

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5642403号
(P5642403)

(45) 発行日 平成26年12月17日(2014.12.17)

(24) 登録日 平成26年11月7日(2014.11.7)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 1 D 11/08 (2006.01) B 2 1 D 11/08

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-62625 (P2010-62625)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成22年3月18日 (2010. 3. 18)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-194425 (P2011-194425A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成23年10月6日 (2011. 10. 6)	(74) 代理人	100134544
審査請求日	平成25年3月14日 (2013. 3. 14)		弁理士 森 隆一郎
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100126893
			弁理士 山崎 哲男
		(72) 発明者	太田 高裕
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 板状ワークの成形方法および成形体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

板状ワークの凹面側の面方向に所定の間隔をおいて複数の凹部を設ける工程と、
プレス又はロール曲げにより前記板状ワークを一方の面から他方の面の側へ曲げる工程と、

前記凹部に対応する形状で、且つ前記板状ワークよりヤング率が小さいシムを、前記凹部に挿入する工程と、

を有し、

前記シムが挿入された前記板状ワークの凹面にシート状の保護材が配置されていることを特徴とする板状ワークの成形方法。

【請求項 2】

前記シムは、前記凹部に対して緩み嵌めされていることを特徴とする請求項 1 に記載の板状ワークの成形方法。

【請求項 3】

前記シムは、ヤング率が 7 ~ 10 GPa のベークライトであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の板状ワークの成形方法。

【請求項 4】

前記凹部は、階段状に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の板状ワークの成形方法。

【請求項 5】

10

20

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の板状ワークの成形方法によって製造されたことを特徴とする成形体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、板状ワークの成形方法および成形体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、民間航空機の胴体部に適用される外板等はアルミニウム合金板が用いられて軽量化が図られており、さらなる軽量化のために減肉加工が施されている。そして、航空機の胴体形状となる外板は、所定の曲率をもった形状で成形されており、一般的には平板をプレス曲げた後にケミカルミーリングで減肉加工を行う方法により成形されている。また、他の成形方法として、例えば、特許文献 1、2 に開示されている方法がある。

10

【0003】

特許文献 1 は、平板状態で成形した後に、機械加工で減肉加工を実施する方法について記載したものである。

特許文献 2 には、板状ワークにショット材を投射して所定の曲率を与える板状ワークの成形方法であって、所定の曲率を与える成形を行う前の板状ワークに、その板状ワークが成形後に製品として機能するために必要となる板厚加工による前加工を行う工程と、その前加工を施した板状ワークにショット材を投射して所定の曲率を与える工程と、を含む成形方法について提案されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2007 - 508952 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 25021 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の一般的な成形方法においては、平板をプレス曲げた後のケミカルミーリングは加工時間が長く、加工溶液などの産業廃棄物が発生するという問題があった。

30

また、特許文献 1 では、曲率を有する外板を機械加工するため、ボールエンドミルを使用する必要があり、加工効率が低下するという不具合が生じていた。

また、特許文献 2 では、ショット材を投射して成形する方法であり、加工精度に再現性をもたせるのが困難であり、修正加工が必要となっていた。

したがって、上述したような問題のない成形方法が求められており、その点で改良の余地があった。

【0006】

本発明は、上述する問題点に鑑みてなされたもので、加工効率の向上を図ることができるうえ、産業廃棄物の発生を抑えることができる板状ワークの成形方法および成形体を提供することを目的とする。

40

また、本願発の別の目的は、成形精度に優れた再現性をもたせることができる板状ワークの成形方法および成形体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明に係る板状ワークの成形方法では、板状ワークの凹面側の面方向に所定の間隔をおいて複数の凹部を設ける工程と、プレス又はロール曲げにより板状ワークを一方の面から他方の面の側へ曲げる工程と、凹部に対応する形状で、且つ板状ワークよりヤング率が小さいシムを、凹部に挿入する工程と、を有し、シムが挿入さ

50

れた板状ワークの凹面にシート状の保護材が配置されていることを特徴としている。

【0008】

また、本発明に係る成形体では、上述した板状ワークの成形方法によって製造されたことを特徴としている。

【0009】

本発明では、板状ワークの凹面側の面方向に所定の間隔をおいて凹部を設ける減肉加工を平板の状態で行うことができるので、通常の3軸機械加工装置でエンドミルを使用した機械加工が可能となる。しかも、大径のエンドミルを使用できるので、機械加工時間の短縮が図れ、加工効率を向上させることができる。

また、減肉加工した板状ワークに対してプレス機、或いはロール曲げ機を使用して曲げ加工を行うため、ショット材を投射する従来の方法に比べて、成形精度の再現性に優れ、修正加工が不要となり、成形時間の短縮を図ることができる。

さらに、機械加工による減肉であるので、ケミカルミーリングを使用する場合のように加工溶液の廃液が無く、しかもエンドミルの切削によって生じる切屑がスクラップとして再利用も可能であることから、産業廃棄物の発生を抑えられる利点がある。

【0010】

また、本発明に係る板状ワークの成形方法では、凹部に対応する形状で、且つ板状ワークよりヤング率が小さいシムを、凹部に挿入する工程を有していることが好ましい。

本発明では、板状ワークに設けた凹部に板状ワークよりヤング率が小さいシムを挿入することにより、曲げ加工時にシムが板状ワークの曲げに追従して弾性変形により湾曲するため、板状ワークの成形後の曲げ半径を大きくすることが可能となる。そのため、凹部を形成する減肉部での曲げ半径が凹部でない一般部の曲げ半径に近づくので、減肉部と一般部との曲げ形状に差が無くなり、多角形状に湾曲することがなく、滑らかな凹面形状を得ることができる。

【0011】

また、本発明では、板状ワークを曲げたときに、凹部に対するシムのマイナス公差によって、シムの弾性変形が吸収されるので、シムと凹部との密着性が高められる、そのため、曲げ加工時であっても凹部からシムが外れることを防ぐことができる。

【0012】

また、本発明に係る板状ワークの成形方法では、シムは、加工物よりもヤング率が低いことが望ましく、ヤング率が7~10GPaのベークライトであることがより好ましい。

本発明では、ヤング率が7~10GPaのベークライトからなるシムを用いることで凹部に対してより優れた密着性能を得ることができる。つまり、シムの曲がり量が少なく凹部に対する追従性が悪くなって密着性が低下したり、反対にシムが曲がり過ぎて凹部から抜け出してしまおうといった不具合を抑制することができる。

【0013】

また、本発明に係る板状ワークの成形方法では、凹部は、階段状に形成されていることが好ましい。

本発明では、シムにも凹部の階段状の段差部に対応する段部を設けることで、この段差部分での密着性をより一層高めることができ、追従性を高めることができ、板状ワークを滑らかに曲げることができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明の板状ワークの成形方法および成形体によれば、板状ワークに凹部を設ける減肉加工を平板の状態で行うことができるので、通常の3軸機械加工装置でエンドミルを使用した機械加工が可能となるから、加工効率の向上を図ることができるうえ、ケミカルミーリングによる減肉加工に比べて産業廃棄物の発生を抑えることができる。

また、曲げ加工においてもプレス又はロール曲げによる機械加工となるので、成形精度に優れた再現性をもたせることができる利点がある。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態による板状ワークの減肉加工状態を示す断面図である。

【図 2】図 1 に示す板状ワークに曲げ加工を施した状態を示す断面図である。

【図 3】プレス機による曲げ加工工程を示す部分断面図である。

【図 4】第 2 の実施の形態による板状ワークの減肉加工状態を示す断面図である。

【図 5】図 4 に示す板状ワークに曲げ加工を施した状態を示す断面図である。

【図 6】第 3 の実施の形態による板状ワークの曲げ加工工程を示す部分断面図である。

【図 7】図 6 に示す板状ワークの凹部の部分拡大断面図である。

【図 8】実施例によるシムのヤング率と曲率の関係を示すグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施の形態による板状ワークの成形方法および成形体について、図面に基づいて説明する。かかる実施の形態は、本発明の一態様を示すものであり、この発明を限定するものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。また、以下の図面においては、各構成をわかりやすくするために、実際の構造と各構造における縮尺や数等が異なっている。

【 0 0 1 7 】

(第 1 の実施の形態)

図 1 および図 2 に示す符号 1 は、例えば航空機の胴体部分に用いられる円筒形の外板の一部(以下、「板状ワーク 1」という)であり、本第 1 の実施の形態の成形方法によって所定の曲率に曲げ加工する適用対象である。板状ワーク 1 は、アルミニウム合金が使用される。なお、板状ワーク 1 は、本願発明の「成形体」に相当する。

20

ここで、図 1 乃至図 3 に示す板状ワーク 1 において、上側を凹面 1 a とし、下側を凸面 1 b として以下統一して説明する。

【 0 0 1 8 】

板状ワーク 1 の成形方法は、板状ワーク 1 の凹面 1 a 側の面方向に所定の間隔をおいて複数のポケット 1 1 (凹部)を設けて減肉加工をする第 1 工程と、プレスによる板状ワーク 1 を凸面 1 b (一方の面)から凹面 1 a (他方の面)側へ曲げる曲げ加工を行う第 2 工程とを有している。

30

ポケット 1 1 は、板状ワーク 1 の凹面 1 a の所定位置に配置され、例えば平面視略四角形状をなし、上述した減肉加工の第 1 工程により適宜な厚さ寸法となるように形成されている。

【 0 0 1 9 】

次に、板状ワーク 1 の成形方法についてさらに具体的に説明する。

まず、第 1 工程において、図 1 に示す平板状態の板状ワーク 1 に対して例えばエンドミルを備えた通常の 3 軸機械加工装置を用いて、予め設定した箇所を所定深さ(厚さ寸法)により減肉加工を施し、複数のポケット 1 1 を形成する。

【 0 0 2 0 】

続いて、第 2 工程では、図 3 に示すように、プレス機 2 の下金型 2 1 の上に第 1 工程で減肉加工した板状ワーク 1 を載置する。ここで、プレス機 2 は、上下一対の金型(下金型 2 1、上金型 2 2)を有し、固定される下金型 2 1 に対して上金型 2 2 が上下動する構造となっている。下金型 2 1 および上金型 2 2 の幅寸法は、それぞれ板状ワーク 1 の幅寸法よりも大きな寸法となっている。そして、下金型 2 1 には、上金型 2 2 に対応する位置に開口凹部 2 1 a が設けられている。

40

【 0 0 2 1 】

そして、板状ワーク 1 に対して、上金型 2 2 を下金型 2 1 側に押し込み、下金型 2 1 の上に載置させた板状ワーク 1 を局部的に押圧することで湾曲させる。そして、板状ワーク 1 を湾曲させる周方向(図 3 で矢印 X 方向)に送りつつ、上金型 2 2 による押圧する動作を順次繰り返すことで平板状の板状ワーク 1 に円筒曲げを施すことができ、滑らかな凹面

50

1 aを形成することができる。

【0022】

このような成形方法の具体例として、板状ワーク1として幅寸法2 m、長さ寸法6 m、板厚寸法 t_1 が約4 mmの形状で、2024-T3のアルミニウム合金のものをを用い、局部的に板厚寸法 t_2 が2 mmとなるように、工具径50 mmのエンドミルを使用して機械加工により第1工程の減肉を行い、次いでプレス機2を用いて順次第2加工となる曲げ加工により曲げ半径で約3 mの円筒形状に曲げることができる。

【0023】

上述した本第1の実施の形態による板状ワークの成形方法および成形体では、板状ワーク1の凹面1 a側の面方向に所定の間隔をおいてポケット11を設ける減肉加工を平板の状態で行うことができるので、通常の3軸機械加工装置でエンドミルを使用した機械加工が可能となる。しかも、大径のエンドミルを使用できるので、機械加工時間の短縮が図れ、加工効率を向上させることができる。

10

【0024】

また、減肉加工した板状ワーク1に対してプレス機2を使用して曲げ加工を行うため、ショット材を投射する従来の方法に比べて、成形精度の再現性に優れ、修正加工が不要となり、成形時間の短縮を図ることができる。

さらに、機械加工による減肉であるので、ケミカルミーリングを使用する場合のように加工溶液の廃液が無く、しかもエンドミルの切削によって生じる切屑がスクラップとして再利用も可能であることから、産業廃棄物の発生を抑えられる利点がある。

20

【0025】

次に、本発明の板状ワークの成形方法および成形体による他の実施の形態について、添付図面に基づいて説明するが、上述の第1の実施の形態と同一又は同様な部材、部分には同一の符号を用いて説明を省略し、実施の形態と異なる構成について説明する。

【0026】

(第2の実施の形態)

図4および図5に示すように、第2の実施の形態による板状ワークの成形方法および成形体では、上述した第1の実施の形態で第1工程の後、その減肉加工により設けたポケット11に対応する形状で、且つ板状ワーク1よりヤング率が小さいシム3を挿入する工程を有するものである。なお、第2工程の曲げ加工については、上述した実施の形態と同様にプレス機2(図3参照)を用いる方法であるので、ここでは詳しい説明は省略する。

30

【0027】

シム3としては、嵌合されるポケット11に対して密着性が高く、なじみやすい材料が良く、またヤング率が5~25 GPaである部材が好ましく、より好ましくは7~10 GPaのベークライトが良い。

そして、シム3は、ポケット11の内空寸法より僅かに小さいマイナス公差で設けられ、ポケット11に対して緩み嵌めされている。つまり、ポケット11内に嵌合されたシム3は、ポケット11に対して密着しつつ、外部から受ける力に応じて弾性変形により滑りが生じる状態となっている。

【0028】

本第2の実施の形態では、シム3を設けることで、減肉加工を施していない一般部の第1板厚寸法 t_1 (図4)と、ポケット11を設けた減肉部分の第2板厚寸法 t_2 (図4)との差(板厚寸法差 t)を無くした状態で、第2工程の曲げ加工を行うことができる。

40

【0029】

具体的には、板状ワーク1に設けたポケット11に板状ワーク1よりヤング率(例えば上述したように5~25 GPa)が小さいシム3を挿入することにより、曲げ加工時にシム3が板状ワーク1の曲げに追従して弾性変形により湾曲するため、板状ワーク1の成形後の曲げ半径を大きくすることが可能となる。

そのため、ポケット11を形成する減肉部での曲げ半径がポケット11でない一般部の曲げ半径に近づくので、減肉部と一般部との曲げ形状に差が無くなり、多角形状(板厚寸

50

法の大きな一般部を頂点とした多角形を形成するような曲げ)に湾曲することがなく、滑らかな凹面形状を得ることができる。

【0030】

また、シム3がポケット11に対して緩み嵌めされているので、板状ワーク1を曲げたときに、ポケット11に対するシム3のマイナス公差によって、シム3の弾性変形が吸収されるので、シム3とポケット11との密着性が高められる、そのため、曲げ加工時であってもポケット11からシム3が外れることを防ぐことができる。

【0031】

また、上述したようなヤング率が7~10GPaのベークライトを使用することで、より優れた密着性能を得ることができる。

10

【0032】

なお、シム3のヤング率が25GPa以上の場合には、シム3の弾性変形が小さく、曲がり少なく、ポケット11の曲がりに対してシム3の追従性が悪くなって、両者間に隙間が発生し、密着性が低くなる。一方、シム3のヤング率が5GPa未満の場合には、シム3が曲がり過ぎてしまい、多角形形状の抑制の効果は期待できない。

【0033】

(第3の実施の形態)

図6および図7に示すように、第3の実施の形態による板状ワークの成形方法および成形体は、上述した第2の実施の形態による成形方法のポケット11およびシム3の形状を代えた方法であって、板状ワーク1のポケット11に角部に階段状(本実施の形態では1段)の段差部11aを形成する減肉加工を行い、この段差部11aに対応する段部3aを有するシム3をポケット11に嵌合させるものである。また、減肉加工したポケット11にシム3を嵌合させた状態で、板状ワーク1の凹面1aにウレタンゴム等からなるシート状の保護材4を配置している。

20

なお、第2工程の曲げ加工については、上述した実施の形態と同様でプレス機2を用いる方法であるので、ここでは詳しい説明は省略する。

【0034】

この場合、ポケット11の段差部11aでシム3の段部3aの追従性が高まり、この段差部分での密着性をより一層向上させることができ、板状ワーク1を滑らかに曲げることができる。

30

なお、保護材4は、凹面1aに載せておくだけのものであり、曲げ加工時に曲がるシム3がポケット11から突出するのを抑える当て止めの機能をもたせている。

【実施例】

【0035】

次に、上述した第2及び第3の実施の形態による板状ワークの成形方法および成形体による効果を裏付けるために行った試験例について以下説明する。

【0036】

本実施例では、ベークライトからなるシムをポケットに嵌合させたときの、板状ワークの曲げ加工による曲率を確認した。具体的には、FEM解析を用い、板状ワークとシムのモデルを作成し、所定の形状、大きさのポケットにシムを嵌合させた状態で、板状ワークを下記の条件で曲げて解析をし、シム毎にヤング率を変えて板状ワークの曲率を求めた。なお、解析により得られる曲率が大きい値ほど効率よく曲げることができる。

40

【0037】

解析条件としては、板状ワーク1の第1板厚寸法 t_1 を6.87mm、第2板厚寸法 t_2 を2.51mmとし、板状ワーク1は、ヤング率を72Pa、ポアソン比を0.33とし、密度 2.77g/cm^3 、降伏応力を324MPaとした弾塑性体とした。シム3の密度は 1.32g/cm^3 とした。さらに曲げ加工の条件としては、金型と素材、素材同士の摩擦係数を0.2とし、成形速度(送り速度)を10mm/sec、送りストロークを約8.9mmとした。

【0038】

50

図 8 に示すように、本解析結果によると、シムのヤング率が 7 ~ 10 GPa で曲率が大きくなっていることが確認できる。なお、比較するために、減肉加工がない場合（中実材）も示している。

【0039】

以上、本発明による板状ワークの成形方法および成形体の実施の形態について説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

例えば、本実施の形態では第 2 工程の曲げ加工にプレス機 2 を採用しているが、これに限定されることはなく、ロール曲げ機を用いた曲げ加工であっても良い。

【0040】

また、本実施の形態ではシム 3 として、ベークライトを採用しているが、この部材であることに制限されることはなく、他の部材として例えばエポキシ樹脂、不飽和ポリエステル等や、これらにガラス繊維を充填した部材であってもかまわない。

【0041】

また、シム 3 はポケット 11 に対して脱落防止を目的として両面テープ等で仮止めするようにしてもよい。要は、ポケット 11 に緩み嵌めされたシム 3 がその公差の範囲内で滑りが生じて曲げによる弾性変形が可能な状態となればよいのである。

さらに、本実施の形態ではポケット 11 に 1 段の段差部 11a を設ける構成としているが、段差数は任意に設定することが可能であり、2 段以上の段差部 11a であってもよい。例えば、板状ワーク 1 の板厚寸法が大きい場合には多段の段差部とし、板厚寸法が小さい場合には 1 段、あるいは段差無しとすることができる。

【0042】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、上記した実施の形態を適宜組み合わせてもよい。

【符号の説明】

【0043】

- 1 板状ワーク（成形体）
- 1 a 凹面

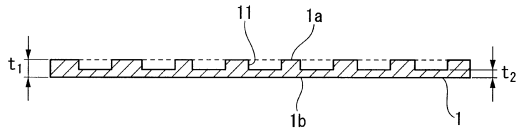
- 2 プレス機
- 3 シム
- 3 a 段部
- 4 保護材
- 11 ポケット（凹部）
- 11 a 段差部

10

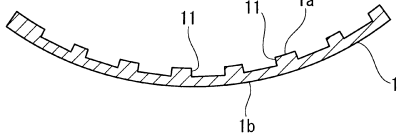
20

30

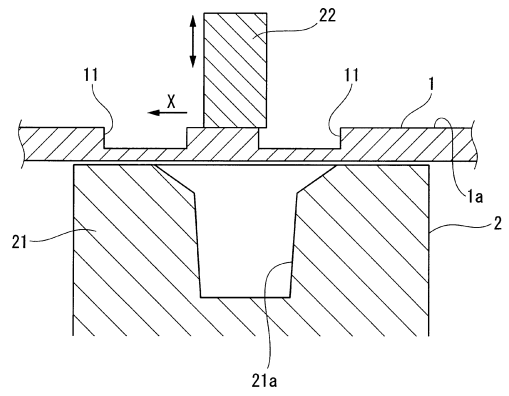
【図1】



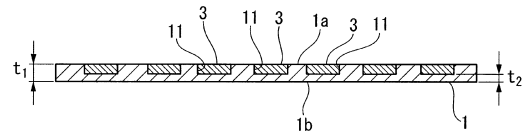
【図2】



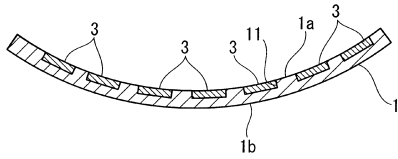
【図3】



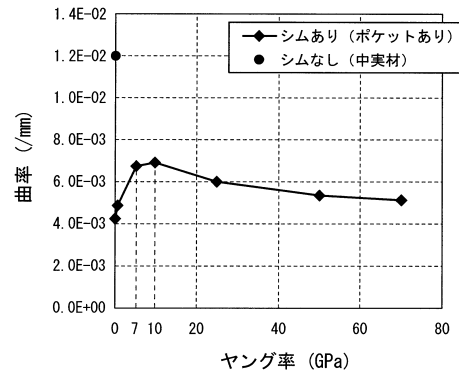
【図4】



【図5】

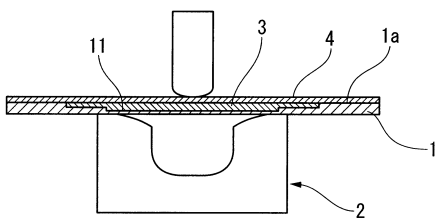


【図8】

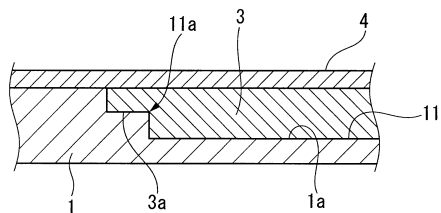


シムのヤング率と曲率の関係

【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 小椋 大介
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 菅井 淳史
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 石井 建
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 石黒 雄一

- (56)参考文献 特開2009-000736(JP,A)
特開2005-144536(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------------|
| B21D | 11/00 - 21/00 |
| B21D | 5/00 - 9/18 |