

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3690246号
(P3690246)

(45) 発行日 平成17年8月31日(2005.8.31)

(24) 登録日 平成17年6月24日(2005.6.24)

(51) Int.Cl.⁷

F I

F 1 6 L 9/02
// B 2 1 C 37/06
B 2 1 D 26/02F 1 6 L 9/02
B 2 1 C 37/06 Z
B 2 1 D 26/02 C

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-178322 (P2000-178322)
(22) 出願日 平成12年6月14日(2000.6.14)
(65) 公開番号 特開2001-355765 (P2001-355765A)
(43) 公開日 平成13年12月26日(2001.12.26)
審査請求日 平成15年3月4日(2003.3.4)(73) 特許権者 000001258
J F E スチール株式会社
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦
(74) 代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74) 代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイドロフォーム用金属管およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量で C : 0 . 0 5 ~ 0 . 1 5 %、M n : 0 . 4 ~ 1 . 3 % を含有する熱延鋼板或いは溶融亜鉛メッキ鋼板を素材とし、対象鋼管寸法 t / D が 1 . 9 6 ~ 5 . 2 5 % (但し、 t : 管厚み、 D : 管肉厚) であるとともに、管常温時効指数 (R T A I p) が 4 0 M P a 以下であることを特徴とするハイドロフォーム用金属管。

但し、管常温時効指数 (R T A I p ; M P a) = Y P aged (3 0 × 1 ヶ月の常温時効処理後の管降伏強度 ; M P a) - Y P (素管の降伏強度 ; M P a)

【請求項2】

板常温時効指数 (R T A I) が 4 0 M P a 以下であり、質量で C : 0 . 0 5 ~ 0 . 1 5 %、M n : 0 . 4 ~ 1 . 3 % を含有する熱延鋼板或いは溶融亜鉛メッキ鋼板から対象鋼管寸法 t / D が 1 . 9 6 ~ 5 . 2 5 % (但し、 t : 管厚み、 D : 管肉厚) であるハイドロフォーム用金属管を製管することを特徴とするハイドロフォーム用金属管の製造方法。

但し、板常温時効指数 (R T A I ; M P a) = Y S aged (1 0 % 予歪み + 3 0 × 1 ヶ月の常温時効処理後の流動応力) - F S (1 0 % 予歪み時の流動応力)

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、金型内で管内に内圧をかけて所定の自動車部品形状にハイドロフォームされる、例えばサスペンションアームなどの足廻り部品、シャシー部品、ボディー部品、フレー

10

20

ム構造部品などの閉断面自動車構造部品用途に用いられる金属管に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

金属管をハイドロフォームにより閉断面自動車部品形状に加工する技術は、金属板プレス品を加工する技術による場合に比べて溶接代が不要なため軽量・高剛性な部品が得られる特徴がある。金属管をハイドロフォームにより自動車部品形状に加工する技術として、例えば特公平 5 - 5 5 2 0 9 号公報には箱形状の横断面を有したフレーム部材を形成する技術が開示されている。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、金属管をハイドロフォームにより閉断面自動車部品形状に加工する技術は、断面周長さが素管の周長さと素管のハイドロフォーム変形能に制約されるため、これまで長手方向で周長さの大きく異なる部分をもつ部品に適用することができず、特公平 5 - 5 5 2 0 9 号公報による方法でも周長さが素管の 5 % を超える設計を行った場合、割れなどの不具合が生じる問題があった。

【 0 0 0 4 】

この発明は上記のような周長さ方向張出し時の問題点を解決するために、ハイドロフォーム素材の材質面からなされたもので、ハイドロフォーム性に優れた鋼管およびその製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、金属管及びその素材となる金属帯の機械的特性がハイドロフォーム加工性に及ぼす影響について、化学成分、製造条件の種々異なる金属帯及びこの金属帯を素材として金属管を製造し、検討を行った。金属帯の肉厚は 0 . 8 ~ 6 mm で、この金属帯を素材として外径 2 2 ~ 2 5 4 mm の金属管を製造し、金属帯、金属管から引張試験片を採取し、金属管の常温時効指数を (1) 式、金属帯の板常温時効指数を (2) 式により求めた。

【 0 0 0 6 】

金属管の管常温時効指数 ($R T A I_p ; M P a$) = $Y P_{aged} (30 \times 1 \text{ヶ月の常温時効処理後の管降伏強度 ; } M P a) - Y P$ (素管の降伏強度 ; $M P a$) $\cdots (1)$

金属帯の板常温時効指数 ($R T A I ; M P a$) = $F S_{aged} (10 \% \text{予歪み} + 30 \times 1 \text{ヶ月の常温時効処理後の流動応力}) - F S$ (10 % 予歪み時の流動応力) $\cdots (2)$

次に、金属管のハイドロフォーム加工性をバルジ試験により、評価した。図 1 に、液圧バルジ試験に用いる装置を模式的に示す。試験装置は成型型移動機構、軸圧縮力負荷機構、液圧発生機構およびそれらを制御するコンピューター 9 よりなり、自由バルジ試験の場合は素管 1 に内圧を油圧ポンプ 8、圧力増幅器 7、圧力計 6 よりなる液圧発生機構により、軸圧縮機 3 a、3 b を経て負荷する。

【 0 0 0 7 】

型バルジ試験の場合は、成型型 2 a、2 b に素管 1 を挿入後、内圧を負荷し成形する。軸圧縮機 3 a、3 b の変位量は変位計 4 a、4 b、成型型 2 a の変位量は変位計 5 により、また内圧は圧力計 6 によりコンピューター 9 に取り込まれ制御に用いられる。

【 0 0 0 8 】

尚、液圧バルジ試験の詳細は社団法人自動車技術会学術講演会前刷集 9 8 1 5 3 「自動車用電縫鋼管のハイドロフォーミング変形特性」 1 9 9 8 - 5 p 1 4 9、平成 1 1 年度塑性加工春季講演会予稿集 p 2 3 7 「予成形連続型成形による異形断面材の試作検討」等に記載されている。

【 0 0 0 9 】

その結果、金属帯や金属管の常温時効指数がある特定の範囲にある場合、金属管のハイドロフォーム性が優れていることを見出したもので、本発明はこれらの知見を基になされたものである。すなわち、本発明は、

10

20

30

40

50

1. 質量で C : 0.05 ~ 0.15 %、Mn : 0.4 ~ 1.3 % を含有する熱延鋼板或いは溶融亜鉛メッキ鋼板を素材とし、対象鋼管寸法 t/D が 1.96 ~ 5.25 % (但し、 t : 管厚み、 D : 管肉厚) であるとともに、管常温時効指数 (RTAIP) が 40 MPa 以下であることを特徴とするハイドロフォーム用金属管。

但し、管常温時効指数 (RTAIP; MPa) = $Y P_{aged}(30 \times 1 \text{ヶ月の常温時効処理後の管降伏強度; MPa}) - Y P$ (素管の降伏強度; MPa)

2. 板常温時効指数 (RTAI) が 40 MPa 以下であり、質量で C : 0.05 ~ 0.15 %、Mn : 0.4 ~ 1.3 % を含有する熱延鋼板或いは溶融亜鉛メッキ鋼板から対象鋼管寸法 t/D が 1.96 ~ 5.25 % (但し、 t : 管厚み、 D : 管肉厚) であるハイドロフォーム用金属管を製管することを特徴とするハイドロフォーム用金属管の製造方法。

10

但し、板常温時効指数 (RTAI; MPa) = $Y S_{aged}(10 \% \text{予歪み} + 30 \times 1 \text{ヶ月の常温時効処理後の流動応力}) - F S$ (10 % 予歪み時の流動応力)

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明では、金属管の管常温時効指数 (RTAIP) が 40 MPa 以下のものを、ハイドロフォーム用金属管とする。金属管の常温時効指数 (RTAIP) を、40 MPa 以下とした場合、液圧自由バルジ試験および型バルジ試験において、優れた破断限界周長増加率が得られる。

【0011】

図2及び図3に金属管の管常温時効指数 (RTAIP) と液圧自由バルジ試験における破断限界周長増加率の関係を示す。液圧自由バルジ試験は、素管が型に接触していない変形状態でのハイドロフォーム性を示すもので、破断限界周長増加率により、変形部長さ $2D$ (D : 管外径)、軸圧縮なし (図2) 及びあり (図3) の2条件で評価した。ここで、軸圧縮力は管体の応力比 (軸方向応力 / 円周方向応力) = 0 となる条件とした。

20

金属管の管常温時効指数 (RTAIP) が 40 MPa 以下の場合、軸圧縮なしの条件で、22 % 以上、軸圧縮ありの条件で 40 % 以上の優れた周長増加率が得られる。

【0012】

図4及び図5に金属管の管常温時効指数 (RTAIP) と液圧型バルジ試験における破断限界周長増加率の関係を示す。型バルジ試験は、型拘束時のハイドロフォーム性を示すもので、縦横比 2 : 1 の矩形断面形状をもつ型内部での型バルジ試験を行い、軸圧縮なし (図4) 及びあり (図5) の2条件における破断限界周長増加率により評価した。ここで軸圧縮力は座屈しない最大値とした。

30

金属管の管常温時効指数 (RTAIP) が 40 MPa 以下の場合、軸圧縮なしの条件で、10 % 以上、軸圧縮ありの条件で 14 % 以上の優れた周長増加率が得られる。

【0013】

更に、本発明では、常温時効指数 (RTAI) が 40 MPa 以下の金属帯ものを製管し、ハイドロフォーム用金属管を製造する。金属帯の板常温時効指数 (RTAI) を、40 MPa 以下とした場合、製管された金属管は液圧自由バルジ試験および型バルジ試験において、優れた破断限界周長増加率が得られる。

【0014】

40

図6及び図7に金属管の製造に用いた金属帯の板常温時効指数 (RTAI) と液圧自由バルジ試験における破断限界周長増加率の関係を示す。

図6は軸圧縮力なし、図7は軸圧縮力ありの場合を示す。

【0015】

金属帯の RTAI が 40 MPa 以下の場合、軸圧縮なしで 20 % 以上、軸圧縮力ありの場合は 36 % 以上の優れた周長増加率が得られる。

【0016】

図8及び図9に金属管の製造に用いた金属帯の板常温時効指数 (RTAI) と液圧型バルジ試験における破断限界周長増加率の関係を示す。

図8は軸圧縮力なし、図9は軸圧縮力ありの場合を示す。

50

【0017】

金属帯のRTAIが40MPa以下の場合、軸圧縮なしで8%以上、軸圧縮ありで12%以上の優れた周長増加率が得られる。

【0018】

なお、本発明によるハイドロフォーム用金属管及び本発明により製造されたハイドロフォーム用金属管は、曲げ、プレス、ハイドロフォーム、スウェージなどによる予備成形後にハイドロフォームされてもよく、さらに高い張り出し量を得るために管表面に潤滑油を塗布、あるいは潤滑皮膜を形成させてもよい。鋼帯から管を成形する際のシーム接合方法は電縫溶接、レーザー溶接、TIG溶接、鍛接などをとることができる。金属管の材質は、鋼管、表面処理鋼管、ステンレス鋼管など特に限定されない。

10

【0019】

【実施例】

次に、本発明の鋼管について具体的に説明する。質量でC：0.05～0.15、Mn：0.4～1.3%を含有する鋼スラブを仕上げ温度840℃の条件で熱間圧延後酸洗した熱延鋼帯、溶融亜鉛メッキ鋼帯を管状にロール成形後溶接し、幅絞り率4%の条件で溶接鋼管とした。なお、幅絞り率は次式による。

幅絞り = { [スリット幅] - π([外径] - [板厚]) } / π([外径] - [板厚]) × (100%)

このようにして得られた鋼管の強度、TS及び管常温時効指数、RTAIPをJIS11号及びJIS12号により評価すると共に、そのハイドロフォーム性を液圧自由バルジ試験及び型バルジ試験により評価した。

20

【0020】

その結果を表1に示す。本発明による管の常温時効指数RTAIPが40MPa以下であるNo.1～6のハイドロフォーム用金属管は、液圧自由バルジ試験において周長増加率が軸圧縮なしで22%以上、軸圧縮ありで44%以上、型バルジ試験において周長増加率が軸圧縮なしで10%以上、軸圧縮ありで14%以上と高いハイドロフォーム性が得られた。

【0021】

一方、RTAIPが40MPaを超えるNo.7～12のハイドロフォーム用金属管は、液圧自由バルジ試験において周長増加率が軸圧縮なしで22%未満、軸圧縮ありで44%未満、型バルジ試験において周長増加率が軸圧縮なしで10%未満、軸圧縮ありで14%未満と周長さ方向の張り出し加工に必要なハイドロフォーム性が得られなかった。

30

【0022】

【表1】

表 1

No.	パイプ条件			ハイドロフォーム特性						備考	
	パイプ サイズ(mm)		履歴	TP 形状	TS (MPa)	RTAIp (MPa)	自由バルジ周長増加率 (%)		型バルジ周長増加率 (%)		
	外径	肉厚					軸圧縮なし	軸圧縮あり	軸圧縮なし		軸圧縮あり
1	70.0	2.6	熱延鋼板	JIS11	521	8	23	42	11	15	本発明例
2	50.8	2.0	熱延鋼板	JIS11	423	12	25	45	14	18	本発明例
3	101.6	3.2	熱延鋼板	JIS12A	603	0	22	40	10	14	本発明例
4	50.8	1.0	溶解亜鉛メッキ鋼板	JIS11	389	24	24	44	13	17	本発明例
6	76.2	4.0	熱延鋼板	JIS11	376	8	26	46	15	18	本発明例
7	70.0	2.6	熱延鋼板	JIS11	475	43	17	31	8	9	比較例
8	70.0	2.6	熱延鋼板	JIS11	369	48	18	33	8	10	比較例
9	101.6	3.2	熱延鋼板	JIS12A	521	55	16	29	6	8	比較例
10	60.5	2.3	熱延鋼板	JIS11	587	52	15	26	5	7	比較例
11	42.7	1.2	冷延鋼板	JIS11	437	62	16	30	6	9	比較例
12	50.8	1.0	溶解亜鉛メッキ鋼板	JIS11	387	42	19	34	9	10	比較例

【0023】

表2には原板条件とハイドロフォーム性の例を示す。本発明による常温時効指数、RTAIが40MPa以下であるNo. 13~18の鋼帯を原板としたハイドロフォーム用金属管は、液圧自由バルジ試験において周長増加率が軸圧縮なしで20%以上、軸圧縮ありで36%以上、型バルジ試験において周長増加率が軸圧縮なしで8%以上、軸圧縮ありで12%以上の高いハイドロフォーム性が得られる。

【0024】

一方、RTAIpが40MPaを超えるNo. 19~24の鋼帯を原板としたハイドロフォーム用金属管は、液圧自由バルジ試験において周長増加率が軸圧縮なしで20%未満、軸圧縮ありで36%未満、型バルジ試験において周長増加率が軸圧縮なしで8%未満、軸圧縮ありで12%未満と周長さ方向の張り出し加工に必要なハイドロフォーム性が得ら

10

20

30

40

50

れない。

【0025】

管及び板の常温時効指数評価は、評価の迅速性の観点からHundyの式(Hundy, B. B.; J. Iron & Steel Inst., 178 (1954) p. 34 - 38)などによる等価時効時間の促進条件で評価することも可能である。

【0026】

なお、上述した実施例はこの発明を説明するためのものであり、この発明を何等限定するものではない。

【0027】

【表2】

表 2

No.	原板条件				造管条件		ハイドロフォーム特性				備考	
	肉厚 (mm)	履歴	TP 形状	TS (MPa)	RTAI (MPa)	幅 絞り率 (%)	パイプ 外径 (mm)	自由バルジ周長増加率 (%)		型バルジ周長増加率 (%)		
								軸圧縮なし	軸圧縮あり	軸圧縮なし		軸圧縮あり
13	2.0	熱延鋼板	JIS5	303	4	4	70.0	27	46	14	19	本発明例
14	2.0	熱延鋼板	JIS5	475	23	4	70.0	24	42	11	16	本発明例
15	3.6	熱延鋼板	JIS5	591	0	4	89.1	23	41	10	15	本発明例
16	4.2	熱延鋼板	JIS5	430	9	5	101.6	26	45	12	17	本発明例
18	1.0	溶解亜鉛メッキ鋼板	JIS5	403	12	3	42.7	26	44	12	16	本発明例
19	2.0	熱延鋼板	JIS5	425	49	4	70.0	16	34	7	9	比較例
20	2.0	熱延鋼板	JIS5	399	42	4	70.0	18	36	9	10	比較例
21	3.6	熱延鋼板	JIS5	598	46	5	101.6	14	31	5	7	比較例
22	2.3	熱延鋼板	JIS5	527	60	4	60.5	15	33	6	8	比較例
23	1.2	冷延鋼板	JIS5	400	52	3	42.7	17	35	8	10	比較例
24	1.0	溶解亜鉛メッキ鋼板	JIS5	415	55	3	42.7	16	34	7	10	比較例

【0028】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、金型内で管内に内圧をかけて所定の自動車部品形状にハイドロフォームされる、例えばサスペンションアームなどの足廻り部品、シャシー部品、ボディー部品、フレーム構造部品などの閉断面自動車構造部品において、周長さ方向張出し時割れ或いは部分的な肉厚減少が回避され、従来よりも厳しい加工を要する成形品まで製造可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 液圧バルジ試験に用いた装置の模式図。

【図2】 $RTAI_p$ (金属管の管常温時効指数; MPa) と液圧自由バルジ試験 (軸圧縮力なし) における破断限界周長増加率の関係を示す図。

10

【図3】 $RTAI_p$ (金属管の管常温時効指数; MPa) と液圧自由バルジ試験 (軸圧縮力あり) における破断限界周長増加率の関係を示す図。

【図4】 $RTAI_p$ (金属管の管常温時効指数; MPa) と液圧型バルジ試験 (軸圧縮力なし) における破断限界周長増加率の関係を示す図。

【図5】 $RTAI_p$ (金属管の管常温時効指数; MPa) と液圧型バルジ試験 (軸圧縮力あり) における破断限界周長増加率の関係を示す図。

【図6】 素材である金属帯の $RTAI$ (金属帯の板常温時効指数; MPa) と液圧自由バルジ試験 (軸圧縮力なし) における破断限界周長増加率の関係を示す図。

【図7】 素材である金属帯の $RTAI$ (金属帯の板常温時効指数; MPa) と液圧自由バルジ試験 (軸圧縮力あり) における破断限界周長増加率の関係を示す図。

20

【図8】 素材である金属帯の $RTAI$ (金属帯の板常温時効指数; MPa) と液圧型バルジ試験 (軸圧縮力なし) における破断限界周長増加率の関係を示す図。

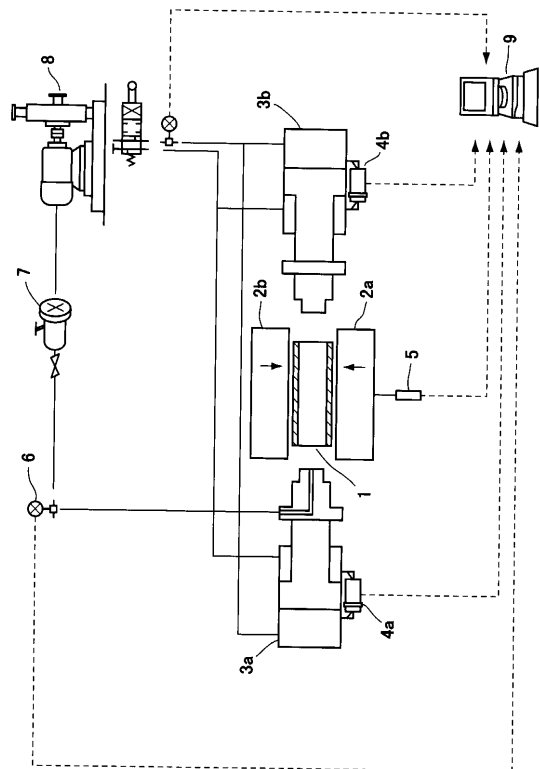
【図9】 素材である金属帯の $RTAI$ (金属帯の板常温時効指数; MPa) と液圧型バルジ試験 (軸圧縮力あり) における破断限界周長増加率の関係を示す図。

【符号の説明】

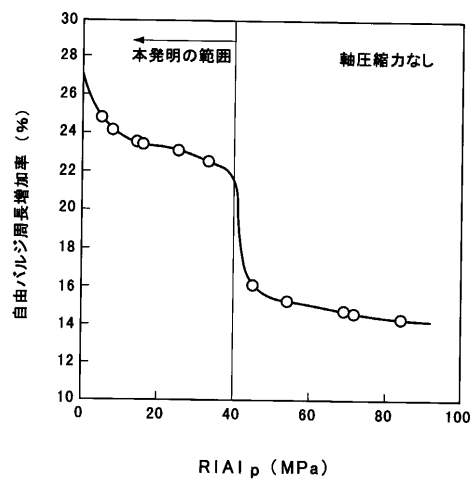
- 1 ... 素材、
- 2 a , 2 b ... 成形型、
- 3 a , 3 b ... 軸圧縮装置、
- 4 a , 4 b ... 軸圧縮装置用変位計。
- 5 . . . 成形用変位計
- 6 . . . 圧力計
- 7 . . . 圧力増幅器
- 8 . . . 油圧ポンプ
- 9 . . . 制御用コンピュータ

30

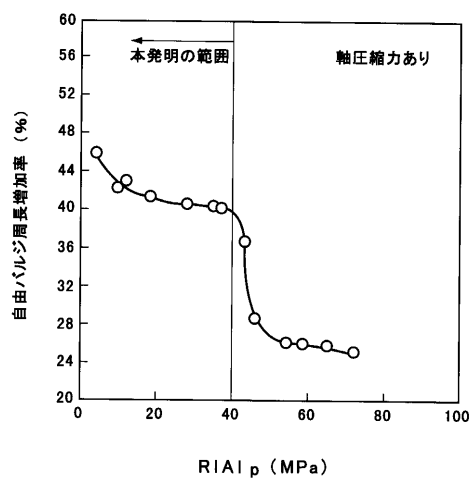
【図 1】



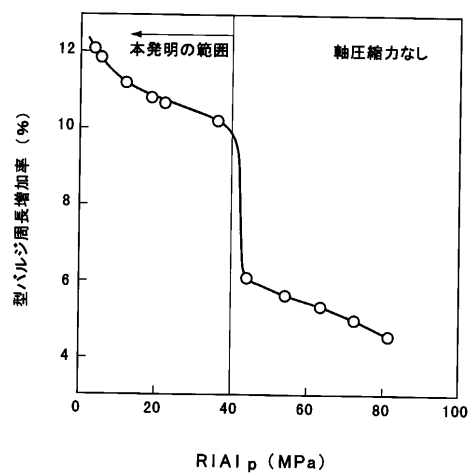
【図 2】



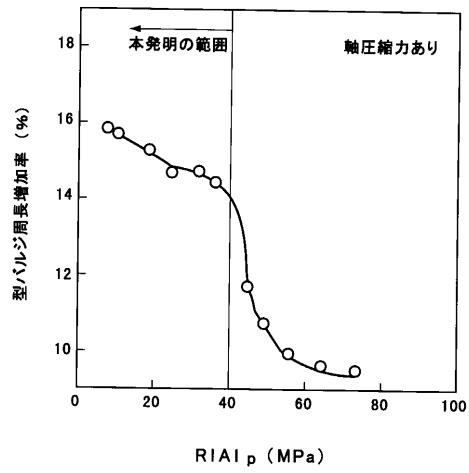
【図 3】



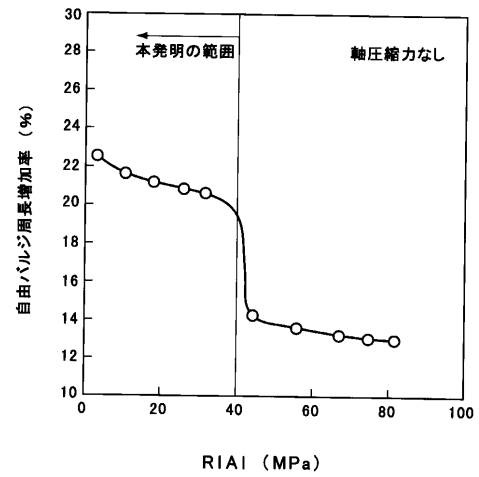
【図 4】



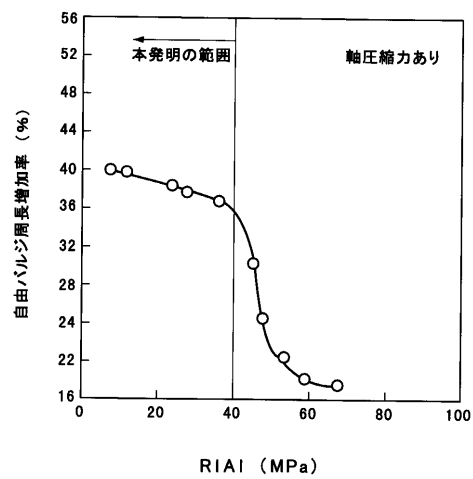
【図 5】



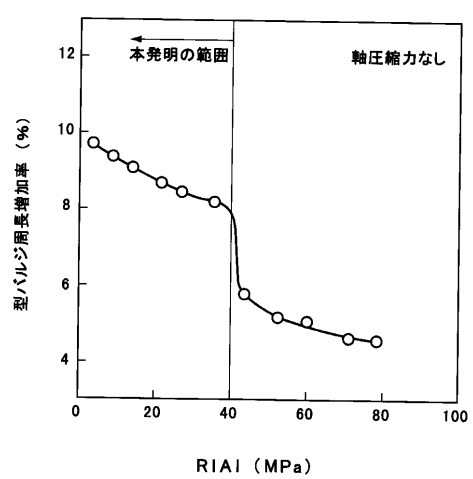
【図 6】



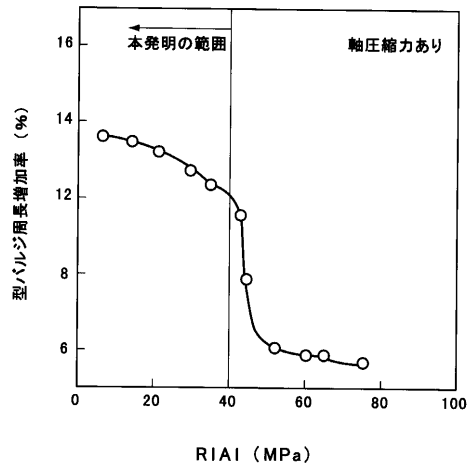
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (72)発明者 豊田 俊介
東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会社内
- (72)発明者 斉藤 孝信
東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会社内
- (72)発明者 上井 清史
東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会社内
- (72)発明者 富田 邦和
東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日本鋼管株式会社内

審査官 神崎 孝之

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 1 9 8 1 2 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 7 6 2 2 0 (J P , A)
特開平 0 6 - 2 4 8 3 8 8 (J P , A)
特開平 0 5 - 0 5 0 1 5 0 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
- F16L 9/02
B21C 37/06
B21D 26/02