環状刃部123の刃先123aの位置とがずれている場合には、被加工材5の削り幅Dは、例えば被加工材5の端部から当該端部に近い側の刃部の先端位置までの長さとするればよい。

[0060] 被加工材5の削り幅Dは、環状刃部の先端半径R以上であり、被加工材5の板厚tの5倍以下($R \leq D \leq 5t$)、特に被加工材5の板厚tの3倍以下であることが好ましい($R \leq D \leq 3t$)。より好ましくは、被加工材5の削り幅Dは、環状刃部の先端半径Rの3倍以上であり、被加工材5の板厚t以下とする($3R \leq D \leq t$)。なお、環状刃部の先端半径Rは、第1の環状刃部111、112、113の先端半径 R_1 または第2の環状刃部121、122、123の先端半径 R_2 である。先端半径 R_1 、 R_2 が同一の場合は、 $R = R_1 = R_2$ である。先端半径 R_1 、 R_2 が異なる場合は、先端半径Rは、第1の環状刃部111、112、113の先端半径 R_1 と第2の環状刃部121、122、123の先端半径 R_2 とのうち小さい方とする($R = \min(R_1, R_2)$)。

[0061] 削り幅Dを板厚tの5倍以下、より好ましくは3倍以下とすることで、切断による破断面s5の発生が抑制され、破断面比率を低下させることができる。図8に、削り幅Dと破断面比率との関係の一例を示す。図8は、板厚tが3.2mmの被加工材5を、削り幅Dを1.6mm($=0.5t$)、3.2mm($=t$)、6.4mm($=2t$)、12.8mm($=4t$)、16.0mm($=5t$)にそれぞれ設定し、図1に示す切断装置100により切断したときの破断面比率を示している。ここでは、被加工材5として、板厚3

、2 mmの引張強度460 MPaの亜鉛めっき鋼板を用いた。切断装置100の先端半径Rは0.05 mm、先端角度 θ は60°とした。同一の削り幅Dにおける2つのプロットは、切断装置100により切断された被加工材5の2つの片について測定された破断面比率を示している。

[0062] 図8より、削り幅Dが小さいほど、破断面比率が低下することがわかる。また、削り幅Dが板厚t以下であるとき、破断面比率がさらに低下することがわかる。一方、削り幅Dを刃部の先端半径R以上、特に先端半径Rの3倍以上とすることで、切断時の工具の弾性変形による刃先の位置ずれを抑制することができ、切断により良好な端面形状を得ることができる。

[0063] このように、第1の環状刃部111、112、113及び第2の環状刃部121、122、123の形状、第1の環状刃部111、112、113と第2の環状刃部121、122、123との先端位置のずれ量、または、被加工材5の削り幅Dを変化させることで、切断装置100により切断された被加工材5の切断端面の形状が変化し、切断端面の被膜層5bによる被覆状態が変化する。したがって、第1の環状刃部111、112、113及び第2の環状刃部121、122、123の形状、第1の環状刃部111、112、113と第2の環状刃部121、122、123との先端位置のずれ量及び被加工材5の削り幅Dは、切断後の被加工材5に要求される切断端面の形状あるいは耐食性に応じて適宜設定すればよい。

[0064] 例えば、第1の環状刃部111、112、113と第2の環状刃部121、122、123とを同一形状とし、各環状刃部の先端位置を一致させて、被加工材5に対して対称に配置すれば、切断端面の耐食性を高めることができる。切断端面が板厚中央位置に対して対称であり、被加工材5下面側の被膜層5bの傾斜面s2への入り込みと、被加工材5上面側の被膜層5bの傾斜面s4への入り込みとが略均等となることによる。

[0065] また、例えば切断端面を溶接する場合には、作業の容易さから切断端面が平坦であるのが望ましい。この場合には、第1の環状刃部111、112、113と第2の環状刃部121、122、123とを異なるV字形状とし、

切断端面の平坦性を高めるようにしてもよい。

[0066] (環状刃部のロール径)

第1の環状刃部111と第2の環状刃部121とは、それぞれロール径(直径)が大きいほど、被加工材5の切断端面を被膜層5bにより被覆させることができる。1の環状刃部111及び第2の環状刃部121のロール径は、50mm以上であり、好ましくは400mm以上である。ロール径が大きいほど切断の際にめっきが被加工材5の通板方向に押し出されにくくなるため、傾斜面のめっき被覆量を増加させることができる。なお、ロール系の上限は特に限定されないが、切断装置100または被加工材5の大きさを勘案すると、3000mmであってもよい。

[0067] (環状刃部の間隔)

図3に示すように、切断装置100に一对の刃部が複数設けられている場合、板幅方向(X方向)に隣接する刃部の間隔である切断間距離Wは200mm以上とし、好ましくは500mm以上とする。切断間距離Wを200mm以上とすれば、1回の切断工程で2箇所以上切断された場合にも、被加工材5の切断箇所の間隔が十分に離れているため、材料の逃げ場がなくなることによる破断不良を解消することができる。なお、切断間距離Wの上限は特に限定されないが、切断装置100または被加工材5の大きさを勘案すると、10000mmであってもよい。

[0068] また、切断間距離Wが十分に確保できない場合には、1回の切断工程では、被加工材5を1箇所のみ切断するのが好ましい。1回の切断工程で被加工材5を2箇所以上切断すると、刃先の押し込みによって材料が逃げることができなくなる。すなわち、刃部の間が圧力応力場となり、被加工材5が破断しにくくなる。そこで、板幅方向(X方向)に隣接する環状刃部を、通板方向(Y方向)にずらすことで、1回の切断工程で2箇所以上の切断が行われないようにすることが可能となり、被加工材5を確実に切断することができる。

[0069] 例えば、図9に、図4に示した切断装置100Aの上回転部110Aの2

つのロール部の平面視した模式図を示す。図9に示すように、板幅方向（X方向）に隣接する環状刃部111、113をずれ量 L_D だけ通板方向（Y方向）にずらして設置することで、1回の切断工程で2箇所以上の切断が行われないようにすることができる。ずれ量 L_D は、好ましくは1mm以上、さらに好ましくは4mm以上である。

[0070] （刃部の高さ）

第1の刃先111aの高さ h_1 及び第2の刃先121aの高さ h_2 は、少なくともこれらの和（ $h_1 + h_2$ ）が被加工材5の板厚 t よりも大きくすればよい。

[0071] 以上、本実施形態に係る切断装置100の形状と、これを用いて切断された被加工材5の切断端面の被膜層による被覆状態とについて説明した。本実施形態に係る切断装置100は、それぞれV字形状の刃先111a、121aを有する第1の環状刃部111及び第2の環状刃部121とからなる一对の刃部を有する。V字形状の刃先111a、121aにより被加工材5を切断することで、金属材5aの表面の被膜層5bを111a、121aの動きに従わせて切断端面へ入り込ませることができる。切断端面の傾斜面 s_2 、 s_4 には、破断面 s_5 に向かって切断端面を被覆する被膜層の量が減少するように、金属材5aの表面から連続して被膜層5bが被覆される。したがって、被加工材5の平面耐食性を維持しながら切断端面の耐食性を向上させることができる。

[0072] なお、上記切断装置100による被加工材5の切断は、1回の切断により行ってもよく、複数の切断工程により行ってもよい。複数の切断工程による切断とは、一对の刃部の間に被加工材5を通過させる切断工程を複数回実施して、被加工材5を2つの片に切断することをいう。例えば、図1の切断装置100を用いる場合、一对の刃部1により1回目の切断工程を行い、一对の刃部2により2回目の切断工程を行い、一对の刃部3により3回目の切断工程を行う、というように複数の切断工程を実施してもよい。あるいは、切断装置を被加工材の通板方向に複数設置し、1回の通板で複数の切断工程を

実施できるようにしてもよい。このように、切断装置をタンデム状に設置すると、複数の切断工程を効率よく実施できる。

[0073] 複数の切断工程により被加工材 5 を切断することで、様々な切断端面を実現することができる。例えば、複数の切断工程により被加工材 5 を切断する際、各切断工程での第 1 の刃先 1 1 1 a の先端角度 θ_1 及び第 2 の刃先 1 2 1 a の先端角度 θ_2 を徐々に小さくするようにしてもよい。これにより、切断端面に被膜層 5 b が被覆する部分を増加させることができ、かつ、良好な端面形状を得ることができる。

[0074] この際、各切断工程における第 1 の環状刃部 1 1 1 と第 2 の環状刃部 1 2 1 との間隔は、徐々に小さくするのがよい。最初の切断工程の第 1 の環状刃部 1 1 1 と第 2 の環状刃部 1 2 1 との間隔を大きくすることで、第 1 の刃先 1 1 1 a 及び第 2 の刃先 1 2 1 a の動きに対する被膜層 5 b の追従性が高まる。

[0075] 例えば、被加工材 5 が 2 回の切断工程により切断されるとき、1 回目の切断工程における第 1 の環状刃部 1 1 1 と第 2 の環状刃部 1 2 1 との間隔 S は、下記式 (1) の関係式を満たすようにすることが好ましい。より好ましくは、1 回目の切断工程における第 1 の環状刃部 1 1 1 と第 2 の環状刃部 1 2 1 との間隔 S は、下記式 (1-2) を満たすようにする。このように 1 回目の切断工程における第 1 の環状刃部 1 1 1 と第 2 の環状刃部 1 2 1 との間隔 S を設定することで、切断端面に被膜層 5 b が被覆する部分を増加させるとともに、良好な端面形状を得ることができる。

$$[0076] \quad (R_1 + R_2) \leq S \leq \{t - (R_1 + R_2)\} \quad \cdots (1)$$

$$(R_1 + R_2) \times 2 \leq S \leq \{t - (R_1 + R_2) \times 2\} \quad \cdots (1-2)$$

[0077] なお、被加工材 5 の切断時のダレの形成を抑制した上で、切断端面に被膜層 5 b を被覆させつつ、切断装置 1 0 0 に対する負荷を低減したい場合には、各切断工程での第 1 の刃先 1 1 1 a の先端角度 θ_1 及び第 2 の刃先 1 2 1 a の先端角度 θ_2 を徐々に大きくするようにしてもよい。

[0078] また、第1の環状刃部111の回転速度及び第2の環状刃部121の回転速度は、被加工材5の搬送速度と異なる速度に設定してもよい。環状刃部111、121の回転速度と被加工材5の搬送速度とに速度差があると、切断のタイミングをコントロールすることができる。これらの速度差が大きいほど被加工材5を切断しやすくなる。なお、切断装置100への負荷が大きくなるため、回転速度の速度差は、10%以下であることが好ましくは、さらに5%以下であることが好ましい。

実施例

[0079] 表面処理が施された被加工材としてめっき金属材を取り上げ、切断装置により切断したときのめっき金属材の切断端面におけるめっきの被覆状態を観察した。図10に、切断装置により切断されためっき金属材の切断端面の正面写真を示す。図11に、切断装置により切断されためっき金属材の切断端面の側面断面写真を示す。図10及び図11では、実施例1～3として、図1に示した本発明の切断装置100を用いてめっき金属材を切断したときの、めっき金属材の切断端面の正面写真及び側面断面写真を示している。図10の片A及び片Bは、切断装置による切断により分離されためっき金属材の2つの片を示している。図11は、図10に示した片A及び片Bの長手方向中央位置での正面写真である。

[0080] 切断装置により切断しためっき金属材の板厚は3.2mmであった。第1の環状刃部の刃先の先端半径 R_1 及び第2の環状刃部の刃先の先端半径 R_2 は、ともに、実施例1では0.05mm、実施例2では0.1mm、実施例3では0.5mmとした。また、第1の環状刃部の刃先の先端角度 θ_1 及び第2の環状刃部の刃先の先端角度 θ_2 は60°とし、第1の環状刃部の刃先の高さ h_1 及び第2の環状刃部の刃先の高さ h_2 は4mmとした。第1の環状刃部の直径及び第2の環状刃部の直径は、50mmとした。

[0081] 図10及び図11に示すように、実施例1～3では、刃先の先端半径 R_1 、 R_2 は相違するが、切断端面は、ダレ、傾斜面及び破断面で形成されており、傾斜面の割合が大きかった。傾斜面にはめっきが残存しており、金属材表面

から板厚中央に向かうにつれて傾斜面を覆うめっきの量は減少していた。また、実施例 1 に比べて刃先の先端半径 R_1 、 R_2 が大きい実施例 2、3 では、傾斜面における金属材表面から板厚中央付近までのめっきの量の減少率が小さく、より多くのめっきが追従していた。例えば、図 12 に、実施例 3 の被加工材の切断端面の拡大画像を示す。図 12 に示すように、被加工材の傾斜面には、金属材の表面に被膜層が被覆されていることがわかる。このように、本発明の切断装置を用いてめっき金属材を切断することにより、切断端面を広範囲にめっきによって被覆することが可能となる。

[0082] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

[0083] 例えば上記実施形態では、被加工材はめっき鋼板であったが、本発明はかかる例に限定されない。被加工材は、母材の表面を被覆材により被覆して形成されているものであればよい。例えば、鋼板等の金属材を母材とし、Zn、Al もしくはそれらの合金からなる材料、酸化物被膜、塗装材、樹脂材等を被覆材としてもよい。付带的には、被加工材は、母材である金属材に対して表面を塗装した塗装鋼板であってもよく、鋼板にフィルムをラミネートしたフィルムラミネート鋼板であってもよい。あるいは、切断したものを、母材と被覆材とからなるクラッド材から製造することも可能である。クラッド材としては、例えば、Cu 板を母材、Ni 板を被覆材とした Ni クラッド銅材等がある。

[0084] なお、被加工材は 1 層のみに限定されるものではなく、複数層被覆されていてもよい。例えば、上述のめっき鋼板の表面に、化成処理、塗装、ラミネート等の処理がされていてもよい。

[0085] また、本発明の切断方法によれば、プラスチック等の樹脂材を母材として

、Cu、Cr、Ag、Au、Pt等の金属材を被覆材とした被加工材の切断したものも、同様に形成することができる。

[0086] 金属が被覆されたプラスチック等の樹脂材を切断すると、端面の電気伝導性が失われる。また、樹脂の露出する比率が高い場合は帯電しやすくなるため、火花の発生等が懸念される。そこで、上述の切断方法により、このような樹脂材の切断することにより、切断端面の電気伝導性を向上させ、帯電を防止することが可能となる。

[0087] また、クラッド材の場合は、被加工材との組み合わせ、用途によって切断されたときに求められる目的は異なる。しかし、上述の切断方法によって被加工材を切断することで、切断端面の母材の耐食性、耐薬品性等を改善し得る。また、切断端面の一部あるいは全体の電気伝導性、熱伝導性、磁性等を、従来の切断法に比較して改善し得る。

[0088] 塗膜、ラミネートの場合は、上述の切断方法によって被加工材を切断することで、母材の耐食性はもちろん、塗膜－フィルム下の膨れの抑制、母材が露出しないことによる外観の改善、切断端面の一部あるいは全体の絶縁性の改善を実現し得る。

[0089] このように、上述の切断方法によって被加工材を切断することで、平面において被覆材が有する機能を、切断端面にも持たせることが可能となる。なお、被覆材が有する機能は上述の例に限定されるものではなく、被覆材の用途に応じてその機能を発現し得る。換言すれば、本実施形態に係る切断方法により、被加工材の切断において、被加工材の有する性能が切断後に低下することを抑制することができる。これは、表面処理が施された被加工材の切断のみならず、裸材の切断においても同様である。例えば、本実施形態に係る切断方法を用いることで、被覆材の有無によらず、切断された被加工材の疲労寿命の低下を抑制することができる。

[0090] また、上記実施形態において、切断装置は、被加工材を曲線的に切断してもよく、例えば円形状といった任意の形状に切断することも可能である。

[0091] なお、以下の構成も本発明の技術的範囲に含まれる。

(1) 切断装置を用いて表面処理が施された被加工材を切断する切断方法であって、

前記切断装置は、

第1の環状刃部と第2の環状刃部とからなる一対の刃部を有し、

前記第1の環状刃部の外縁にある第1の刃先及び前記第2の環状刃部の外縁にある第2の刃先は、径方向断面形状がV字形状であり、

対向する前記第1の刃先と前記第2の刃先との間に前記被加工材を通板させて、前記被加工材に刃先を押し込み、前記被加工材を切断する、切断方法。

(2) 前記第1の環状刃部と前記第2の環状刃部とは、前記第1の刃先の先端位置と前記第2の刃先の先端位置とが一致して配置される、上記(1)に記載の切断方法。

(3) 前記第1の環状刃部の前記第1の刃先と前記第2の環状刃部の前記第2の刃先とを対向させたとき、前記第1の刃先の先端位置と前記第2の刃先の先端位置とのずれ量を板厚の50%以下とする、上記(1)に記載の切断方法。

(4) 前記第1の環状刃部の前記第1の刃先及び前記第2の環状刃部の前記第2の刃先は、同一形状であり、前記被加工材に対して対称に配置される、上記(1)～(3)のいずれか1項に記載の切断方法。

(5) 前記被加工材の切断は、複数の切断工程で行われる、上記(1)～(4)のいずれか1項に記載の切断方法。

(6) 前記複数の切断工程による前記被加工材の切断では、各切断工程での前記第1の刃先の先端角度 θ_1 及び前記第2の刃先の先端角度 θ_2 を徐々に小さくする、上記(5)に記載の切断方法。

(7) 前記被加工材が2回の切断工程により切断されるとき、1回目の切断工程における前記第1の刃先と前記第2の刃先との間隔 S は、前記第1の刃先の先端半径を R_1 、前記第2の刃先の先端半径を R_2 、前記被加工材の板厚を t と定義したとき、下記式(a)を満たす、上記(5)または(6)に

記載の切断方法。

$$(R_1 + R_2) \leq S \leq \{t - (R_1 + R_2)\} \quad \cdots (a)$$

(8) 前記被加工材が2回の切断工程により切断されるとき、1回目の切断工程における前記第1の刃先と前記第2の刃先との間隔Sは、下記式(b)を満たす、上記(7)に記載の切断方法。

$$(R_1 + R_2) \times 2 \leq S \leq \{t - (R_1 + R_2) \times 2\} \quad \cdots (b)$$

(9) 前記被加工材の削り幅は、前記被加工材の一方の端部と当該被加工材の切断位置との距離であり、

前記被加工材の削り幅Dは、前記第1の環状刃部の先端半径を R_1 、前記第2の環状刃部の先端半径を R_2 、前記被加工材の板厚を t と定義したとき、下記式(c)を満たす、上記(1)～(8)のいずれか1項に記載の切断方法。

$$R \leq D \leq 5t \quad \cdots (c)$$

$$R = \text{Min}(R_1, R_2)$$

(10) 前記被加工材の削り幅Dは、下記式(d)を満たす、上記(9)に記載の切断方法。

$$3R \leq D \leq t \quad \cdots (d)$$

(11) 1回の切断工程では、前記被加工材を1箇所のみ切断する、上記(1)～(10)のいずれか1項に記載の切断方法。

(12) 前記切断装置に前記一対の刃部が複数設けられている場合、板幅方向に隣接する前記刃部の間隔Wは200mm以上とする、上記(1)～(11)のいずれか1項に記載の切断方法。

(13) 前記切断装置に前記一対の刃部が複数設けられている場合、板幅方向に隣接する前記刃部の間隔Wは500mm以上とする、上記(12)に記載の切断方法。

(14) 前記第1の環状刃部及び前記第2の環状刃部の直径は、50mm以上である、上記(1)～(13)のいずれか1項に記載の切断方法。

(15) 前記第1の環状刃部及び前記第2の環状刃部の直径は、400mm

m以上である、上記（１４）に記載の切断方法。

（１６） 前記第１の環状刃部の回転速度及び前記第２の環状刃部の回転速度は、前記被加工材の搬送速度と異なる速度に設定される、上記（１）～（１５）のいずれか１項に記載の切断方法。

（１７） 前記被加工材は、引張強度 270MPa 以上の材料である、上記（１）～（１６）のいずれか１項に記載の切断方法。

（１８） 前記被加工材は、引張強度 590MPa 以上の材料である、上記（１７）に記載の切断方法。

（１９） 前記被加工材は、めっき金属板である、上記（１）～（１８）のいずれか１項に記載の切断方法。

（２０） 第１の環状刃部と第２の環状刃部とからなる一对の刃部と、

前記第１の環状刃部を支持する第１の軸部、及び、前記第２の環状刃部を支持する第２の軸部と、

前記第１の軸部及び前記第２の軸部の両端をそれぞれ回転可能に支持する支持部と、

前記第１の環状刃部と前記第２の環状刃部との間隔を調整する間隔調整部と、

を備え、

前記第１の環状刃部の外縁にある第１の刃先及び前記第２の環状刃部の外縁にある第２の刃先は、対向し、それぞれ径方向断面形状がＶ字形状であり、

被加工材の板厚に応じて、前記間隔調整部により前記第１の環状刃部と前記第２の環状刃部との間隔が調整される、切断装置。

符号の説明

[0092]	１、２、３	一对の刃部
	５	被加工材
	５ a	金属材
	５ b	被膜層

1 0 0	切断装置
1 0 1	架台
1 0 3 a、1 0 3 b	支持部
1 0 4 a、1 0 4 b	駆動部
1 0 5 a、1 0 5 b、1 0 7 a、1 0 7 b	チョック
1 0 9 a、1 0 9 b	圧下装置
1 1 0	上回転部
1 1 1、1 1 2、1 1 3	第1の環状刃部
1 1 1 a、1 1 2 a、1 1 3 a	第1の刃先
1 1 1 b、1 1 2 b、1 1 3 b	先端
1 1 5	第1の軸部
1 2 0	下回転部
1 2 1、1 2 2、1 2 3	第2の環状刃部
1 2 1 a、1 2 2 a、1 2 3 a	第2の刃先
1 2 1 b、1 2 2 b、1 2 3 b	先端
1 2 5	第2の軸部
1 3 1、1 3 3	スリーブ
1 1 1 0	両刃ロール

請求の範囲

- [請求項1] 切断装置を用いて被加工材を切断する切断方法であって、
前記切断装置は、
第1の環状刃部と第2の環状刃部とからなる一対の刃部を有し、
前記第1の環状刃部の外縁にある第1の刃先及び前記第2の環状刃部の外縁にある第2の刃先は、径方向断面形状がV字形状であり、
前記第1の刃先の先端角度 θ_1 及び前記第2の刃先の先端角度 θ_2 は、 10° 以上 120° 以下であり、
前記第1の刃先の先端半径 R_1 及び前記第2の刃先の先端半径 R_2 は、板厚の0.5%以上35.0%以下であり、
対向する前記第1の刃先と前記第2の刃先との間に前記被加工材を通板させて、前記被加工材に刃先を押し込み、前記被加工材を切断する、切断方法。
- [請求項2] 前記被加工材は、母材の表面を被覆材により被覆してなる複層材である、請求項1に記載の切断方法。
- [請求項3] 前記被加工材の切断は、複数の切断工程で行われる、請求項1または2に記載の切断方法。
- [請求項4] 前記複数の切断工程による前記被加工材の切断では、各切断工程での前記第1の刃先の先端角度 θ_1 及び前記第2の刃先の先端角度 θ_2 を徐々に小さくする、請求項3に記載の切断方法。
- [請求項5] 前記被加工材が2回の切断工程により切断されるとき、1回目の切断工程における前記第1の刃先と前記第2の刃先との間隔 S は、前記第1の刃先の先端半径を R_1 、前記第2の刃先の先端半径を R_2 、前記被加工材の板厚を t と定義したとき、下記式(1)を満たす、請求項3または4に記載の切断方法。
- $$(R_1 + R_2) \leq S \leq \{t - (R_1 + R_2)\} \quad \cdots (1)$$
- [請求項6] 前記被加工材の削り幅は、前記被加工材の一方の端部と当該被加工材の切断位置との距離であり、

前記被加工材の削り幅 D は、前記第 1 の環状刃部の先端半径を R_1 、前記第 2 の環状刃部の先端半径を R_2 、前記被加工材の板厚を t と定義したとき、下記式 (2) を満たす、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の切断方法。

$$R \leq D \leq 3t \quad \cdots (2)$$

$$R = \text{Min} (R_1, R_2)$$

- [請求項7] 通板方向における環状刃部のずれ量 L_D が 1 mm 以上であり、1 回の切断工程では、前記被加工材を 1 箇所のみ切断する、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の切断方法。
- [請求項8] 前記切断装置に前記一对の刃部が複数設けられている場合、板幅方向に隣接する前記刃部の間隔 W は 200 mm 以上とする、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の切断方法。
- [請求項9] 前記第 1 の環状刃部及び前記第 2 の環状刃部の直径は、50 mm 以上である、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の切断方法。