

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 11 月 17 日(17.11.2016)



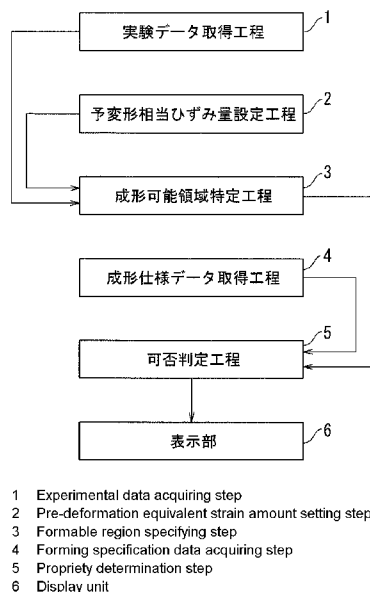
(10) 国際公開番号
WO 2016/181892 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 3/28 (2006.01) *B21D 28/00* (2006.01)
B21D 22/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/063604
- (22) 国際出願日: 2016 年 5 月 2 日(02.05.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-095861 2015 年 5 月 8 日(08.05.2015) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 飯塚 栄治 (IIZUKA Eiji); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 樋貝和彦 (HIGAI Kazuhiko); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 山▲崎▼ 雄司 (YAMASAKI Yuji); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 哲也, 外 (MORI Tetsuya et al.); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目 3 番 1 号 城山トラストタワー 3 2 階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR EVALUATING PROPRIETY OF MOLDING SHEARED EDGE

(54) 発明の名称: せん断縁の成形可否評価方法



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a technique for more precisely evaluating the propriety of forming a sheared material edge after preforming. Through a hole enlargement test on a metal plate after preforming, a strain gradient at a sheared edge is changed and a plurality of data of the deformation limit equivalent strain amount with respect to the strain gradient are calculated, and a relationship of a stretch flange deformation limit equivalent strain to the strain gradient is calculated from the plurality of data and the amount of pre-deformation equivalent strain. The propriety of forming a sheared edge for a metal plate subjected to pre-deformation by preforming is evaluated from a forming limit line L or formable region R of the sheared edge from the calculated relationship.

(57) 要約: 予成形後にせん断される材料縁の成形可否をより精度良く評価する技術の提供を目的とする。予成形後の金属板に対する穴広げ試験によって、せん断縁でのひずみ勾配を変えてひずみ勾配に対する変形限界相当ひずみ量のデータを複数求め、その複数のデータと予変形相当ひずみ量とからひずみ勾配に対する伸びフランジ変形限界相当ひずみの関係を求める。求めた関係から上記せん断縁の成形限界線Lや成形可能領域Rから、予成形によって予変形を加えた金属板に対するせん断縁の成形可否を評価する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：せん断縁の成形可否評価方法

技術分野

[0001] 本発明は、一次成形後にせん断される材料縁の成形可否の評価技術に関する。例えば、自動車用プレス品等のせん断縁におけるFEMシミュレーションでの成形可否を評価する技術に関する。

背景技術

[0002] プレス品のせん断縁における変形限界への影響度が大きいせん断縁近傍の変形状態を踏まえた成形可否を評価する方法としては、例えば特許文献1～3に記載の判定方法がある。

しかしながら、上記のプレス品のせん断縁における成形可否判定方法は、いずれも予変形（一次成形）を受けずにせん断された材料縁を評価するものであって、予変形を受けた後にせん断された材料縁への適用については何ら考慮されていない。

このように、一次成形を受けた後のせん断縁における成形可否の判定精度については従来から問題があり、金型作製後でないと成形可否が不明確であるとの課題があった。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4935713号公報

特許文献2：特許第5561203号公報

特許文献3：特許第5472518号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明は、上記のような点に着目したもので、予成形後にせん断される材料縁の成形可否をより精度良く評価する技術の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

[0005] 課題を解決するために、本発明の一態様は、予成形によって予変形を加えた金属板に対するプレス成形によるせん断縁の成形可否を評価する評価方法であって、予成形後の金属板に対する穴広げ試験によってせん断縁での変形限界を求め、求めたせん断縁での変形限界量を変形限界相当ひずみ量で表現して、せん断縁での径方向のひずみ勾配に対する上記穴広げ試験によって求めた変形限界相当ひずみ量からなるデータとして、ひずみ勾配が異なる複数のデータを取得し、上記予成形で上記金属板に加えられる相当ひずみ量を予変形相当ひずみ量と定義し、その予変形相当ひずみ量と上記予成形後の金属板での変形限界相当ひずみ量との和を伸びフランジ変形限界相当ひずみと定義し、上記予変形相当ひずみ量と上記複数のデータとに基づき、ひずみ勾配に対する伸びフランジ変形限界相当ひずみの関係を求め、上記求めた関係からせん断縁の成形可能領域を特定して、予成形によって予変形を加えた金属板に対するせん断縁の成形可否を評価することを特徴とする。

発明の効果

[0006] 本発明の一態様によれば、一次成形（予成形）及び二次成形を経て形成される成形品における、予成形後にせん断される金属板の材料縁の成形可否を、より簡便により精度良く評価することが出来るようになる。

すなわち、金型を何度も作成することなく、二次成形における伸びフランジ部での成形可否や成形余裕度などの評価が精度よく予測できる結果、割れ発生による不良を早期に予防することが出来る。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実験1における、ひずみ勾配が大きい場合における予変形相当ひずみと二次変形限界ひずみとの関係を示す図である。

[図2]実験1における、ひずみ勾配が大きい場合における予変形相当ひずみとトータル変形量との関係を示す図である。

[図3]実験1における、ひずみ勾配が小さい場合における予変形相当ひずみと二次変形限界ひずみとの関係を示す図である。

[図4]実験1における、ひずみ勾配が小さい場合における予変形相当ひずみと

トータル変形量との関係を示す図である。

[図5]実験2における、ひずみ勾配が大きい場合における予変形相当ひずみと二次変形限界ひずみとの関係を示す図である。

[図6]実験2における、ひずみ勾配が大きい場合における予変形相当ひずみとトータル変形量との関係を示す図である。

[図7]実験2における、ひずみ勾配が小さい場合における予変形相当ひずみと二次変形限界ひずみとの関係を示す図である。

[図8]実験2における、ひずみ勾配が小さい場合における予変形相当ひずみとトータル変形量との関係を示す図である。

[図9]実験3における、ひずみ勾配が大きい場合における予変形相当ひずみと二次変形限界ひずみとの関係を示す図である。

[図10]実験3における、ひずみ勾配が大きい場合における予変形相当ひずみとトータル変形量との関係を示す図である。

[図11]実験3における、ひずみ勾配が小さい場合における予変形相当ひずみと二次変形限界ひずみとの関係を示す図である。

[図12]実験3における、ひずみ勾配が小さい場合における予変形相当ひずみとトータル変形量との関係を示す図である。

[図13]本発明に基づく第1実施形態に係る処理工程を説明する図である。

[図14]本発明に基づく第1実施形態に係る成形限界線と成形可能領域を説明する図である。

[図15]本発明に基づく変形例に係る成形限界線と成形可能領域を説明する図である。

[図16]本発明に基づく第2実施形態に係る処理工程を説明する図である。

[図17]本発明に基づく第2実施形態に係る成形限界線と成形可能領域を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0008] (本発明に到る知見)

上記の従来技術による、加工によるせん断縁の成形可否の判定方法の評価

は、いずれも予変形（一次成形）を受けていない状態からのせん断縁に関する変形限界だけの評価を想定したものである。このため、上記の従来技術の評価方法が、一次成形を受けた後のせん断縁に関する成形可否の判定にも直接展開できるかどうかは不明であった。なぜなら、せん断によるダメージが、予成形によって生じる一次変形量に依存しないとは言い切れないためである。

[0009] そして、発明者は、二次成形時の変形限界に及ぼす、予変形量（一次変形量）の影響を定量的に解明するための詳細調査を実施した。

以下、その内容について説明する。

ここで、表 1 に示す供試材 A～E を使用して、一次成形（予変形）を付与した金属板に対して、各種の穴広げ試験を実施した。穴広げ試験としては、円錐形状のポンチを使用した円錐穴広げ試験と、円筒形状のポンチを使用した円筒穴広げ試験とを実施した。

[0010] [表1]

供試材	板厚(mm)	YS(MPa)	TS(MPa)	El(%)	n値	λ 値
A	0.7	166	293	49	0.23	135
B	1.6	318	462	39	0.18	64
C	2.3	349	470	33	0.17	62
D	2.6	502	618	29	0.12	85
E	2.6	603	448	32	0.14	113

[0011] 上記の穴広げ試験は、対象とする金属板を円錐台形状に一次成形を加えた後に、円錐台の上面を中心に試料とする部分を切り出し、その切り出した試料を平坦化する。その後、試料の中心に抜き穴を形成し、ポンチによって抜き穴の穴広げを行う試験である。使用した円錐形状のポンチは、60度円錐ポンチであり、円筒形状のポンチは直径50mmの円筒ポンチである。

なお、半径方向のひずみ勾配は、使用するポンチの形状や予成形後の抜き穴径を変更することで調整可能である。

[0012] 〈実験1〉

供試材 A からなる金属板に対して、円錐穴広げ試験を行った。

そして、予成形による予変形相当ひずみに対する、予成形後の金属板における二次変形限界ひずみで纏めたところ、図 1 に示す結果を得た。また、予成形による予変形相当ひずみに対する、予変形相当ひずみと二次変形限界ひずみとの和であるトータル変形量で纏めたところ、図 2 に示す結果を得た。

[0013] 次に、供試材 A からなる金属板に対して、円筒穴広げ試験を行った。

そして、予成形による予変形相当ひずみに対する、予成形後の金属板における二次変形限界ひずみで纏めたところ、図 3 に示す結果を得た。また、予成形による予変形相当ひずみに対する、予変形相当ひずみと二次変形限界ひずみとの和であるトータル変形量で纏めたところ、図 4 に示す結果を得た。

[0014] ここで、各図において、

○：等二軸によるひずみ

□：不等二軸によるひずみ

△：平面ひずみによるひずみ

である。

[0015] 円錐穴広げを行った場合は、円筒穴広げを行う場合に比べ、せん断縁でのひずみ勾配が大きくなる。

したがって、供試材 A では、ひずみ勾配が大きい場合には、図 1 から分かるように、二次変形限界ひずみは、予変形相当ひずみ量が増えるほど小さくなるが、図 2 から分かるように、トータル変形量では、予変形相当ひずみ量が増加するほど、増加する傾向にある。

[0016] 一方、せん断縁でのひずみ勾配が小さい場合には、図 3 から分かるように、二次変形限界ひずみは、予変形相当ひずみ量が増えるほど小さくなるが、図 4 から分かるように、トータル変形量では、予変形相当ひずみ量にあまり依存せず、予変形相当ひずみ量との相関が低い。

また、図 1 ～図 4 から分かるように、二次変形限界ひずみに及ぼす予変形相当ひずみ量（予変形量、一次変形量）の影響は、予変形の変形形態にあまり依存しない。このため二次変形限界ひずみは相当ひずみで整理できること

をつきとめた。

[0017] 〈実験 2〉

供試材 D について、実験 1 と同様な実験を行った。その結果を図 5 ～図 8 に示す。

この供試材 D においても、図 5 ～図 8 から分かるように、供試材 A と同様な傾向があることが分かる。

 〈実験 3〉

供試材 E について、実験 1 と同様な実験を行った。その結果を図 9 ～図 12 に示す。

供試材 E においても、図 9 ～図 12 から分かるように、供試材 A と似た傾向はあるものの、次のような傾向もあることが分かる。

即ち、ひずみ勾配が大きい場合、所定の変形領域では、予変形量によって二次変形限界はほとんど低下しない。一方、ひずみ勾配が小さい場合、トータル変形量が、予変形量に依存性があり、予変形量の増加に伴い減少する。つまり、予変形を付与することが逆効果となる。

[0018] 〈実験結果のまとめ〉

供試材 B、C についても実験 1 と同様な実験を行った。

そして、上記の結果を、予変形量（予変形相当ひずみ量）に対する（二次成形での変形限界量の低下量）の比で纏めると、表 2 に示す結果となった。

[0019]

[表2]

供試材	板厚 (mm)	二次成形での変形限界低下量 予変形量 (=R)	
		ひずみ勾配小 (円筒ポンチ)	ひずみ勾配大 (円錐ポンチ)
A	0.7	1.0 予変形量 と等価	0.5
B	1.6	0.75	0.0 影響無し
C	2.3	1.25	0.0
D	2.6	1.0	0.5
E	2.6	1.5	0.0

[0020] 表2から分かるように、ひずみ勾配が小さい場合に比べて、ひずみ勾配が大きい場合には、予成形後の金属板に対する成形余裕量（成形余裕度）が過少に見積もられる可能性があることが分かる。そして、過少に見積もられた場合には、無駄な型修正が発生する危険があることが分かる。

[0021] 〈知見〉

以上の実験から、発明者は、以下のような知見を得た。

（1）せん断後の変形限界ひずみに対する一次変形量の影響度は、せん断後の変形限界ひずみの変形形態（等二軸、不等二軸、平面ひずみ）にあまり依存せず、相当ひずみで整理できる。

このため、本発明では、相当ひずみで評価している。

[0022] （2）ひずみ勾配が大きい場合、二次変形のみの変形限界ひずみにおよぼす一次変形による影響は小さい。そのため、一次変形でのひずみを含めた最終的な材料縁の変形限界は、一次変形量の増加に伴い増加する。一方、ひずみ勾配が小さい場合、上記最終的な材料縁の変形限界は、一次変形量の増加に伴い二次変形のみの変形限界ひずみは変わらないか大きく減少する。

[0023] すなわち、予変形も含めた二次成形による伸びフランジ部の最終的な変形限界ひずみは、一次変形量とひずみ勾配との両方に依存する。

また、一次変形の依存性は、ひずみ勾配が大きい場合と小さい場合とで異

なる。すなわち、所定のひずみ勾配に対し、ひずみ勾配が小さい場合と大きい場合とに別けて、せん断縁を評価する方が、評価の精度が向上する。なお、この傾向は厚さには依存性がない。

本発明は、以上のような新たな知見に基づきなされたものである。

以下に、この知見に基づく各実施形態について説明する。

[0024] (第1実施形態)

次に、本実施形態のせん断縁の成形可否評価方法について、図面を参照しつつ説明する。

本実施形態のせん断縁の成形可否評価方法は、一次成形（予成形）された金属板に対するせん断縁の成形可否を評価する技術である。

[0025] 〈構成〉

本実施形態の成形可否評価方法は、図13に示すように、実験データ取得工程1、予変形相当ひずみ量設定工程2、成形可能領域特定工程3、成形仕様データ取得工程4、及び可否判定工程5を備える。

実験データ取得工程1は、予め設定した予成形を施した金属板に対して穴広げ試験を実施する。穴広げ試験では、使用するポンチ形状あるいは拡径前の抜き穴の径を変えることで、せん断縁での径方向のひずみ勾配が異なる2種類以上の穴広げ試験を実施する。

[0026] データを取得するために金属板に施す予成形、及び予成形を施した金属板に対する穴広げ試験は、上記の実験1で説明したような方法で行えばよい。この場合、穴広げを行う場所に加えられた、予成形による相当ひずみ量は一定の値となるように一次成形すると簡便である。

ここで、各穴広げ試験によって拡径した後の穴のひずみ勾配は、その試験による成形品の分析あるいは別途実施した成形分析（FEM解析計算）によって特定する。また、各穴広げ試験による穴広げ率から、二次成形による、各穴のせん断縁に発生した変形限界ひずみ量を求める。本実施形態では取得する変形限界ひずみ量として変形限界相当ひずみ量を採用する。

[0027] 穴広げ率 λ は、抜き穴径を d_0 、拡径後の穴径を d とした場合、下記式で

表すことが出来る。

$$\lambda = ((d - d_0) / d_0) \times 100$$

本実施形態では、ひずみ勾配を、穴の縁からの半径方向に沿った所定区間（例えば縁から5 mmまでの区間）での最大主ひずみの平均勾配で表現する。なお、本実施形態では、ひずみ勾配の値は絶対値で表現する。

[0028] 以上の処理によって、実験データ取得工程1は、せん断縁での径方向のひずみ勾配と上記予成形後の金属板での変形限界相当ひずみ量からなるデータとして、ひずみ勾配が異なる複数のデータを取得する。取得する位置は使用者が特定する。

予変形相当ひずみ量設定工程2は、予成形した成形品又は別途実施した成形分析（FEM解析計算）によって、上記の穴広げ試験の穴広げを行う部分における、予成形で金属板に加えられた相当ひずみ量を予変形相当ひずみ量として取得する。予変形相当ひずみ量は、上記穴広げ試験の際に取得若しくは一次加工条件を設定すればよい。

[0029] 成形可能領域特定工程3は、実験データ取得工程1が取得したひずみ勾配が異なる複数のデータと、予変形相当ひずみ量設定工程2が取得した予変形相当ひずみ量とから、ひずみ勾配に対する伸びフランジ変形限界相当ひずみの関係を求める。

ここで、伸びフランジ変形限界相当ひずみは、変形限界相当ひずみ量と予変形相当ひずみ量との和である。すなわち、実験データ取得工程1で取得した変形限界相当ひずみ量に、予変形相当ひずみ量設定工程2で取得した予変形相当ひずみ量を加算して、伸びフランジ変形限界相当ひずみとする。

[0030] これによって、ひずみ勾配と伸びフランジ変形限界相当ひずみとの2つをパラメータ（変数）とした2以上のデータを関係生成用のデータとして求めることが出来る。

そして、図14のように横軸にひずみ勾配をとり、縦軸に伸びフランジ変形限界相当ひずみをとって、求めた複数の（ひずみ勾配、伸びフランジ変形限界相当ひずみ）のデータをプロットし、そのプロットした点を結んだ線を

成形限界線 L とする。そして成形限界線 L を境界として、その下側の領域を成形可能領域 R として特定する。

[0031] ここで、取得するデータが2点のデータであれば、図14のように、その2点を通過する直線を成形限界線 L とする。この場合、例えば、一方のデータはひずみ勾配が0.03未満とし、他方のデータはひずみ勾配が0.06以上であることが好ましい。または、二次成形で発生する可能性のあるひずみ勾配の範囲が決まっているようであれば、その範囲のひずみ勾配がある2つのデータを採用してもよい。いずれの場合でも2点のひずみ勾配間が0.03以上離れている事が好ましい。

[0032] 取得するデータは3データ以上であることが好ましい。この場合、ひずみ勾配が0.03以下のデータ、ひずみ勾配が0.06以上のデータ、0.03より大きく且つ0.06未満のデータの3データを含む事が好ましい。このようにすると、ひずみ勾配が大きい場合と小さい場合の傾向の違いを加味して成形限界線 L を求めることが可能となる。

また、プロットするデータが3点以上の場合には、隣り合う各点を直線で結んだ線を成形限界線 L としたり、その複数のデータを通過する曲線を成形限界線 L としたりする。

[0033] ここで、成形可能領域特定工程3で求める成形限界線 L を、（ひずみ勾配、伸びフランジ変形限界相当ひずみ）をパラメータとした関係式として求めても良い。

上記成形可能領域特定工程3は、実験データ取得工程1が取得したひずみ勾配が異なる複数のデータと、予変形相当ひずみ量設定工程2が取得した予変形相当ひずみ量のデータとを入力し、上記処理の演算をコンピュータで実行して上記成形限界線 L 及び成形可能領域 R の少なくとも一方の情報をアウトプットして生成するように構成しておくが良い。成形限界線 L は式として、その式の係数を記憶しておいても良い。

[0034] ここで、実験データ取得工程1の穴広げ試験以外の演算処理部分は、FEM解析計算などのプログラムを使用してコンピュータで実行させるようにし

ても良い。

以上の処理によって、予成形によって予変形を加えた金属板に対するプレス成形によるせん断縁の成形可否を評価するための基礎情報の取得が終了する。

成形仕様データ取得工程 4 では、一次成形及び二次成形の少なくとも 2 工程で作成される成形品の成形仕様を暫定し、この暫定した成形仕様について F E M 解析計算を行って、予成形後の金属板に対する成形完了後のせん断縁の変形量及びひずみ勾配を求めると共に、予成形によって、上記のせん断縁近傍に発生する相当ひずみ量を予変形相当ひずみ量として演算する。この成形仕様データ取得工程 4 において、F E M 解析計算に加え、必要に応じて適宜実験を行ってデータを取得するようにしても良い。

[0035] ここで、成形品の成形仕様においては、予変形相当ひずみの大きさは、予成形に付与する形状によって異なり、伸びフランジの各位置によって異なることが多いことから、設定したせん断縁毎に個別に演算することが好ましい。予成形時における各せん断縁に発生する予変形相当ひずみの幅が狭い場合には、その代表値を採用してもよい。

可否判定工程 5 では、成形仕様データ取得工程 4 で求めた、成形完了後のせん断縁でのトータルの変形量を成形可否判定対象部位での相当ひずみ量として出力する。そして、そのトータルの変形量とひずみ勾配とのデータ組が、成形可能領域特定工程 3 の出力情報で特定される成形可能領域 R 内に存在するか判定する。成形可能領域 R 内に存在する場合には、成形可と評価し、そうでない場合には、成形否と評価する。この評価はコンピュータで自動演算させても構わない。そして、その評価を表示部 6 に表示する。

[0036] ここで、暫定した成形仕様におけるせん断縁評価のための取得データは 1 箇所限定されず、複数箇所のせん断縁で取得して、それぞれ上記の成形の可否の評価を行うようにしても良い。

そして、成形否のせん断縁が存在している場合には、その成形否のせん断縁近傍の仕様を変更した暫定した成形仕様（予成形の仕様と予成形後の仕様

）を策定し直して、上記の成形仕様データ取得工程 4 及び可否判定工程 5 を繰り返す。そして、設定した全てのせん断縁箇所で作成可能となった暫定の成形仕様から、予成形した金属板に対する最終の成形仕様を決定する。

ここで、使用する金属板の鋼種毎に成形限界線 L を求めて、使用するようにすればよい。

また上記の成形評価では、可否判定を例示したが、どの程度、余裕があるか、どの程度変形量がオーバーしているかで評価しても良い。

[0037] <本実施形態の効果>

本実施形態では、次のような効果を奏する。

(1) せん断縁でのひずみ勾配に対する予成形後の金属板での変形限界相当ひずみ量のデータを複数取得し、その複数のデータに基づき、ひずみ勾配に対する伸びフランジ変形限界相当ひずみの関係を求め、求めた関係から成形限界線 L を特定することで、せん断縁の成形可能領域 R を特定する。そして、特定した成形限界線 L や成形可能領域 R に基づき、暫定した成形仕様から求められるせん断縁でのひずみ勾配に対するトータルの変形量に対し、成形可否を評価する。

[0038] この構成によれば、一次成形（予成形）及び二次成形を経て形成される成形品における、予成形後にせん断される金属板の材料縁の成形可否を、より簡便により精度良く評価することが出来るようになる。

すなわち、金型を何度も作成することなく、二次成形における伸びフランジ部での成形可否や成形余裕度などの評価が精度よく予測できる結果、割れ発生による不良を早期に予防することが出来る。

また相当ひずみで評価することで、ひずみ形態の違いを考慮する必要もない。

[0039] <変形例>

ここで、上記の実施形態では、一つの連続した成形限界線 L を求める場合で説明している。これに対し、本変形例では、ひずみ勾配が 0.03 以上 0.06 以下の基準ひずみ勾配範囲内に基準のひずみ勾配を設定して、その基

準のひずみ勾配を境に2つの領域に区分し、区分毎に成形限界線 L_1 、 L_2 を求める。

[0040] ここで、発明者が確認したところでは、変形限界相当ひずみ量と予変形相当ひずみ量との和である伸びフランジ変形限界相当ひずみは、ひずみ勾配が小さい場合には、予変形相当ひずみ量の大きさにさほど依存しない。一方、ひずみ勾配が大きい場合には、伸びフランジ変形限界相当ひずみは、予変形相当ひずみ量の増加に伴い増加する傾向にある。発明者が、その2つのひずみ勾配の境界について確認したところ、0.03～0.06の間に存在することを確認したため、基準ひずみ勾配範囲を0.03以上0.06以下とした。好ましくは、0.04以上0.05以下である。

[0041] 例えば、種々の自動車用プレス品で二次成形での伸びフランジ成形可否判定が問題となる部位のひずみ勾配を調べたところ、0.03未満か、0.06以上に大別された。

また、穴径にもよるが、多くのケースで、円錐穴広げ試験ではひずみ勾配が0.06以上に、円筒穴広げ試験ではひずみ勾配が0.03未満になる。

以上のことから、境界となる基準のひずみ勾配を上記範囲とした。

[0042] 本変形例での評価方法について、詳細に説明する。

まず0.03以上0.06以下の基準ひずみ勾配範囲から、基準のひずみ勾配を選択する。本実施形態では、例えば基準のひずみ勾配として0.05を設定する。

そして、ひずみ勾配が基準のひずみ勾配未満の第1の領域と、ひずみ勾配が基準のひずみ勾配以上の第2の領域との2つに区分する。

[0043] 実験データ取得工程1では、上記と同様に、せん断縁での径方向のひずみ勾配と上記予成形後の金属板に対する変形限界相当ひずみ量とをパラメータとした、ひずみ勾配が異なる複数のデータを取得する。但し、複数のデータとして、基準のひずみ勾配より小さいひずみ勾配からなる2以上の第1のデータと、上記基準となるひずみ勾配よりも大きなひずみ勾配からなる2以上の第2のデータとを個別に取得する。

[0044] そして、第1のデータ及び第2のデータ毎に、予変形相当ひずみ量設定工程2、及び成形可能領域特定工程3を実施する。

これによって、成形可能領域特定工程3のアウトプットとして、ひずみ勾配が基準のひずみ勾配未満の第1の領域を対象とする第1の成形限界線L1及び第1の成形可能領域R1の少なくとも一方からなる第1の情報と、ひずみ勾配が基準のひずみ勾配以上の第2の領域を対象とする第2の成形限界線L2及び第2の成形可能領域R2の少なくとも一方からなる第2の情報を得る(図15参照)。

[0045] そして、成形仕様データ取得工程4では、上記と同様に、一次成形及び二次成形が行われて作成される成形品の成形仕様を暫定し、この暫定した成形仕様についてFEM解析計算を行って、予成形後の金属板に対する成形完了後のせん断縁の変形量及びひずみ勾配を求めると共に、予成形によって、上記のせん断縁近傍に発生する相当ひずみ量を予変形相当ひずみ量として演算する。すなわち、プレス成形によって対象とするせん断縁に発生するひずみ勾配を成形品あるいは成形分析により推定する。

[0046] そして、可否判定工程5では、成形仕様データ取得工程4で求めた、成形完了後のせん断縁の変形量を成形可否判定部位での相当ひずみ量として求め、その求めた変形量とひずみ勾配とのデータ組が、成形可能領域特定工程3の出力情報で特定される成形可能領域内に存在するか判定する。このとき、対象とするひずみ勾配が第1の領域の場合には、第1の情報を使用して可否判定を行い、対象とするひずみ勾配が第2の領域の場合には、第2の情報をを使用して可否判定を行う。

[0047] その他の構成や処理などは上記第1実施形態と同様である。

本変形例の評価方法の効果は、第1実施形態と同様であるが、ひずみ勾配に応じて2つの領域に分けて評価している。このため、ひずみ勾配が大きい場合と小さい場合との傾向違いを考慮して評価することが可能となる。

[0048] (第2実施形態)

次に、第2実施形態について図面を参照して説明する。第1実施形態と同

様な構成については同一の符号を付して説明する。

本実施形態の成形可否評価方法は、図 16 に示すように、予成形無しでの実験データ取得工程 7、予成形無しでの成形可能領域特定工程 8、予成形後への変換工程 9、成形仕様データ取得工程 4、及び可否判定工程 5 を備える。

[0049] 予成形無しでの実験データ取得工程 7 では、予成形無しでの金属板（予成形前の金属板）に対して穴広げ試験を行って、せん断縁での径方向のひずみ勾配と上記金属板に対する変形限界相当ひずみ量とをパラメータとしたひずみ勾配が異なる複数のデータを求める。

予成形無しでの成形可能領域特定工程 8 は、予成形無しでの実験データ取得工程 7 が求めた複数のデータから、予成形無しでの金属板に対する、ひずみ勾配に対する変形限界相当ひずみ量の関係を求める。

[0050] 例えば、複数のデータに基づき、図 17 のように横軸にひずみ勾配をとり、縦軸に変形限界相当ひずみをとって、求めた複数の（ひずみ勾配、変形限界相当ひずみ）のデータをプロットし、そのプロットした点を結んだ線を、予成形無しでの成形限界線 L_0 とする。

この予成形無しでの成形限界線 L_0 は、特許第 4935713 号公報に記載の方法によって求めても構わない。この予成形無しでの成形限界線 L_0 によって、予成形無しでの成形可能領域が特定される。

[0051] 予成形後への変換工程 9 では、ひずみ勾配をパラメータとした、上記予成形無しでの成形限界線 L_0 に対して、予成形無しでの変形限界相当ひずみを伸びフランジ変形限界相当ひずみ相当に変換するための換算値 k_1 、 k_2 を各領域毎に加算して、予成形後の金属板における、せん断縁でのひずみ勾配に対する伸びフランジ変形限界相当ひずみに対応する、予成形有りでの成形限界線 L_x を求める。

[0052] ここで、第 1 実施形態と同様に、予成形で金属板に加えられた相当ひずみ量を予変形相当ひずみ量と定義し、その予変形相当ひずみ量と予成形後の金属板での変形限界相当ひずみ量との和を伸びフランジ変形限界相当ひずみと

定義する。

そして、予成形後への変換工程 9 で求めた、予変形有りでの成形限界線 L_x 以下の領域を成形可能領域 R とする。

[0053] 上記の換算値 k_1 , k_2 は、ひずみ勾配を変数とした値であり、基準のひずみ勾配以上のひずみ勾配のときの換算値 k_2 が、基準のひずみ勾配未満のひずみ勾配のときの換算値 k_1 よりも大きくなるように設定する。

これは、上記の知見に基づき、ひずみ勾配が大きい場合、ひずみ勾配が小さい場合よりも予成形の増加によって増加する傾向があることを考慮したものである。

[0054] 基準のひずみ勾配は、上述と同様に、0.03 以上 0.06 以下の基準ひずみ勾配範囲内から選択する。本実施形態では、例えば基準のひずみ勾配として 0.05 を設定する。

成形仕様データ取得工程 4 では、一次成形及び二次成形が行われて作成される成形品の成形仕様を暫定し、この暫定した成形仕様について FEM 解析計算を行って、予成成形後の金属板に対する成形完了後のせん断縁の変形量及びひずみ勾配を求めると共に、予成形によって、上記のせん断縁近傍に発生する変形相当ひずみ量を予変形相当ひずみ量として演算する。

[0055] 可否判定工程 5 では、成形仕様データ取得工程 4 で求めた、成形完了後のせん断縁の変形量を成形可否判定部位での相当ひずみ量として求め、その求めた変形量とひずみ勾配とのデータ組が、予成形後への変換工程 9 の出力情報で特定される成形可能領域 R 内に存在するか判定する。成形可能領域 R 内に存在する場合には、成形可と評価し、そうでない場合には、成形否と評価する。

ここで、成形仕様データ取得工程 4 及び可否判定工程 5 の処理は、第 1 実施形態と同様な処理で構わない。

[0056] 〈換算値について〉

この換算値 k_1 , k_2 は、基準のひずみ勾配を境界とした各ひずみ勾配の領域内から代表点を任意に設定し、その代表点において、それぞれの予変形

無しでの成形限界値と予成形有りでの成形限界値とを実験などで求めて、その差を、各領域での各換算値 k_1 , k_2 としてもよい。

[0057] 次に、別の換算値の決定方法の例を説明する。

成形仕様データ取得工程4から、評価するせん断縁位置での予成形による変形相当ひずみ量を取得すると共に、そのせん断縁のひずみ勾配を取得する。

そして、取得したひずみ勾配が基準ひずみ勾配未満の場合には、取得した変形相当ひずみ量に対して $\alpha = -0.5 \sim 0.5$ の範囲から選択した係数を乗算して換算値とする。また、取得したひずみ勾配が基準ひずみ勾配以上の場合には、取得した変形相当ひずみ量に対して $\beta = 0.5 \sim 1.0$ の範囲から選択した係数を乗算して換算値とする。

[0058] すなわち、

$$k_1 = \alpha \times \varepsilon_{eq1}$$

$$k_2 = \beta \times \varepsilon_{eq1}$$

となる。

但し、 ε_{eq1} は予変形相当ひずみ量である。

[0059] そして、可否判定工程5は、評価するひずみ勾配について、求めた換算値を使用して予成形有りでの成形限界値を特定して、成形可能領域R内に存在するか判定する。

ここで、成形品作成時における、予成形時の変形相当ひずみ量が一定である場合には、その一定の予成形時の変形相当ひずみ量に対して、 $\alpha = -0.5 \sim 0.5$ の範囲から選択した係数を乗算して、基準ひずみ勾配未満のひずみ勾配に対する換算値とし、一定の予成形時の変形相当ひずみ量に対して、 $\beta = 0.5 \sim 1.0$ の範囲から選択した係数を乗算して、基準ひずみ勾配以上のひずみ勾配に対する換算値として、予め決定する。

[0060] 本実施形態は、簡易な評価方法であるので、上記範囲内から任意の値を選択して使用しても良いが、より精度を上げるには次のようにして係数 α 、 β の決定を行う。

ここで、 α 、 β は次式で決定するのがよい。

$$\alpha = 1 - R$$

$$\beta = 1 - R$$

例えば、表2に示したような「二次成形での変形限界低下量／予変形量」 $= R$ の比によって上記の乗算する係数を決定すればよい。表2では、例えば、「ひずみ勾配小」の場合が、取得したひずみ勾配が基準ひずみ勾配未満の場合に相当し、「ひずみ勾配大」の場合が、取得したひずみ勾配が基準ひずみ勾配以上の場合に相当する。

[0061] 本実施形態では、予成形なしで取得した実験データから簡易にせん断縁の成形可否を評価することが可能となる。

この場合、成形限界線の精度が第1実施形態よりも低いおそれがある。

ここで、全実施形態において、予成形の際の予変形相当ひずみ量を成形仕様で変更可能である場合には、予変形相当ひずみ量側も変更することで、最終的な成形仕様を求めることも可能である。

[0062] 以上、本願が優先権を主張する、日本国特許出願2015-95861（2015年5月8日出願）の全内容は、参照により本開示の一部をなす。

ここでは、限られた数の実施形態を参照しながら説明したが、権利範囲はそれらに限定されるものではなく、上記の開示に基づく各実施形態の改変は当業者にとって自明なことである。

符号の説明

- [0063] 1 実験データ取得工程
2 予変形相当ひずみ量設定工程
3 成形可能領域特定工程
4 成形仕様データ取得工程
5 可否判定工程
6 表示部
7 予成形無しでの実験データ取得工程
8 予成形無しでの成形可能領域特定工程

9 予成形後への変換工程

k_1 , k_2 換算値

L 成形限界線

L_0 予成形無しでの成形限界線

L_1 , L_2 成形限界線

L_x 成形限界線

R 成形可能領域

R_1 成形可能領域

R_2 成形可能領域

請求の範囲

[請求項1] 予成形によって予変形を加えた金属板に対するプレス成形によるせん断縁の成形可否を評価する評価方法であって、

予成形後の金属板に対する穴広げ試験によってせん断縁での変形限界を求め、求めたせん断縁での変形限界量を変形限界相当ひずみ量で表現して、せん断縁での径方向のひずみ勾配に対する上記穴広げ試験によって求めた変形限界相当ひずみ量からなるデータとして、ひずみ勾配が異なる複数のデータを取得し、

上記予成形で上記金属板に加えられる相当ひずみ量を予変形相当ひずみ量と定義し、その予変形相当ひずみ量と上記予成形後の金属板での変形限界相当ひずみ量との和を伸びフランジ変形限界相当ひずみと定義し、

上記予変形相当ひずみ量と上記複数のデータとに基づき、ひずみ勾配に対する伸びフランジ変形限界相当ひずみの関係を求め、

上記求めた関係からせん断縁の成形可能領域を特定して、予成形によって予変形を加えた金属板に対するせん断縁の成形可否を評価することを特徴とするせん断縁の成形可否評価方法。

[請求項2] 予成形によって予変形を加えた金属板に対するプレス成形によるせん断縁の成形可否を評価する評価方法であって、

予成形後の金属板に対する穴広げ試験によってせん断縁での変形限界を求め、求めたせん断縁での変形限界量を変形限界相当ひずみ量で表現して、せん断縁での径方向のひずみ勾配に対する上記穴広げ試験によって求めた変形限界相当ひずみ量からなる複数のデータを取得し、

上記複数のデータは、予め設定した基準のひずみ勾配より小さいひずみ勾配からなる2以上の第1のデータと、上記基準となるひずみ勾配よりも大きなひずみ勾配からなる2以上の第2のデータとを有し、

上記予成形で上記金属板に加えられる相当ひずみ量を予変形相当ひ

ずみ量と定義し、その予変形相当ひずみ量と上記予成形後の金属板での変形限界相当ひずみ量との和を伸びフランジ変形限界相当ひずみと定義し、

上記予変形相当ひずみ量と上記2以上の第1のデータに基づき、ひずみ勾配に対する伸びフランジ変形限界相当ひずみの関係である第1の関係を求め、

上記予変形相当ひずみ量と上記2以上の第2のデータに基づき、ひずみ勾配に対する伸びフランジ変形限界相当ひずみの関係である第2の関係を求め、

上記プレス成形によって対象とするせん断縁に発生するひずみ勾配を推定し、

上記推定したひずみ勾配が、上記基準のひずみ勾配未満の場合には、上記第1の关系によってせん断縁の第1の成形可能領域を特定してプレス成形によるせん断縁の成形可否を評価し、上記推定したひずみ勾配が、上記基準のひずみ勾配以上の場合には、上記第2の关系によってせん断縁の第2の成形可能領域を特定してプレス成形によるせん断縁の成形可否を評価することを特徴とするせん断縁の成形可否評価方法。

[請求項3] 上記基準のひずみ勾配は、0.03以上0.06以下の範囲から選択することを特徴とする請求項2に記載したせん断縁の成形可否評価方法。

[請求項4] 予成形によって予変形を加えた金属板に対するプレス成形によるせん断縁の成形可否を評価する評価方法であって、

予成形無しでの金属板に対する穴広げ試験によってせん断縁での変形限界を求め、求めたせん断縁での変形限界量を変形限界相当ひずみ量で表現して、上記予成形無しでの金属板における、せん断縁での径方向のひずみ勾配に対する上記穴広げ試験によって求めた変形限界相当ひずみ量からなるデータであって、ひずみ勾配が異なる複数のデー

タを取得し、

上記複数のデータから、上記予成形無しでの金属板における、ひずみ勾配に対する予成形無しでの変形限界相当ひずみ量の関係である予成形無しでの関係を求め、

予成形で上記金属板に加えられる相当ひずみ量を予変形相当ひずみ量と定義し、その予変形相当ひずみ量と上記予成形後の金属板での変形限界相当ひずみ量との和を伸びフランジ変形限界相当ひずみと定義し、

上記求めた予成形無しでの関係における変形限界相当ひずみ量を上記伸びフランジ変形限界相当ひずみ相当に変換するための換算値を、当該変形限界相当ひずみ量に加算して、ひずみ勾配に対する伸びフランジ変形限界相当ひずみの関係である予成形有りでの関係を求め、

上記求めた予成形有りでの関係からせん断縁の成形可能領域を特定して、予成形によって予変形を加えた金属板に対するせん断縁の成形可否を評価することを特徴とするせん断縁の成形可否評価方法。

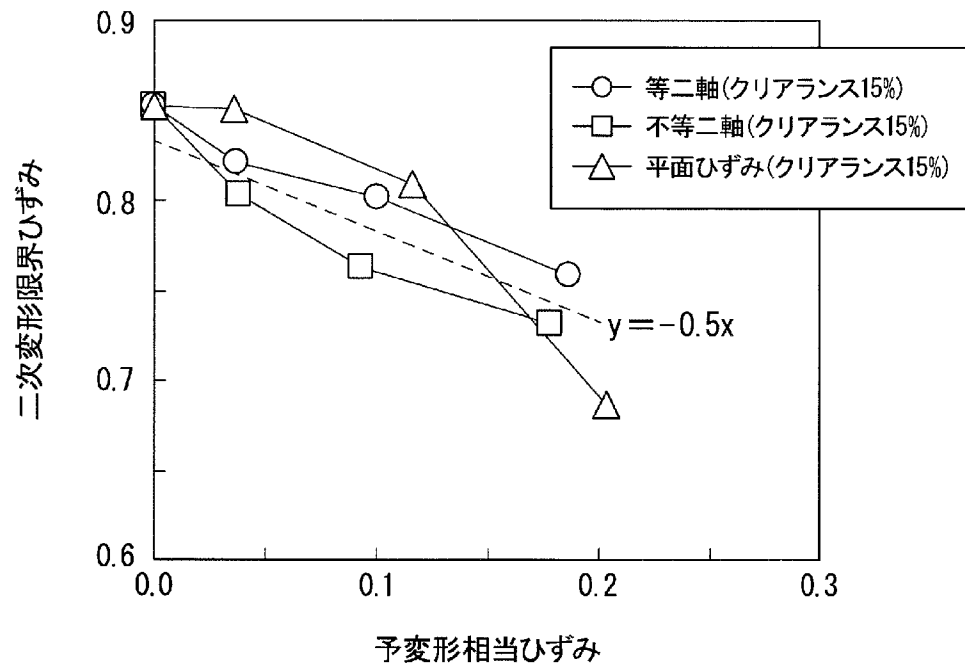
[請求項5]

上記換算値として、予め設定した基準のひずみ勾配以上の場合の換算値を、上記基準のひずみ勾配未満の場合の換算値よりも大きい値に設定することを特徴とする請求項4に記載したせん断縁の成形可否評価方法。

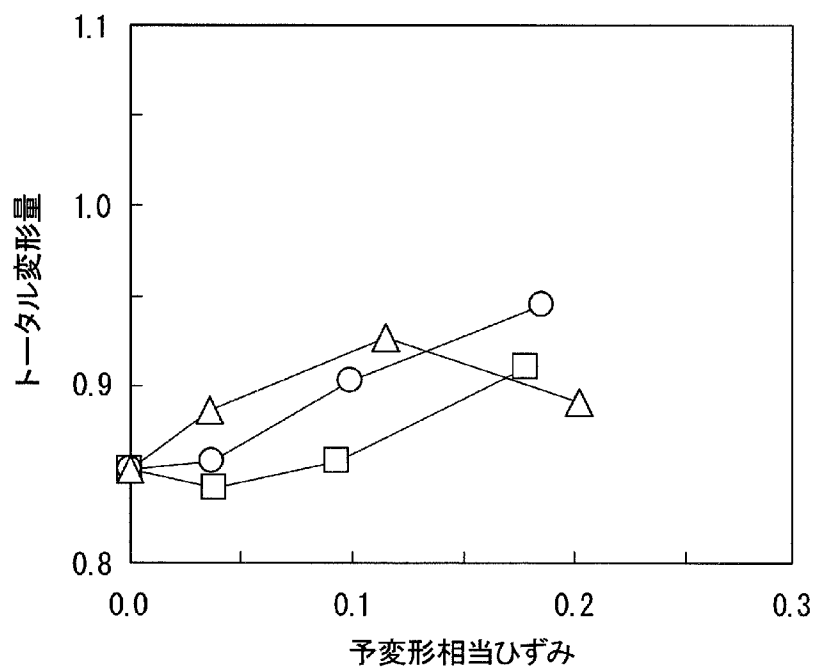
[請求項6]

上記換算値は、予め設定した基準のひずみ勾配未満の場合、評価するせん断縁での上記予変形相当ひずみ量の -0.5 倍以上 0.5 倍以下の範囲から選択した値を換算値とし、上記基準のひずみ勾配以上の場合、評価するせん断縁での上記予変形相当ひずみ量の 0.5 倍以上 1.0 倍以下の範囲から選択した値を換算値とすることを特徴とする請求項4又は請求項5に記載したせん断縁の成形可否評価方法。

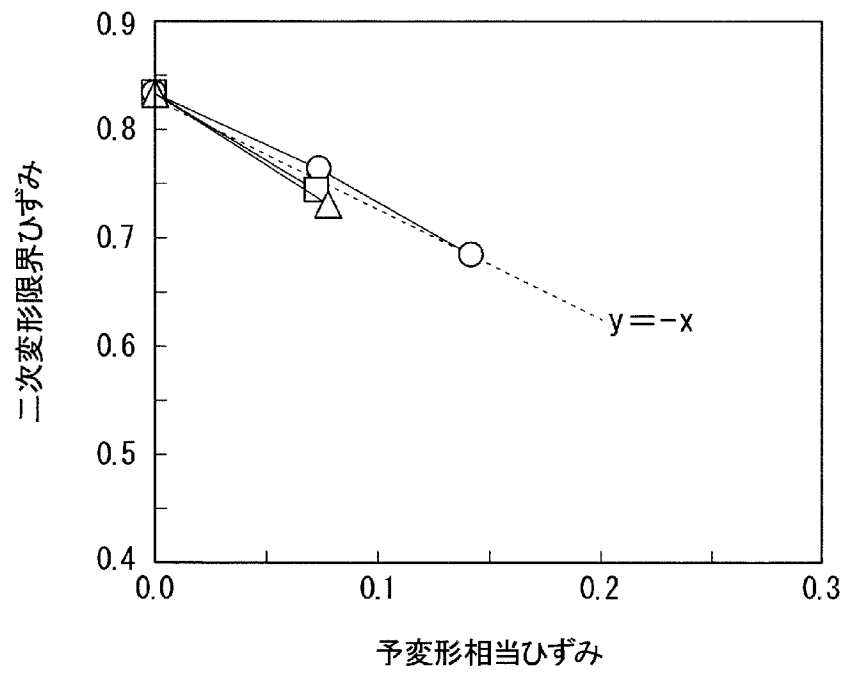
[図1]



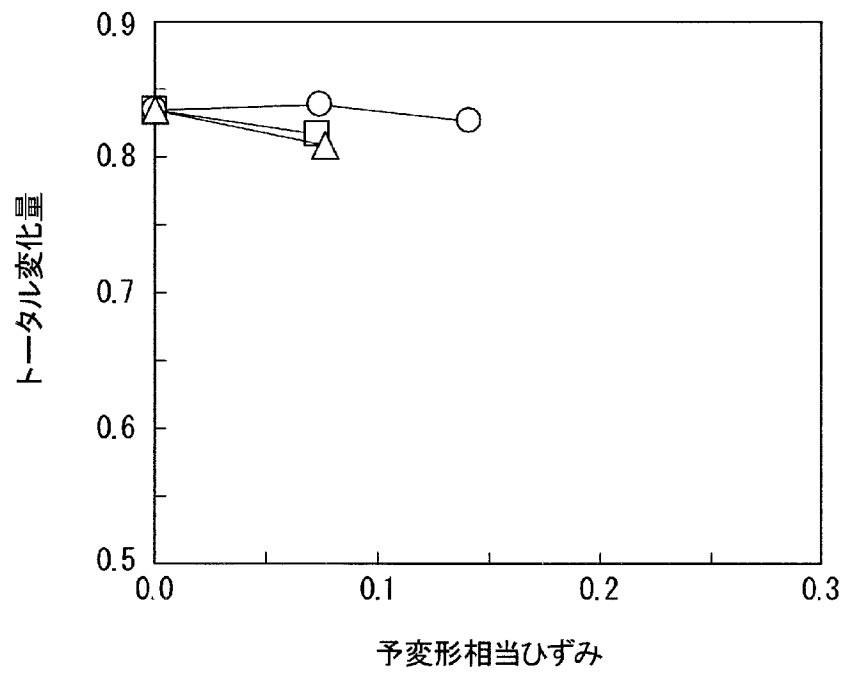
[図2]



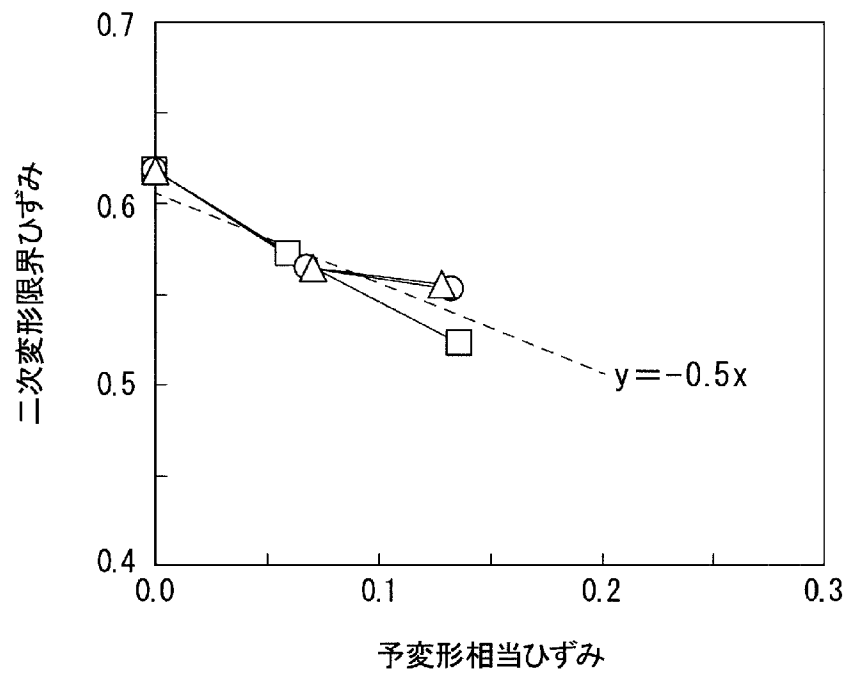
[図3]



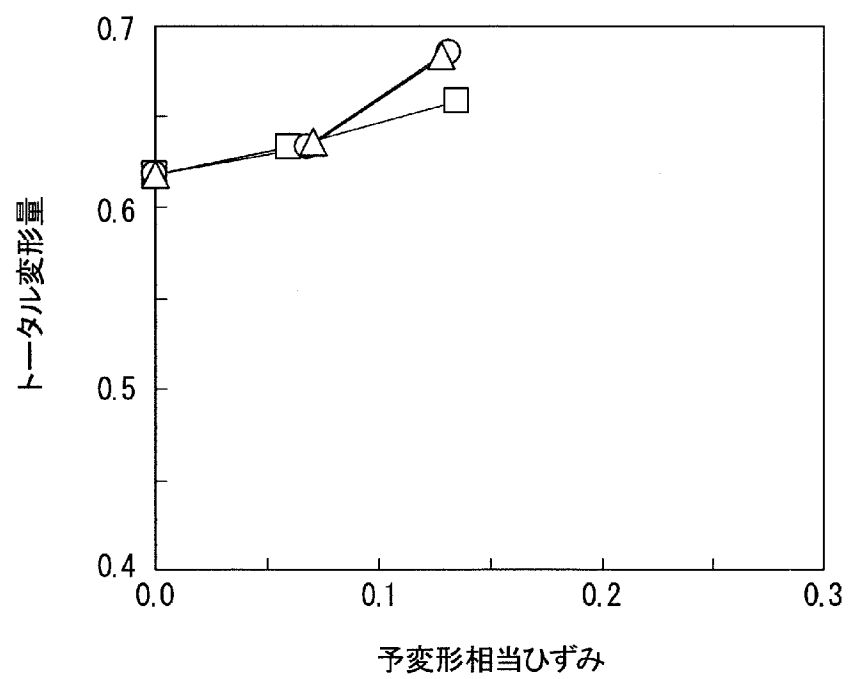
[図4]



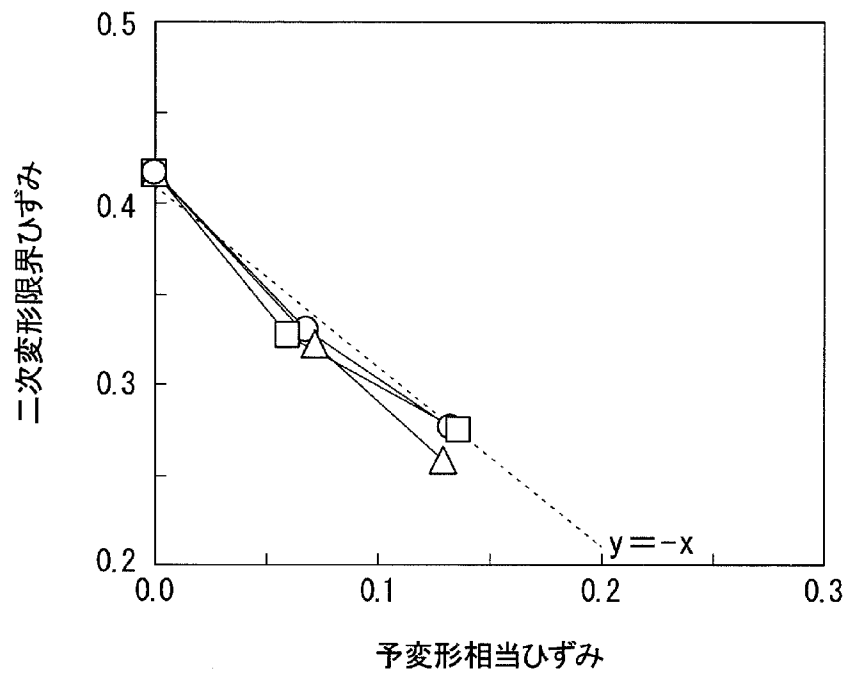
[図5]



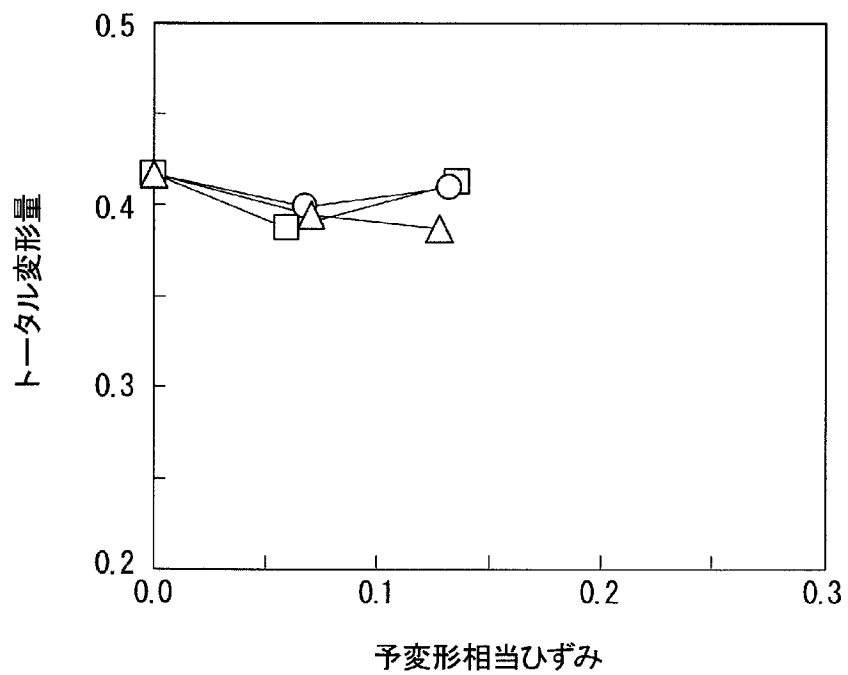
[図6]



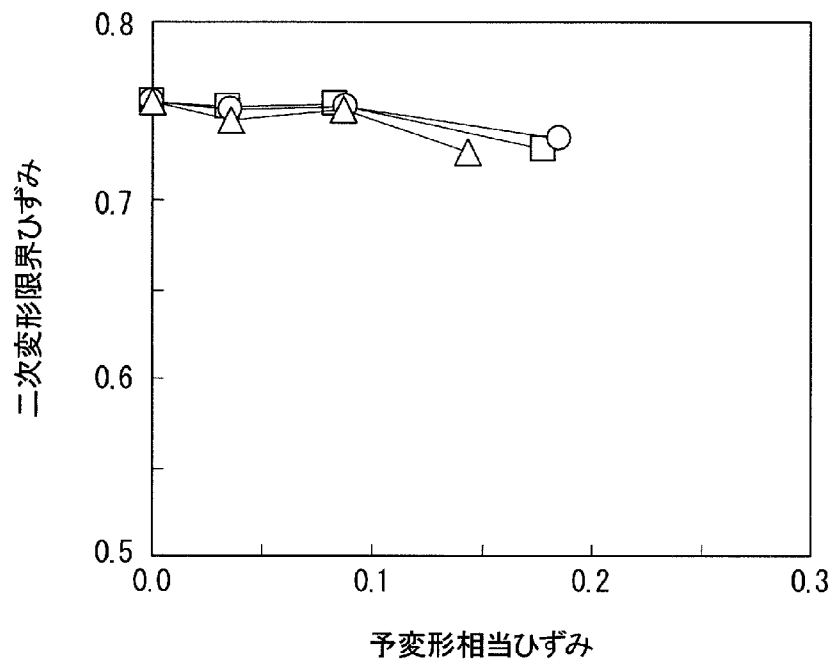
[図7]



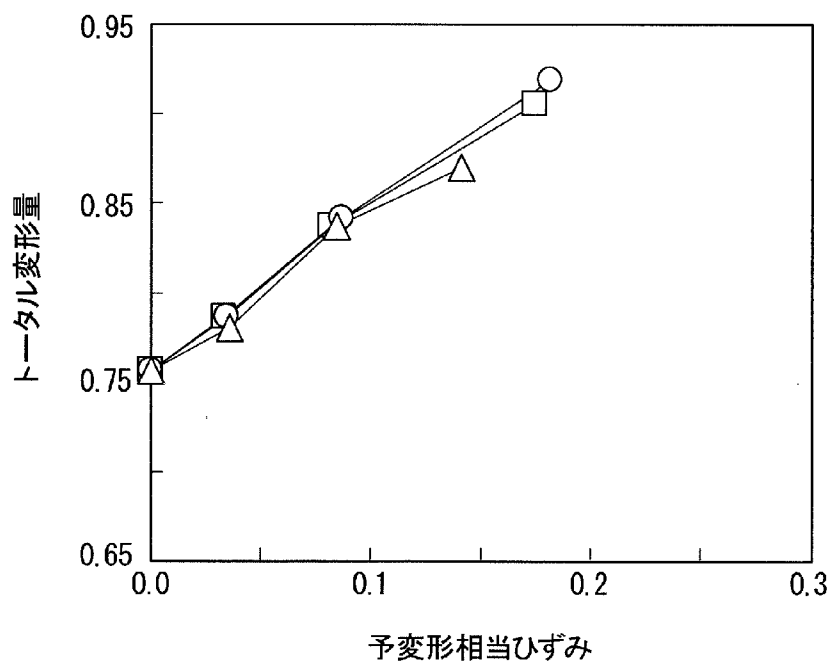
[図8]



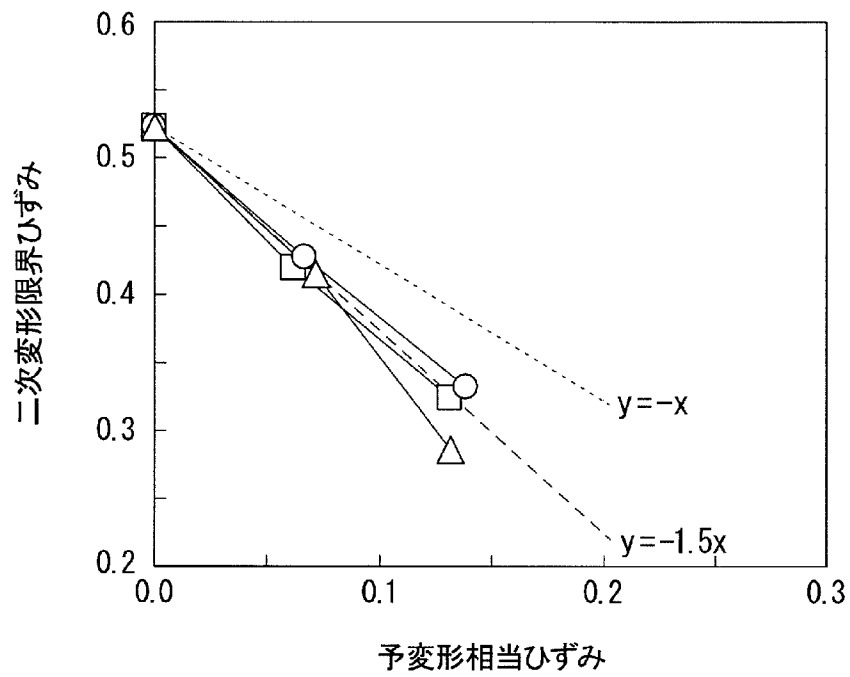
[図9]



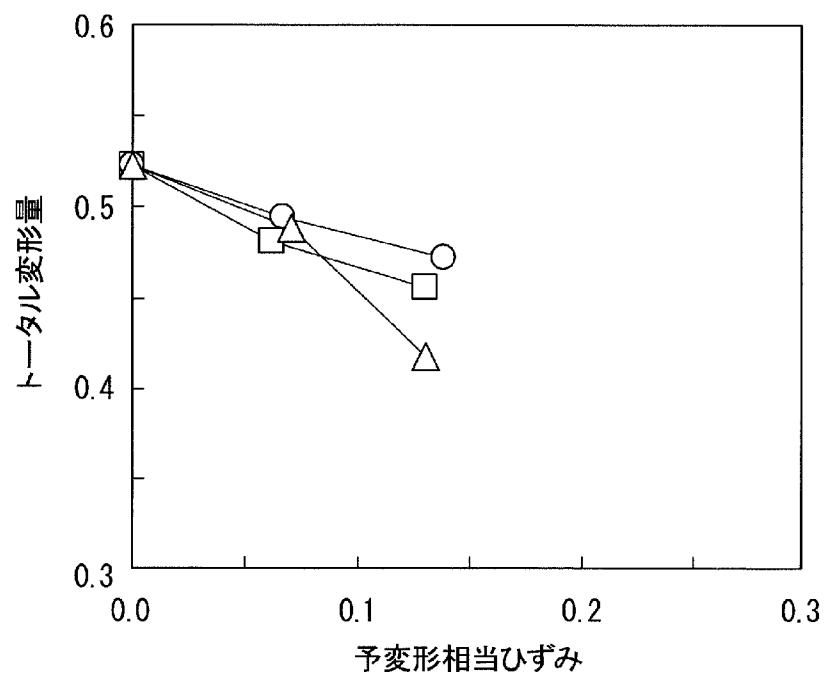
[図10]



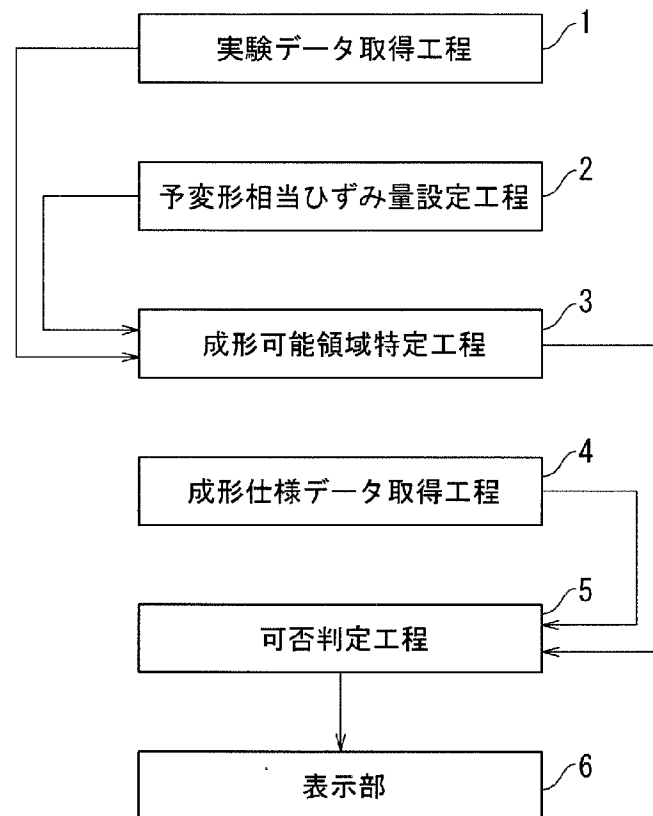
[図11]



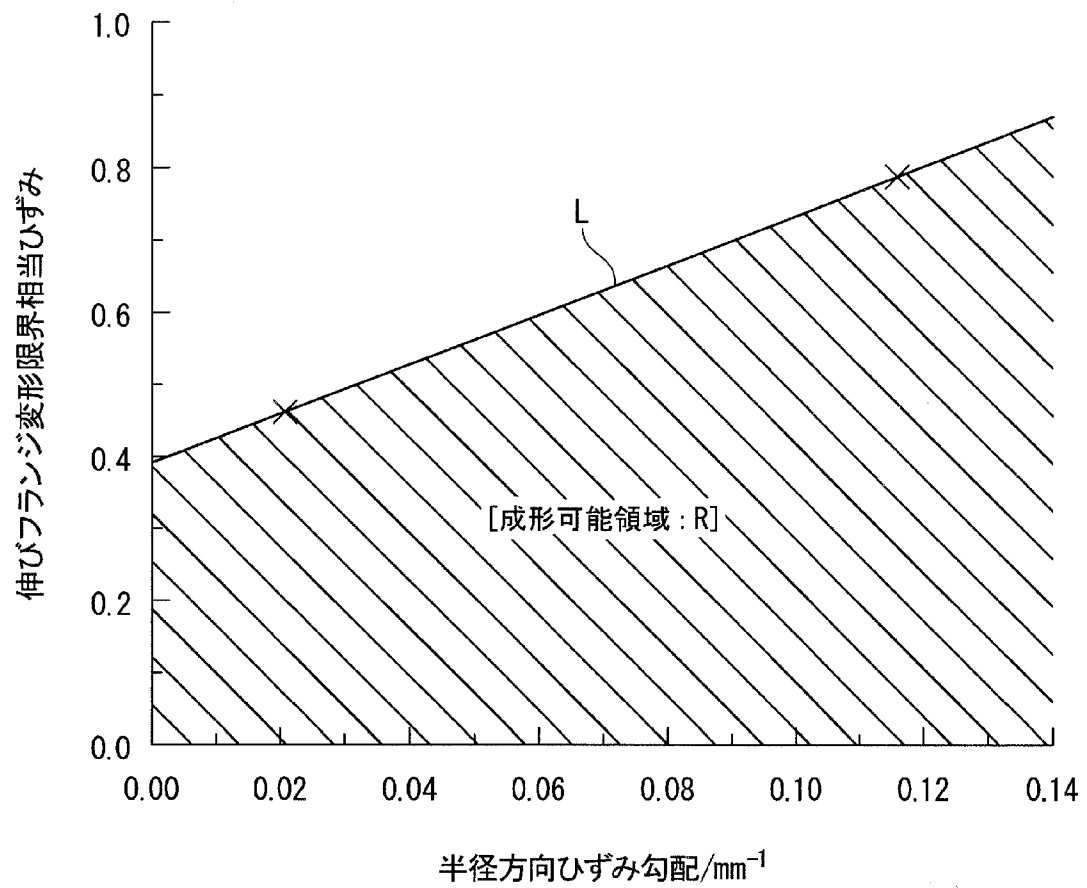
[図12]



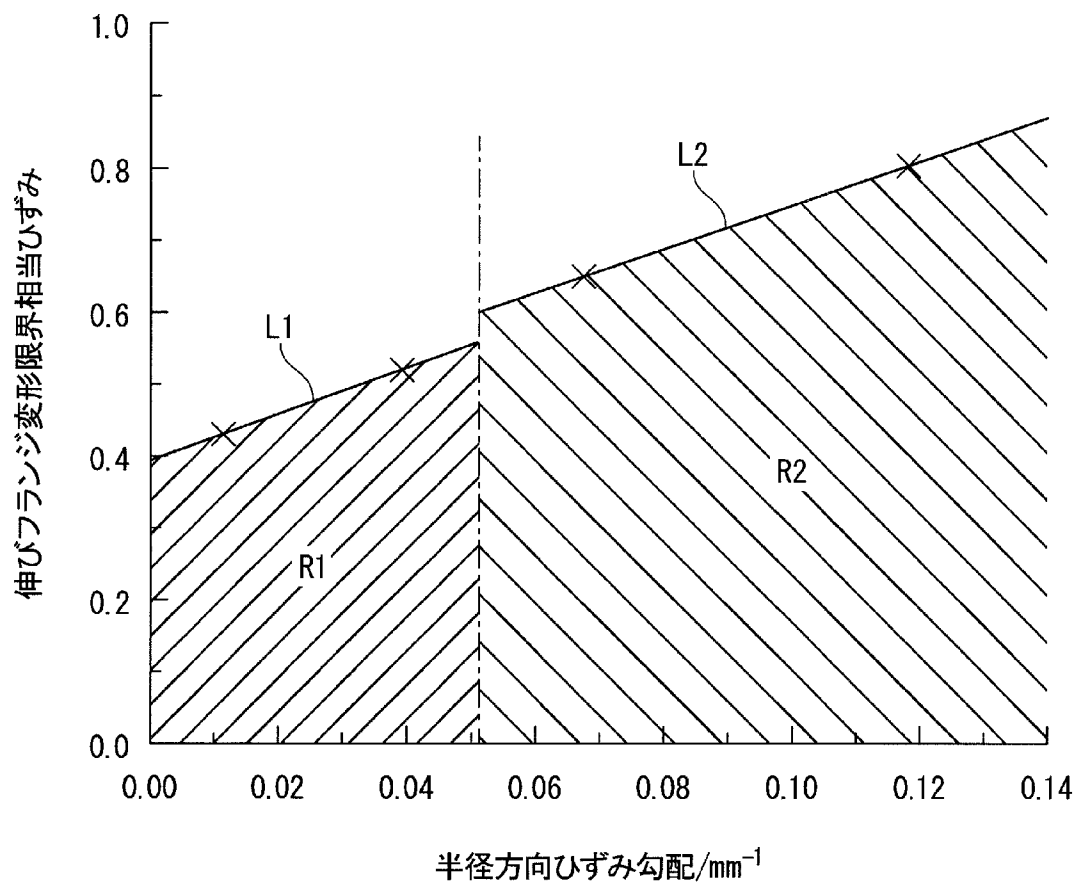
[図13]



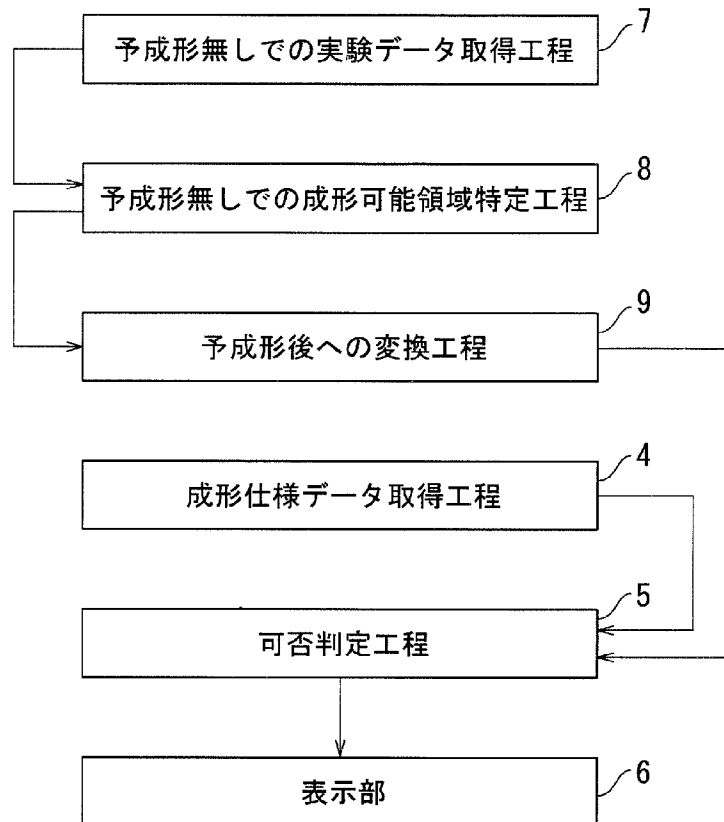
[図14]



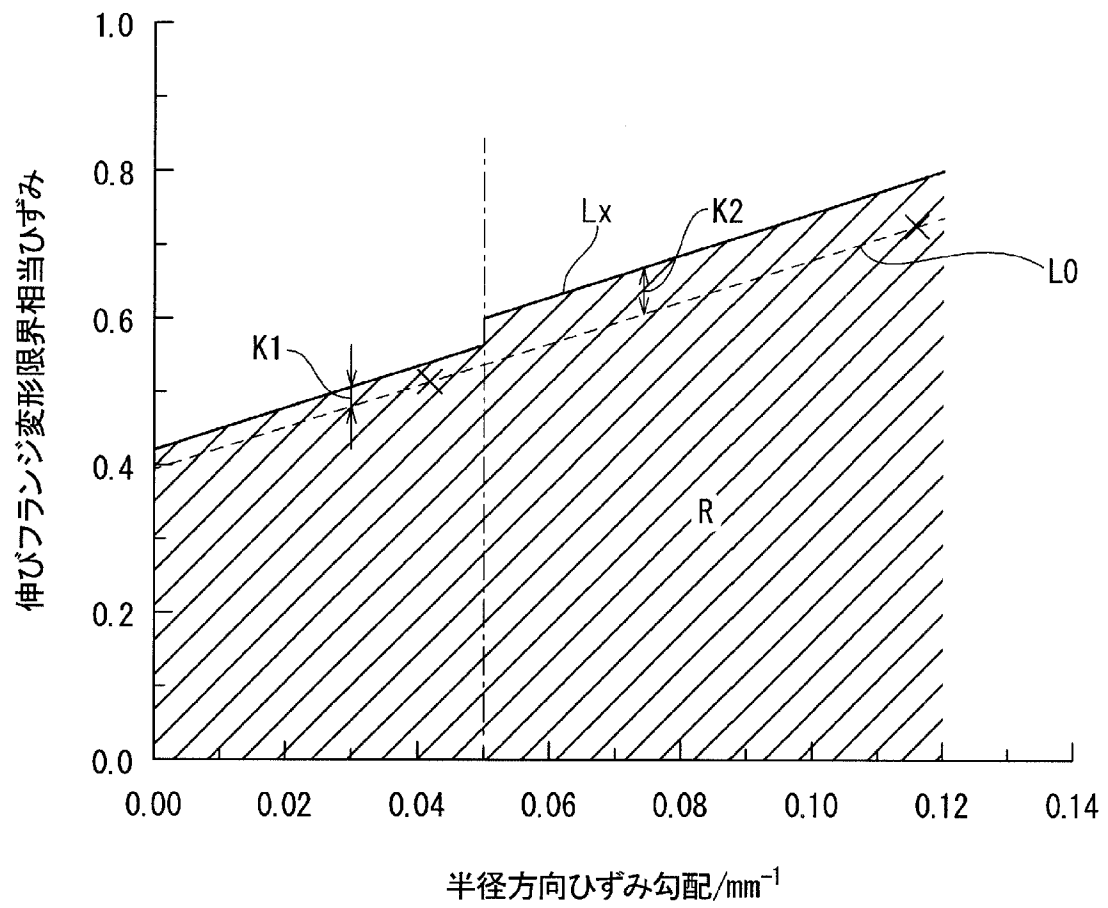
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N3/28(2006.01)i, B21D22/00(2006.01)i, B21D28/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N3/28, B21D22/00, B21D28/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-232714 A (Nippon Steel Corp.), 13 September 2007 (13.09.2007), paragraphs [0006], [0020], [0038] & US 2009/0177417 A1 paragraphs [0006], [0056] to [0057], [0146] & WO 2007/088935 A1 & EP 1985989 A1 & CN 101379381 A & KR 10-1065502 B	1-6
A	JP 2007-232715 A (Nippon Steel Corp.), 13 September 2007 (13.09.2007), paragraphs [0017], [0029], [0050] & US 2009/0177417 A1 paragraphs [0006], [0056] to [0057], [0146] & WO 2007/088935 A1 & EP 1985989 A1 & KR 10-2008-0090551 A & CN 101379381 A	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 June 2016 (20.06.16)

Date of mailing of the international search report
28 June 2016 (28.06.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063604

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Kengo YOSHIDA, "A evaluation method of formability for pre-strained steel sheet", Current advances in materials and processes, vol.17, no.5, The Iron and Steel Institute of Japan Yasuo UCHINAKA, 01 September 2004 (01.09.2004), page 1063	1-6
A	JP 2014-115269 A (JFE Steel Corp.), 26 June 2014 (26.06.2014), entire text; all drawings & US 2015/0294043 A1 entire text; all drawings & WO 2014/077060 A & EP 2921841 A1 & KR 10-2015-0069014 A & CN 104813156 A	1-6
A	JP 2009-204427 A (JFE Steel Corp.), 10 September 2009 (10.09.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	Matsuo USUDA, Yoshio ISHI, Tsutomu FUJII, Hisashi MASABAYASHI, "Rupture prediction in thin plate forming (3. Deformation characteristic and rupture limit of material pre-deformed by bending and bending back)", Dai 37 Kai The Proceedings of Japanese Joint Conference for the Technology of Plasticity, 31 October 1986 (31.10.1986), page 335 to 338	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N3/28(2006.01)i, B21D22/00(2006.01)i, B21D28/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N3/28, B21D22/00, B21D28/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-232714 A（新日本製鐵株式会社）2007.09.13, 段落 [0 0 0 6]、[0 0 2 0]、[0 0 3 8] & US 2009/0177417 A1, 段落 [0 0 0 6]、[0 0 5 6] - [0 0 5 7]、[0 1 4 6] & W0 2007/088935 A1 & EP 1985989 A1 & CN 101379381 A & KR 10-1065502 B	1-6
A	JP 2007-232715 A（新日本製鐵株式会社）2007.09.13, 段落 [0 0 1 7]、[0 0 2 9]、[0 0 5 0] & US 2009/0177417 A1, 段落 [0 0 0 6]、[0 0 5 6] - [0 0 5 7]、[0 1 4 6] & W0 2007/088935 A1 & EP 1985989 A1 & KR 10-2008-0090551 A & CN 101379381 A	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 0 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

渡邊 吉喜

2 J

3 4 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	吉田 健吾 Kengo Yoshida, 「予変形を受けた鋼板の破断限界の評価方法」, 材料とプロセス, Vol. 17, No. 5, 社団法人日本鉄鋼協会 内仲 康夫, 2004. 09. 01, p. 1063	1-6
A	JP 2014-115269 A (J F E スチール株式会社) 2014. 06. 26, 全文全図 & US 2015/0294043 A1, 全文全図 & WO 2014/077060 A & EP 2921841 A1 & KR 10-2015-0069014 A & CN 104813156 A	1-6
A	JP 2009-204427 A (J F E スチール株式会社) 2009. 09. 10, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6
A	臼田松男、石井良男、藤井力、正林央, 薄板成形における破断予測 (第3報 曲げ曲げ戻し予変形材の変形特性と破断限界), 第37回塑性加工連合講演会後援論文集, 1986.10.31, p. 335-338	1-6