

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008 年 1 月 31 日 (31.01.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/012876 A1

(51) 国際特許分類:
F16F 7/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/314739

(22) 国際出願日: 2006 年 7 月 26 日 (26.07.2006)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 福岡県 (FUKUOKA PREFECTURAL GOVERNMENT) [JP/JP]; 〒8128577 福岡県福岡市博多区東公園 7 番 7 号 Fukuoka (JP). 日立金属株式会社 (HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1058614 東京都港区芝浦一丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 春山 繁之 (HARUYAMA, Shigeyuki) [JP/JP]; 〒8000345 福岡県京都郡苅田町小波瀬 2 丁目 4-1 3 Fukuoka (JP). 陳玳▲行▼ (CHEN, Dai-heng) [CN/JP]; 〒1350015 東京都江東区千石 3 丁目 1-2 4 Gスクエア 1 3 1 4 Tokyo (JP). 森田 茂隆 (MORITA, Shigetaka) [JP/JP]; 〒3214367 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘 1 1 番地 日立金属株式会社 素材研究所内 Tochigi (JP).

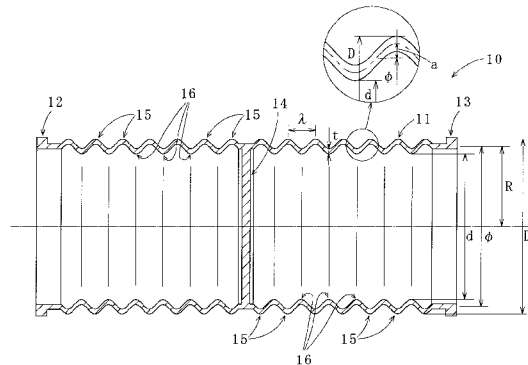
(74) 代理人: 中前 富士男, 外 (NAKAMAE, Fujio et al.); 〒8028691 福岡県北九州市小倉北区浅野 2 丁目 1 3 番 2 3 号 幹線ビル 4 0 1 号 中前中嶋国際特許事務所 Fukuoka (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

[続葉有]

(54) Title: SHOCK ABSORBING MEMBER

(54) 発明の名称: 衝撃吸収部材



(57) Abstract: A shock absorbing member which is entirely composed of any one or two or more metal materials out of aluminum alloy, magnesium alloy, iron and steel, has a tubular unit (11) where the sidewall has a corrugated longitudinal section and a circular or elliptical transverse section or a rectangular transverse section with rounded corners, and deforms on receiving an impact load. Assuming R is an average radius when the tubular unit (11) has a circular transverse section, or otherwise the radius of a circle having a circumference identical to the average length of the outer circumference, t is the thickness of the tubular unit (11), λ is the wavelength of a waveform formed in the tubular unit (11), and a is the amplitude of the waveform, t/R is 0.0150 or above, a/R is 0.036 or above, and λ/R is between 0.2 and 0.89. When the tubular unit (11) is pressed at a constant rate from at least one end, the waveform is deformed uniformly excepting for the opposite ends, and the load applied to the tubular unit (11) increases monotonously with instantaneous fall in load applied to the tubular unit (11) having a load variation within 10% of a maximum load impressed earlier.

(57) 要約: 全体が、アルミニウム合金、マグネシウム合金、鉄、及び鋼のいずれか 1 又は 2 以上の金属材からなり、側壁の縦断面形状が波形で、横断面形状が、円形、長円形、及び角部を丸くした角形のいずれか 1 となった筒体部 (11) を有し、衝撃荷重を受けて変形する衝撃吸収部材であって、筒体部 (11) の横断面形状が前記円形の場合にはその平均半径、円形以外の場合はその外周の平均長さと同じの円周を有する円形の半径を R、筒体部 (11) の肉厚を t、筒体部 (11) に形成された波形の波長を λ、及び波形の振幅を a とした際に、 t/R が 0.0150 以上、 a/R が 0.036 以上、及び λ/R が 0.2 以上 0.89 以下で、筒体部 (11) を少なくとも一端から等速で押圧した場合、両端部を除く波形が均等変形し、かつ筒体部 (11) の受ける荷重の瞬時低下量がそれ以前に受けた最大荷重の 10% 以内の荷重変動を有して、筒体部 (11) の受ける荷重が単調増加する。

WO 2008/012876 A1



BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

衝撃吸収部材

技術分野

- [0001] 本発明は、塑性変形して衝撃エネルギーを効果的に吸収できる衝撃吸収部材に係り、更に詳細には、例えば自動車の衝突時における衝撃を吸収し、搭乗者の安全を確保すると共に、車体へ与える損傷も低減可能な衝撃吸収部材に関する。

背景技術

- [0002] 従来、例えば自動車に装着される衝撃吸収部材は、一般的に鉄板金製又はアルミニウム押出材製の筒状体で構成されていた。しかし、このような衝撃吸収部材は、衝撃を受けた初期に荷重のピークが現れるため、搭乗者及び車体へ与えるダメージが大きいという欠点があった。

そこで、衝突時における搭乗者の安全確保及び車体へのダメージを低減するため、衝撃吸収部材には、以下の要件が求められていた。

- a) 初期に発生する荷重のピークを低減すること。
- b) 発生する荷重の振幅のうち荷重が低下する領域は、衝撃エネルギーの吸収効率の低下を意味するため、荷重の瞬時低下量を小さくして荷重を単調に増加させ、衝撃エネルギーの吸収効率を良好にすること。

このような衝撃吸収部材としては、表面にうねりが形成されたアルミ押出型材（例えば、日本国特開平6-344023号公報参照）、及び蛇腹形状を持った車輛用衝撃吸収体（例えば、日本国特開2002-104107号公報参照）が開示されている。

- [0003] 前記したうねり又は蛇腹形状を形成した衝撃吸収部材は、初期に発生する荷重のピークを低減することはできる。しかし、このような衝撃吸収部材は、形成された波形の形状によって、不安定な変形を起こしたり、また受ける荷重の瞬時低下量の低減が不十分（従来は、荷重の瞬時低下量がそれ以前に受けた最大荷重の20～30%程度）であるため、衝撃エネルギーの吸収性能が十分でなかった。

- [0004] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたもので、衝撃荷重を受けた場合に、初期に発生する荷重のピークを低減でき、しかも衝撃吸収部材の受ける荷重の瞬時低下量を

従来よりも抑制することで、衝撃エネルギーの吸収性能に優れた衝撃吸収部材を提供することを目的とする。

発明の開示

[0005] 前記目的に沿う第1の発明に係る衝撃吸収部材は、全体が、アルミニウム合金、マグネシウム合金、鉄、及び鋼のいずれか1又は2以上の金属材からなり、側壁の縦断面形状が波形で、横断面形状が、円形、長円形、及び角部を丸くした角形のいずれか1となった筒体部を有し、衝撃荷重を受けて変形する衝撃吸収部材であって、前記筒体部の横断面形状が前記円形の場合にはその平均半径、該円形以外の場合はその外周の平均長さと同一の円周を有する円形の半径を R 、前記筒体部の肉厚を t 、変形を受ける前、即ち製造時(未使用状態)の該筒体部に形成された波形の波長を λ 、及び該波形の振幅を a とした際に、 t/R が0.0150以上、 a/R が0.036以上、及び λ/R が0.2以上0.89以下で、前記筒体部を少なくとも一端から等速で押圧した場合、両端部を除く前記波形が均等変形し、かつ前記筒体部の受ける荷重の瞬時低下量がそれ以前に受けた最大荷重の10%以内の荷重変動を有して、前記筒体部の受ける荷重が単調増加する。

このように、衝撃吸収部材は、側壁の縦断面形状が波形となった筒体部を有するので、筒体部に蛇腹状の塑性変形を誘起させ、衝撃荷重を受けた際の初期に発生する荷重のピークを従来よりも低減できる。また、筒体部は、波形が均等変形し、しかも筒体部の受ける荷重の瞬時低下量を従来よりも低減できるので、衝撃エネルギーの吸収性能を従来よりも向上できる。

これにより、この衝撃吸収部材を、例えば自動車に設置した場合、衝撃吸収部材が自動車の衝突時における衝撃を吸収し、搭乗者の安全を確保すると共に、車体へ与える損傷も低減できる。

[0006] 本発明に係る衝撃吸収部材において、前記 t/R 、 a/R 、及び λ/R が、以下の関係を満足することが好ましい。

(1) t/R が0.0150以上0.0179以下の場合、 a/R :0.054以上、 λ/R :0.2以上0.4以下

(2) t/R が0.0179超0.0357以下の場合、 a/R :0.036以上、 λ/R :0.2以上

0.5以下

(3) t/R が0.0357超0.0537以下の場合、 a/R :0.036以上、 λ/R :0.2以上

0.65以下

(4) t/R が0.0537超0.0714以下の場合、 a/R :0.036以上、 λ/R :0.2以上

0.89以下

(5) t/R が0.0714超の場合、 a/R :0.036以上、 λ/R :0.2以上0.89以下

これにより、衝撃吸収性能に優れた衝撃吸収部材を、必要とする筒体部の大きさ、及びその肉厚に応じて、容易に設計できる。

[0007] 本発明に係る衝撃吸収部材において、前記筒体部は鋳物であることが好ましい。

これにより、形成可能な筒体部の形状の自由度は高くなるので、筒体部への波形の成形を容易にできる。

また、衝撃吸収部材は、フランジ部によって他部品へ取付けられるが、このフランジ部と筒体部との一体成形も容易にできる。

そして、筒体部は、波形の成形に際して機械加工を行う必要がないので、筒体部に加工硬化を発生させることなく筒体部を製造できる。これにより、衝撃吸収部材の使用にあつては、筒体部が安定した変形を行う。

[0008] 本発明に係る衝撃吸収部材において、前記筒体部の両側を除く部分には、該筒体部の内周及び外周のいずれか一方又は双方に沿って設けられ、該筒体部の変形に対して該筒体部の横断面形状を保持可能な1又は複数の補強部材が設けられていることが好ましい。

これにより、筒体部は、例えば、座屈が生じることなく、安定した変形を行う。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第1の実施例に係る衝撃吸収部材の側断面図である。

[図2](A)～(D)はそれぞれ衝撃吸収部材の筒体部の変形状態を示す説明図である。

[図3](A)、(B)はそれぞれ衝撃吸収部材の筒体部の形状と変形モードとの関係を示す説明図である。

[図4](A)、(B)はそれぞれ衝撃吸収部材の筒体部の形状と変形モードとの関係を示

す説明図である。

[図5]衝撃吸収部材の筒体部の形状と変形モードとの関係を示す説明図である。

[図6]衝撃吸収部材の筒体部が受けた荷重と変位との関係を示す説明図である。

[図7]本発明の第2の実施例に係る衝撃吸収部材の筒体部が受けた荷重と変位との関係を示す説明図である。

[図8]本発明の第3の実施例に係る衝撃吸収部材の筒体部が受けた荷重と変位との関係を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

[0010] 続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施例につき説明し、本発明の理解に供する。

図1に示すように、本発明の第1の実施例に係る衝撃吸収部材10は、全体が金属材からなり側壁の縦断面形状(即ち、衝撃吸収部材10の軸心を含む面で切断された側壁の形状)が波形となった筒体部11を有し、衝撃荷重を受けて変形するものである。筒体部11は、少なくとも一端から等速で押圧された場合、両端部を除く波形が均等変形し、かつ筒体部11の受ける荷重の瞬時低下量がそれ以前に受けた最大荷重の10%以内の荷重変動を有して、筒体部11の受ける荷重が単調増加する。これらについて詳細に説明する。

[0011] 筒体部11は、鋳物であって、筒体部11を形成する金属材は、アルミニウム合金、マグネシウム合金、鉄、及び鋼のいずれか1又は2以上である。金属材の性能は、具体的には、例えば、0.2%耐力が100～400MPa程度、引張強さが200～600MPa程度、伸びが10～40%程度である。

ここで、筒体部11がアルミニウム合金鋳物の場合は、軽量で、しかも衝撃エネルギーの吸収効率に優れる。また、マグネシウム合金鋳物の場合は、その比重が他の金属材と比較して小さいため最軽量である。そして、鉄鋳物の場合は、低価格であり経済的である。更に、鋼鋳物の場合は、強度及び延性に優れるため、他の金属材と比較して大きな衝撃エネルギーを吸収することが可能である。

[0012] 衝撃吸収部材10の筒体部11の両側には、筒体部11の変形の際の横断面形状(即ち、筒体部11の軸心と直交する面で切断された形状)を維持させるフランジ部12、1

3が設けられている。筒体部11は鋳物であるので、フランジ部12、13を筒体部11と一体的に製造できる。この場合、衝撃吸収部材10は、例えば、従来公知の中子を用いた金型鋳造又は砂型鋳造により製造する。

なお、筒体部とフランジ部とを個別に製造し、例えば溶接によって接合してもよい。この場合、筒体部とフランジ部とを構成する各金属材を、異なる種類にしてもよい。

[0013] 筒体部11は、その横断面形状が円形となっており、その一方側から他方側へかけて、最大外径Dと最小内径dがそれぞれ同一で、しかも同一の肉厚(厚み)tで構成されている。

なお、筒体部の横断面形状は、長円形(例えば、楕円形又は卵形)又は角形(例えば、三角形又は五角形などの多角形、正方形、又は長方形)でもよい。ここで、筒体部の横断面形状を角形とした場合は、平断面視して角部となる部分を面取りして丸みを設ける。

また、円形の筒体部は、筒体部の一方側から他方側へかけて縮径させたテーパ状としてもよく、長円形又は角形の場合には、その内幅を筒体部の一方側から他方側へかけて縮幅させた形状としてもよい。

ここで、テーパ状とする場合は、テーパ角度、即ち筒体部の一方側端面に対する側壁の傾斜角度を、例えば60度以上90度未満程度に設定する。

そして、筒体部の肉厚は、筒体部の一方側から他方側へかけて徐々に薄くしたり、また部分的に薄く(例えば、長手方向の中央部を他の部分よりも薄く)してもよい。

[0014] 筒体部11の平均半径(即ち、筒体部11の最大外径Dと最小内径dの平均値 ϕ の半分)Rは、例えば、20mm以上70mm以下程度、肉厚tは、例えば、0.5mm以上10mm以下程度である。なお、筒体部の横断面形状が円形以外の場合、即ち長円形又は角形の場合は、その外周の平均長さと同じの円周を有する円形の半径を、前記した大きさとする。また、フランジ部12、13の厚みは、2mm以上50mm以下程度である。

この筒体部11の軸方向の長さについては、例えば、衝撃吸収部材10を自動車のバンパーのステイ(固定部)に使用する場合、筒体部11の軸方向の長さを50mm以上400mm以下程度とするが、これに限定されるものではない。しかし、筒体部11の長

さが長くなり過ぎれば(例えば、500mm以上)、衝撃吸収部材10が衝撃荷重を受けることで、筒体部11に折れ曲がりが発生する恐れがある。

- [0015] そこで、図1に示すように、筒体部11の両側を除く部分(ここでは、筒体部11の軸方向中央部)に、筒体部11の内周に沿って円盤状の補強部材14を設ける。この補強部材14の厚みは、5mm以上20mm以下程度である。補強部材14は、筒体部11とは個別に製造して、例えば溶接により接続してもよいが、筒体部11と一体的に製造することが好ましい。なお、更に、筒体部の外周に沿ってリング状の補強部材を設けてもよく、またこのリング状の補強部材のみを設けてもよい。

補強部材14を設けることで、筒体部11の変形に対して、断面円形の形状を崩すことなく、その形を保持することができる。

なお、この補強部材は、筒体部の長さに応じて複数設けてもよく、一方、筒体部の長さが短ければ設けなくてもよい。

- [0016] 筒体部11の側壁の波形は、一定の振幅が一定の周期で繰り返し形成された形状である。この波形は、例えば、正弦曲線($y = a \cdot \sin(2\pi \lambda)x$ 、ここで a は波形の振幅、 λ は波形の波長、 x は側壁の長さ)、三角波、ギザギザ波、円弧と直線とを組み合わせた波により形成できる。

このような形状の筒体部11を、その一端から筒体部11の軸心に沿って等速で押圧した場合、筒体部11に蛇腹状の塑性変形、つまり波形を形成する断面U字状又はV字状の突出部15、16が潰れる(即ち、頂点付近で曲がる)変形を誘起させるものであり、その形状として、以下の変形モードが現れる。

(a) 蛇腹状の塑性変形が波形の形状に沿うことなく発生する変形モード。

(b) 蛇腹状の塑性変形が波形の形状に沿って変形するが、複数の突出部が1個ずつ順次潰れていく変形モード。

(c) 蛇腹状の塑性変形が波形の形状に沿って変形し、しかも複数の突出部が略同時に潰れる変形モード。

- [0017] ここで、前記した(a)～(c)の各変形モードで変形した筒体部の波形の模式図を、図2(A)～(D)に示す。この図2(A)～(D)の破線で示す模式図は、筒体部の変形前の形状であり、実線で示す模式図は、筒体部の変形が図2の左側から右側へ進行す

る際の変形途中の筒体部の断面形状である。なお、波形が設けられていない筒体部を一端から押圧すると、規則的にしわが形成されて圧潰変形する場合がある。このしわの波長は、筒体部の材料特性にはよらず、筒体部の半径と肉厚によってのみ決まることが分かっている。

(a)の変形モードとしては、図2(A)に示すように、筒体部に設けた波形の波長が、波形が無い場合の筒体部に発生するしわの波長より大きいため、波形に沿わないしわが形成される場合、又は図2(B)に示すように、逆に波形が無い場合の筒体部に発生するしわの波長より小さいため、波形に沿わないしわが形成される場合がある。

(b)の変形モードは、図2(C)に示すように、波形に沿ってしわが生じる変形で、筒体部の波形が一つ一つ順次潰れていく。

(c)の変形モードは、図2(D)に示すように、波形に沿ってしわが生じる変形で、かつ筒体部の波形が同時に潰れていく。ここで、同時とは、各突出部の変形の時間的なばらつきが、全突出部の変形に要する全時間の3%以下(更には2%以下)の範囲も含まれる。

[0018] 衝撃吸収性能に優れる変形モード(c)を実現するために、筒体部として、JIS AC4 CH-T4(0.2%耐力:87MPa、引張強さ:192MPa、伸び:18%)のアルミニウム合金製の円筒体を使用し、この円筒体を一端から等速で押圧して潰す数値圧潰解析(有限要素法による)を行って、変形モードが発生する筒体部の形状について検討した。なお、この検討に際しては、筒体部の平均半径(R)、筒体部の肉厚(t)、筒体部に形成された波形の波長(λ)、及び波形の振幅(a)を使用し、筒体部の半径に対する筒体部の肉厚(t/R)、波形の振幅(a/R)、波形の波長(λ/R)を調査した。ここで、波形の波長とは、隣り合う突出部の頂点の間隔、即ち未使用時の筒体部の長さを筒体部に形成される外側突出部15又は内側突出部16の個数で割った長さを意味し、波形の振幅とは、筒体部の最大外径と最大内径の平均値を基準とした筒体部の外側への突出量、即ち膨らみの程度を意味する。

[0019] 以下、 R を56mmとし、 t を1.0、2.0、3.0、4.0、5.0、5.0超mmとした場合に、 λ を13~52mmの範囲で、 a を1~5mmの範囲でそれぞれ変更した結果について説明する。この解析結果は、(t/R)が0.0150以上の条件について、 $t(t/R)$ 、 $a/$

R、及び λ/R を3軸(x軸方向、y軸方向、z軸方向)にとることで、3次元的に現すことができるが、説明の便宜上、 t が1.0mm、2.0mm、3.0mm、4.0mm、及び5.0mmでの a/R と λ/R との関係を示した図3(A)、(B)、図4(A)、(B)、及び図5を参照しながら説明する。なお、図中において、変形モード(a)～(c)は、前記した各変形モードに対応しており、変形モード(d)とは、変形モード(c)となる場合がほとんどであるが、局部的に変形モード(b)も発生する恐れがある部分を意味する。

[0020] 図3(A)に示すように、 t を1.0mmとし、筒体部の半径に対して肉厚を薄くした場合($t/R=0.0179$)、筒体部の外側への膨らみを大きくし、同一長さの筒体部に形成される突出部の個数を多くすること(即ち、 λ を小さくすること)で、筒体部に前記した変形モード(c)を発現させることができる。

次に、図3(B)に示すように、 t を2.0mmとし、筒体部の半径に対する肉厚を図2(A)の場合よりも厚くした場合($t/R=0.0357$)、筒体部の外側への膨らみを小さくし、筒体部に形成される突出部の個数を減らしても(即ち、 λ を大きくしても)、筒体部に前記した変形モード(c)を発現させることができる。

そして、図4(A)に示すように、 t を3.0mmとし、筒体部の半径に対する肉厚を更に厚くすると($t/R=0.0537$)、筒体部に形成される突出部の個数を更に減らしても、筒体部に前記した変形モード(c)を発現させることができる。

[0021] また、図4(B)に示すように、 t を4.0mmとし、筒体部の半径に対する肉厚を更に厚くした場合($t/R=0.0714$)、筒体部に形成される突出部の個数を更に減らしても、筒体部に前記した変形モード(c)を発現させることができる。

更に、図5に示すように、 t を5.0mmとし、筒体部の半径に対する肉厚を更に厚くした場合($t/R=0.0893$)、肉厚が厚くなり過ぎるため、突出部が曲がりにくくなり、筒体部に前記した変形モード(c)を発現できる領域を、更に拡大できなくなる。

以上の結果から、筒体部に前記した変形モード(c)を発現させるには、 t/R が0.0150以上、 a/R が0.036以上、及び λ/R が0.2以上0.89以下の条件を満足する必要がある。

なお、より具体的には、以下に示す条件を満足することが好ましい。

[0022] (1) t/R が0.0150以上0.0179以下の場合、 a/R を0.054超(好ましくは、0.0

6以上、更に好ましくは、0.07以上)とし、 λ/R を0.2以上0.4以下(好ましくは、下限を0.25、上限を、0.35)とする。

(2) t/R が0.0179超0.0357以下の場合、 a/R を0.036以上(好ましくは、0.04以上、更に好ましくは、0.05以上)とし、 λ/R を0.2以上0.5以下(好ましくは、下限を0.22、上限を、0.45)とする。

(3) t/R が0.0357超0.0537以下の場合、 a/R を0.036以上(好ましくは、0.04以上、更に好ましくは、0.05以上)とし、 λ/R を0.2以上0.65以下(好ましくは、下限を0.25、上限を0.5更には0.45)とする。

[0023] (4) t/R が0.0537超0.0714以下の場合、 a/R を0.036以上(好ましくは、0.04以上、更に好ましくは、0.05以上)とし、 λ/R を0.2以上0.89以下(好ましくは、下限を0.25、上限を0.5更には0.45)とする。

(5) t/R が0.0714超の場合、 a/R を0.036以上(好ましくは、0.04以上、更に好ましくは、0.05以上)とし、 λ/R を0.2以上0.89以下(好ましくは、下限を0.3、上限を0.7更には0.5)とする。

[0024] 以上に示した(1)～(5)の条件においては、 a/R の上限値を記載していない。これは、 a/R が大きくなれば、筒体部の外側への膨らみが大きくなり過ぎるため、筒体部が潰れ易くなり、容易に変形モード(c)を発現できるからである。

しかし、この場合、衝撃吸収部材は、衝撃荷重を十分に受けることができなくなるので、使用上は a/R を0.15以下、更には0.10以下に設定することが好ましい。

なお、筒体部が、その一方側から他方側へかけて同一直径となっている場合は、その半径を前記した条件に適合させて、筒体部の形状を規定する。また、筒体部がテーパ状の場合は、半径が大きい方を、前記した条件に適合させて、筒体部の形状を規定する。これは、前記した変形モードが、大きな半径に影響を受け易いことに起因する。なお、この場合、筒体部の軸方向の任意の位置での半径をも、前記した条件に適合させて、筒体部の形状を規定することが好ましい。

[0025] このように、筒体部11の形状を規定することで、衝撃吸収部材10の使用にあつては、筒体部11の変形に際し、両端部(即ち、フランジ部12、13に接続された部分近傍：例えば、筒体部11の端から10mm程度までの範囲)を除く波形を均等変形できる。

ここで、均等変形とは、筒体部11に形成された全波形の80%以上(好ましくは、90%以上)が変形することを意味する。

このとき、筒体部11の受ける荷重の瞬時低下量を、それ以前に受けた最大荷重の10%(好ましくは7%、更に好ましくは5%)以内にできる。

これにより、筒体部の受ける荷重は、従来よりも小さい荷重変動を有しながら単調増加する。

[0026] 次に、前記した数値圧潰解析した結果において、筒体部の半径を56mmとし、肉厚を2mm、3mmとして、筒体部の荷重と変位との関係を調査した結果について、図6を参照しながら説明する。ここで、筒体部に形成された波形の波長(λ)、及び波形の振幅(a)、筒体部の半径に対する筒体部の肉厚(t/R)、波形の波長(a/R)、波形の振幅(λ/R)を、それぞれ表1に示す。

[0027] [表1]

	肉厚 t	波形の波長 λ	波形の振幅 a	t/R	a/R	λ/R
比較例 1	2	52	2	0.036	0.036	0.93
比較例 2	2	37.14	2	0.036	0.036	0.66
実施例 1	2	23.64	2	0.036	0.036	0.42
実施例 2	2	20	2	0.036	0.036	0.36
実施例 3	2	15.29	2	0.036	0.036	0.27
実施例 4	3	13	3	0.036	0.054	0.23

[0028] 図6及び表1から明らかなように、各筒体部の形状が、前記した変形モード(c)を発現できる条件を満足した実施例1～4については、筒体部の受ける荷重の瞬時低下量が、それ以前に受けた最大荷重の10%以内の荷重変動を有して、筒体部の受ける荷重が単調増加することを確認できた。

一方、前記した変形モード(c)を発現できる条件を満足していない比較例1、2については、筒体部の受ける荷重の瞬時低下量が、それ以前に受けた最大荷重の20%以上の荷重変動を有しており、瞬時低下量の低減が不十分であった。

[0029] 続いて、本発明の第2、第3の実施例に係る衝撃吸収部材の筒体部を使用して圧潰

実験を行い、筒体部の荷重と変位との関係を調査した結果について、図7、図8を参照しながら説明する。なお、この実験は、前記した材料特性を備えるアルミニウム合金製の円筒体で構成された筒体部に対し、一端から等速で荷重をかけ、そのときに受けた荷重をロードセルで、また変形する筒体部の変位量を変位計で測定することにより行った。

なお、図7に示す圧潰実験に使用した第2の実施例に係る衝撃吸収部材の筒体部は、軸方向の長さ:130mm、半径:56mm、肉厚:3.5mm、波長:16.67mm、振幅:3mmであり、 $(t/R):0.0625$ 、 $(a/R):0.054$ 、 $(\lambda/R):0.30$ であった。また、図8に示す圧潰実験に使用した第3の実施例に係る衝撃吸収部材の筒体部は、軸方向の長さ:130mm、半径:56mm、肉厚:4mm、波長:19.23mm、振幅:3mmであり、 $(t/R):0.0714$ 、 $(a/R):0.054$ 、 $(\lambda/R):0.34$ であった。

このように、各筒体部の形状は、前記した変形モード(c)を発現できる条件を満足している。

[0030] まず、第2の実施例に係る衝撃吸収部材の筒体部について説明する。

図7から明らかなように、筒体部が荷重を受けた場合に、x1～x3の3箇所で荷重が低下するものの、全体としては荷重が単調に増加していた。また、荷重の低下した各点x1～x3の以前で最大荷重を示す点は、X1～X3であった。ここで、各点X1～X3での筒体部の変位量及びその最大荷重と、荷重が低下した点x1～x3での筒体部の変位量及び各点X1～X3の最大荷重に対する荷重の低下量(瞬時低下量)と、最大荷重に対する瞬時低下量の荷重変動を、表2に示す。

[0031] [表2]

以前の最大荷重			荷重低下			荷重変動
受けた点	変位	荷重	低下した点	変位	瞬時低下量	
	(mm)	(kN)		(mm)	(kN)	(%)
X 1	33	95	x 1	35	2	2.1
X 2	37	95	x 2	41	3	3.2
X 3	45	98	x 3	47	2	2

[0032] 表2から明らかなように、各点x1～x3での荷重低下量は最大で3kN程度であり、こ

の荷重変動は、最大荷重の3%程度であった。

このように、筒体部の受ける荷重の瞬時低下量を抑制しながら、筒体部の受ける荷重を単調増加させることができることを確認できた。

[0033] 次に、第3の実施例に係る衝撃吸収部材の筒体部について説明する。

図8から明らかなように、筒体部が荷重を受けた場合に、y1～y6の6箇所で荷重が低下するものの、全体としては荷重が単調に増加していた。また、荷重の低下した各点y1～y3の以前で最大荷重を示す点はY1、各点y4、y5の以前で最大荷重を示す点はY4、点y6の以前で最大荷重を示す点はY6であった。ここで、各点Y1、Y4、Y6での筒体部の変位量及びその最大荷重と、荷重が低下した点y1～y6での筒体部の変位量及び各点Y1、Y4、Y6の最大荷重に対する荷重の低下量(瞬時低下量)と、最大荷重に対する瞬時低下量の荷重変動を、表3に示す。

[0034] [表3]

以前の最大荷重			荷重低下			荷重変動
受けた点	変位	荷重	低下した点	変位	瞬時低下量	
	(mm)	(k N)		(mm)	(k N)	(%)
Y 1	28	116	y 1	31	6	5.2
Y 1	28	116	y 2	34	6	5.2
Y 1	28	116	y 3	36	2	1.7
Y 4	39	119	y 4	43	10	8.4
Y 4	39	119	y 5	46	8	6.7
Y 6	52	124	y 6	53	1	0.8

[0035] 表3から明らかなように、各点y1～y6での荷重低下量は最大で10kN程度であり、この荷重変動は最大荷重の8%程度(10%以内)であった。

このように、この筒体部についても、筒体部の受ける荷重の瞬時低下量を抑制しながら、筒体部の受ける荷重を単調増加させることができることを確認できた。

これにより、例えば自動車の衝突時における衝撃を吸収し、搭乗者の安全を確保すると共に、車体へ与える損傷も低減できることを確認できた。

[0036] 以上、本発明の実施例を説明したが、本発明は、この実施例に限定されるものでは

なく、発明の要旨を変更しない範囲での変更は可能であり、前記したそれぞれの実施例や変形例の一部又は全部を組み合わせる構成することもできる。

産業上の利用可能性

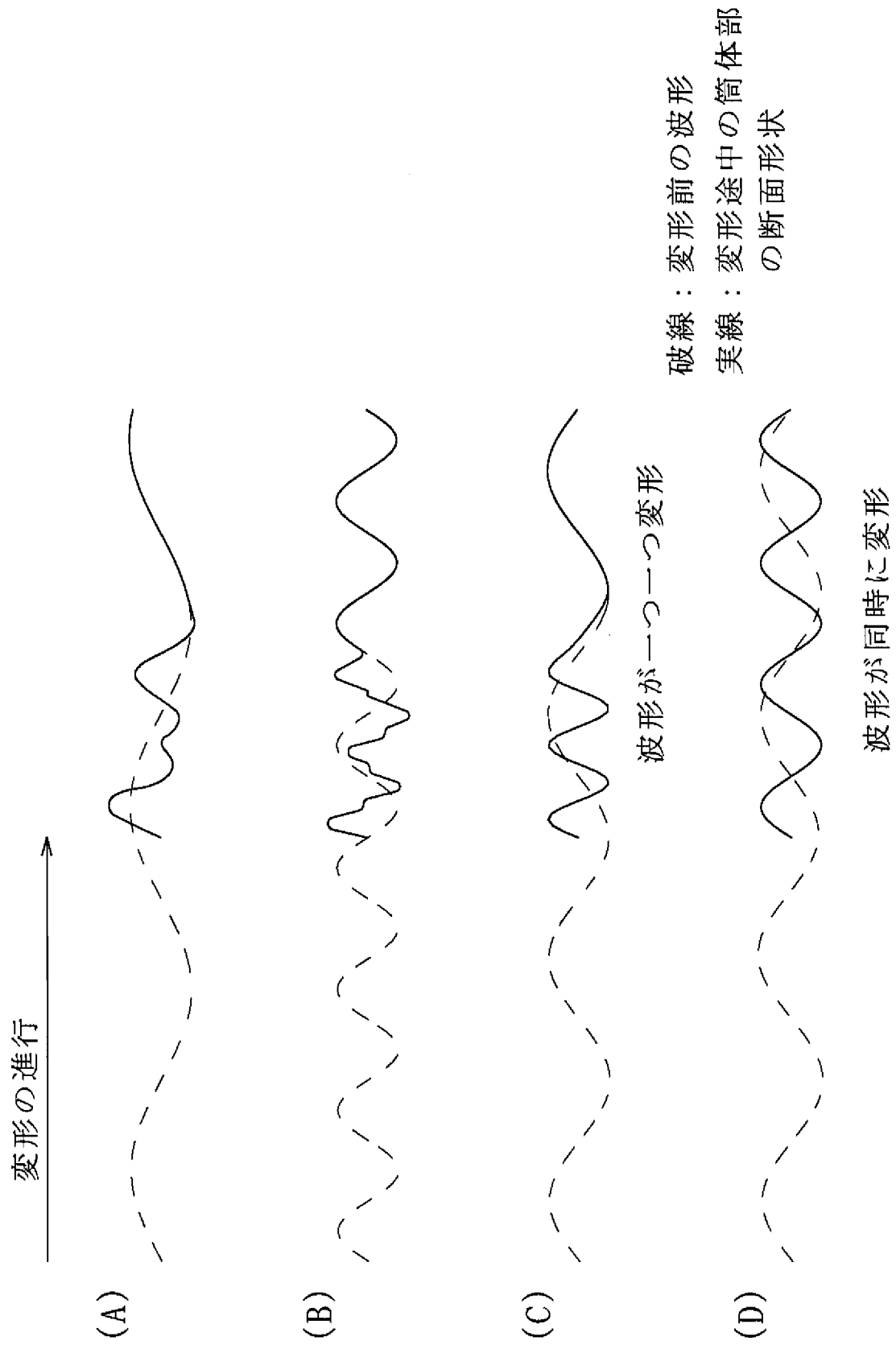
- [0037] 本発明に係る衝撃吸収部材は、側壁の縦断面形状が波形となった筒体部を有するので、筒体部に蛇腹状の塑性変形を誘起させ、衝撃荷重を受けた際の初期に発生する荷重のピークを従来よりも低減できる。また、筒体部は、波形が均等変形し、しかも筒体部の受ける荷重の瞬時低下量を従来よりも低減できるので、衝撃エネルギーの吸収性能を従来よりも向上できる。これによって、本発明に係る衝撃吸収部材を自動車に適用し、効率的に衝撃の緩和ができる。

請求の範囲

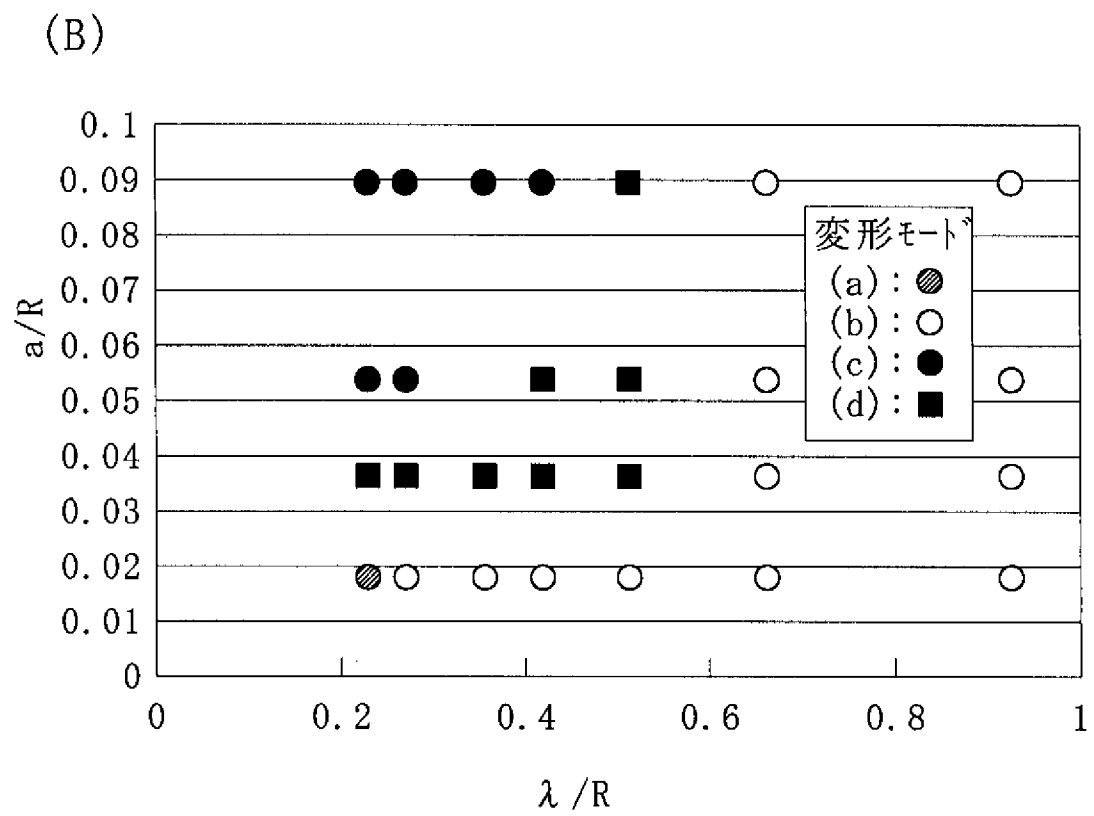
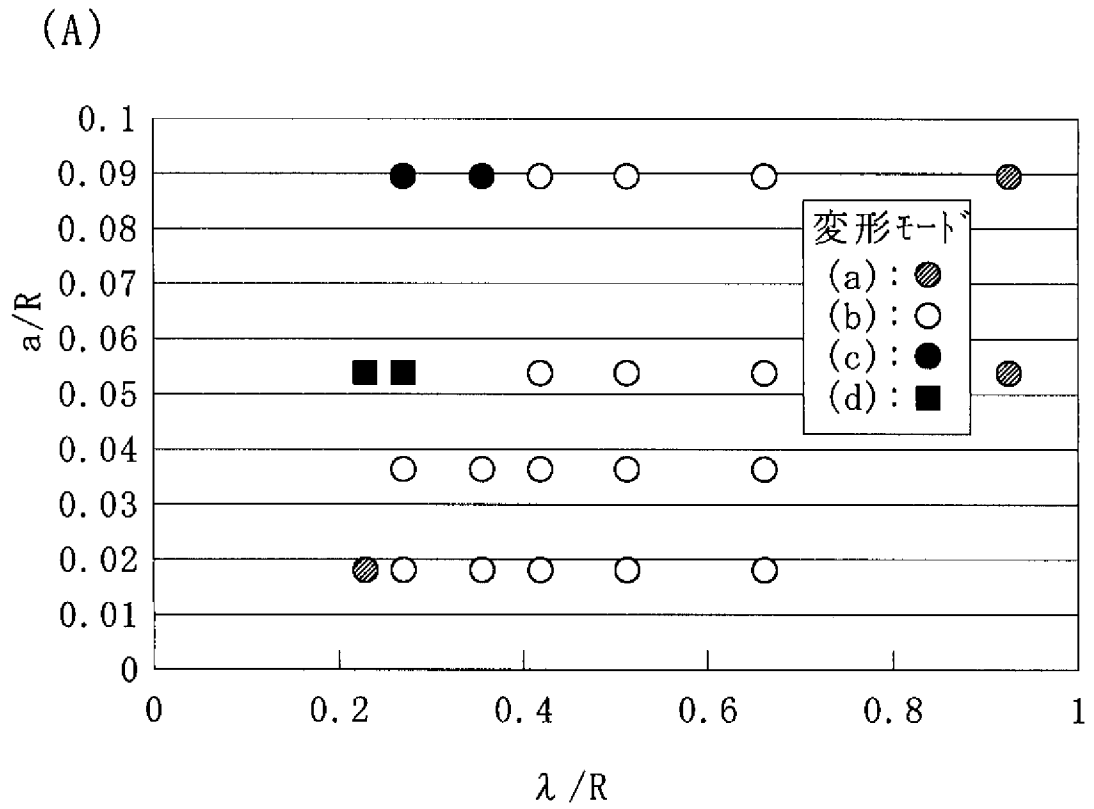
- [1] 全体が、アルミニウム合金、マグネシウム合金、鉄、及び鋼のいずれか1又は2以上の金属材からなり、側壁の縦断面形状が波形で、横断面形状が、円形、長円形、及び角部を丸くした角形のいずれか1となった筒体部を有し、衝撃荷重を受けて変形する衝撃吸収部材であって、
- 前記筒体部の横断面形状が前記円形の場合にはその平均半径、該円形以外の場合はその外周の平均長さと同一の円周を有する円形の半径を R 、前記筒体部の肉厚を t 、該筒体部に形成された波形の波長を λ 、及び該波形の振幅を a とした際に、 t/R が0.0150以上、 a/R が0.036以上、及び λ/R が0.2以上0.89以下で、前記筒体部を少なくとも一端から等速で押圧した場合、両端部を除く前記波形が均等変形し、かつ前記筒体部の受ける荷重の瞬時低下量がそれ以前に受けた最大荷重の10%以内の荷重変動を有して、前記筒体部の受ける荷重が単調増加することを特徴とする衝撃吸収部材。
- [2] 請求項1記載の衝撃吸収部材において、前記 t/R 、 a/R 、及び λ/R が、以下の関係を満足することを特徴とする衝撃吸収部材。
- (1) t/R が0.0150以上0.0179以下の場合、 a/R :0.054以上、 λ/R :0.2以上0.4以下
 - (2) t/R が0.0179超0.0357以下の場合、 a/R :0.036以上、 λ/R :0.2以上0.5以下
 - (3) t/R が0.0357超0.0537以下の場合、 a/R :0.036以上、 λ/R :0.2以上0.65以下
 - (4) t/R が0.0537超0.0714以下の場合、 a/R :0.036以上、 λ/R :0.2以上0.89以下
 - (5) t/R が0.0714超の場合、 a/R :0.036以上、 λ/R :0.2以上0.89以下
- [3] 請求項1及び2のいずれか1項に記載の衝撃吸収部材において、前記筒体部は鋳物であることを特徴とする衝撃吸収部材。
- [4] 請求項1～3のいずれか1項に記載の衝撃吸収部材において、前記筒体部の両側を除く部分には、該筒体部の内周及び外周のいずれか一方又は双方に沿って設けら

れ、該筒体部の変形に対して該筒体部の横断面形状を保持可能な1又は複数の補強部材が設けられていることを特徴とする衝撃吸収部材。

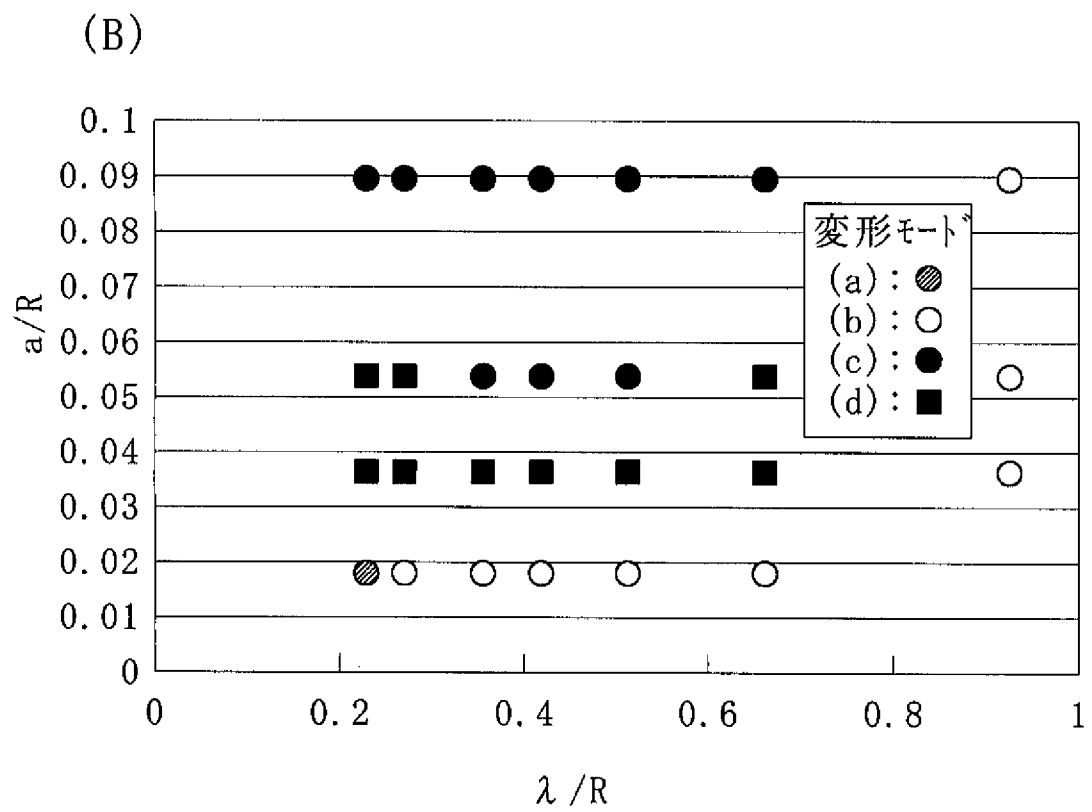
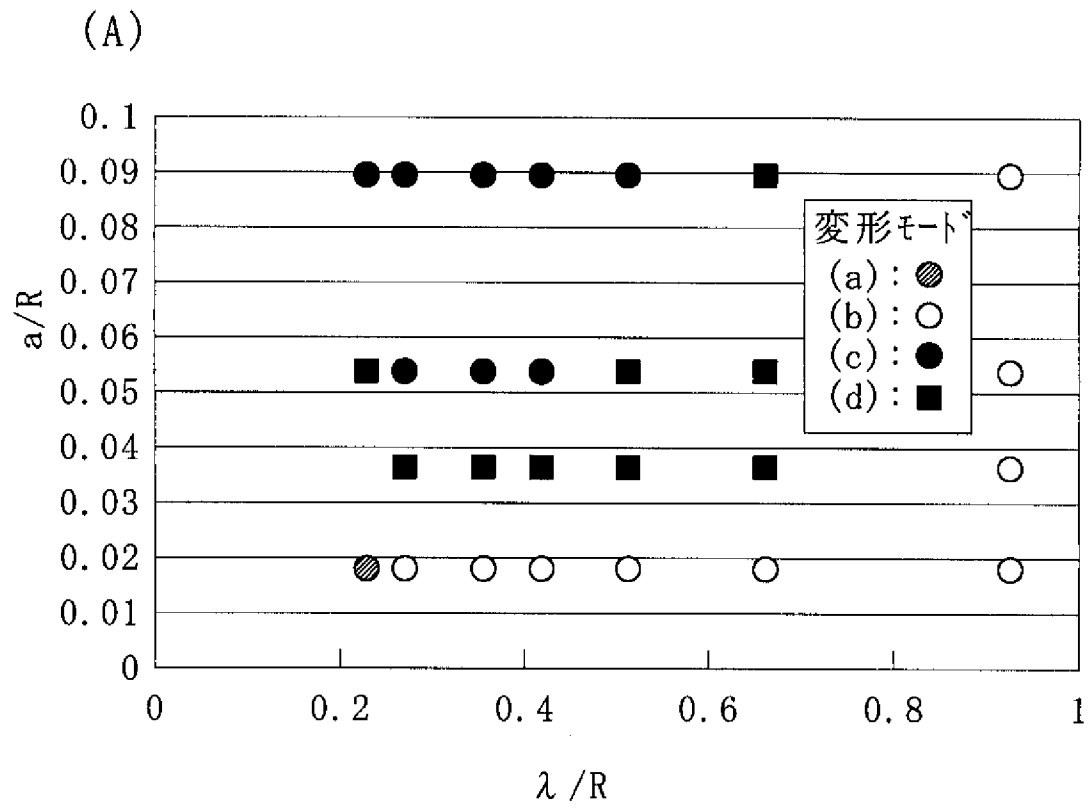
[図2]



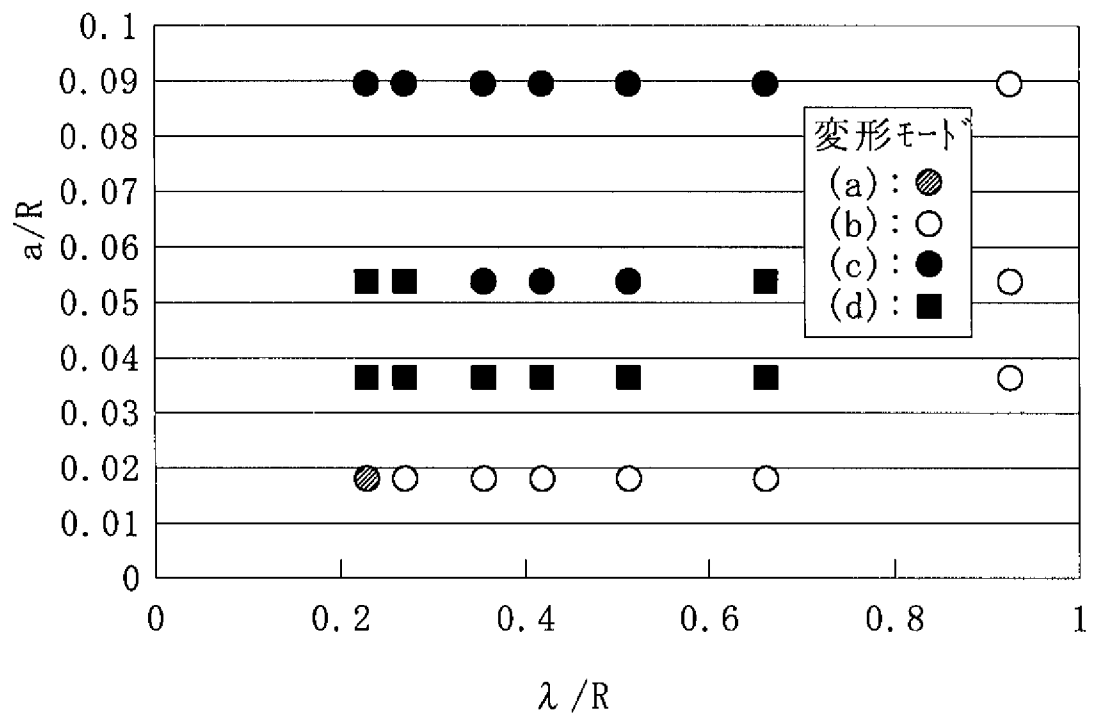
[図3]



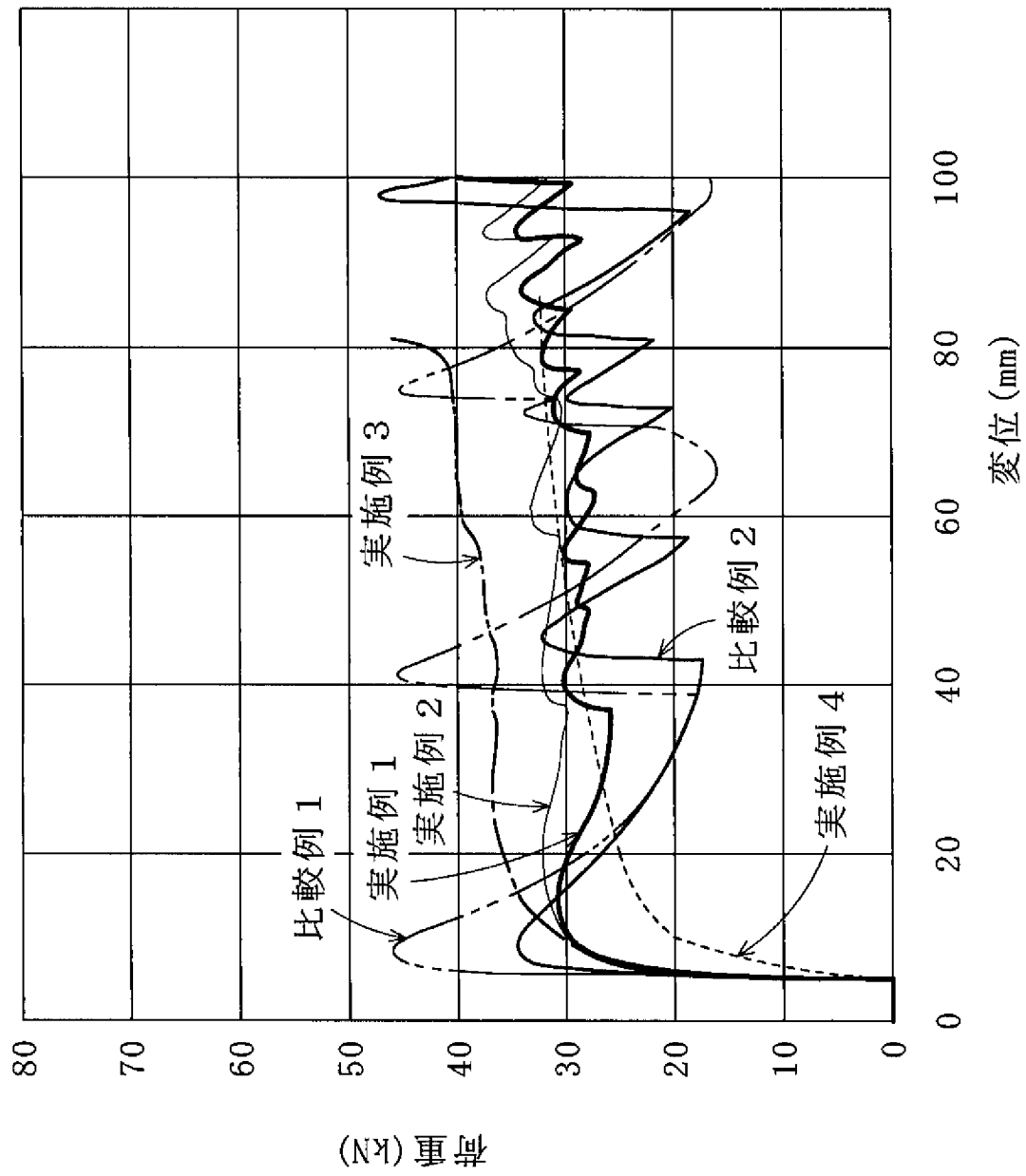
[図4]



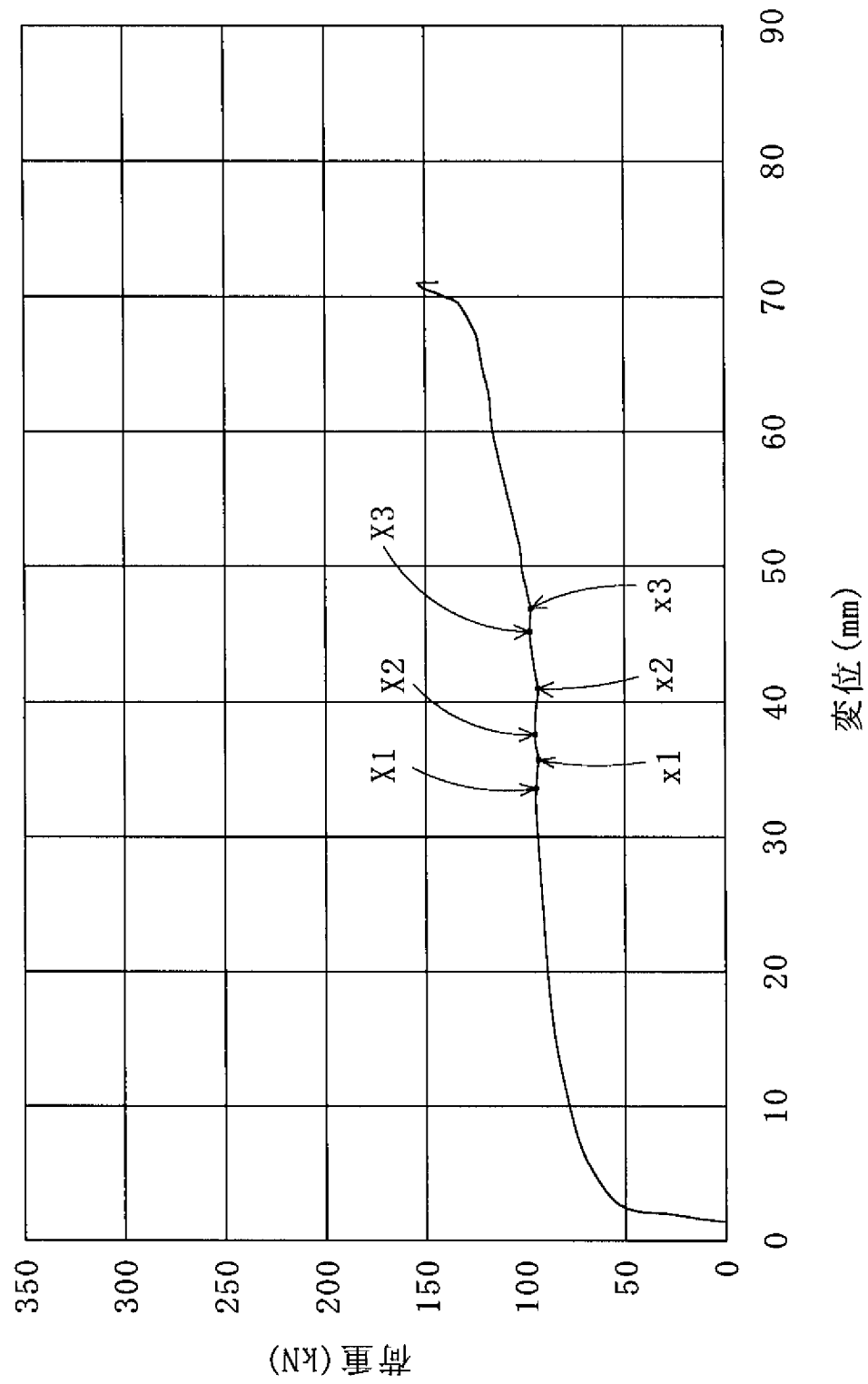
[図5]



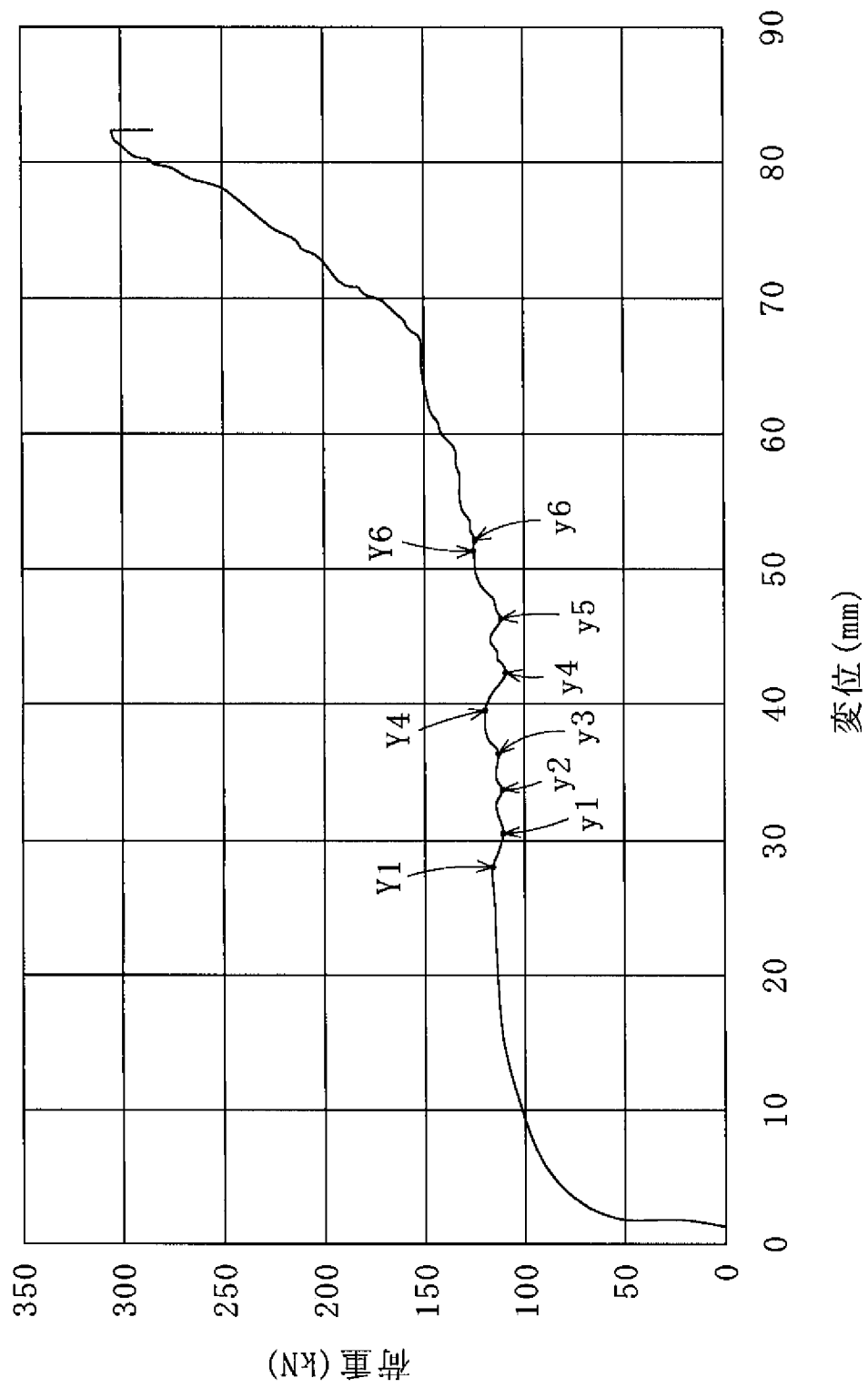
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16F7/12 (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)

F16F7/12

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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.
X Y	JP 2002-70909 A (Yugen Kaisha Biseifu), 08 March, 2002 (08.03.02), Par. Nos. [0010] to [0017]; Fig. 1 (Family: none)	1, 2 3, 4
Y	JP 2002-39245 A (Hitachi Metals, Ltd.), 06 February, 2002 (06.02.02), Par. No. [0034]; Fig. 3 (Family: none)	3
Y	JP 2005-282792 A (Fukuoka-Ken, Tokyo University of Science, Hitachi Metals, Ltd.), 13 October, 2005 (13.10.05), Par. No. [0031] (Family: none)	4

☒ 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
18 October, 2006 (18.10.06)

Date of mailing of the international search report
24 October, 2006 (24.10.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314739

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 47-45987 B1 (Fuji Machine Mfg. Co., Ltd.), 20 November, 1972 (20.11.72), Full text; all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F16F7/12(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. F16F7/12

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号
X Y	J P 2 0 0 2 - 7 0 9 0 9 A（有限会社ビーセーフ） 2 0 0 2 . 0 3 . 0 8 , 段落【0 0 1 0】乃至【0 0 1 7】，第1図 （ファミリーなし）	1, 2 3, 4
Y	J P 2 0 0 2 - 3 9 2 4 5 A（日立金属株式会社） 2 0 0 2 . 0 2 . 0 6 , 段落【0 0 3 4】，第3図（ファミリーなし）	3
Y	J P 2 0 0 5 - 2 8 2 7 9 2 A（福岡県，学校法人東京理科大学，日立金属株式会社）2 0 0 5 . 1 0 . 1 3 , 段落【0 0 3 1】	4

☒ 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

18.10.2006

国際調査報告の発送日

24.10.2006

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100-8915
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）

藤村 聖子

3W

9425

電話番号 03-3581-1101 内線 3368

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 請求の範囲の番号
A	(ファミリーなし) J P 4 7 - 4 5 9 8 7 B 1 (富士機工株式会社) 1 9 7 2 . 1 1 . 2 0 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 4