

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5575991号
(P5575991)

(45) 発行日 平成26年8月20日 (2014. 8. 20)

(24) 登録日 平成26年7月11日 (2014. 7. 11)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 1 K 1/22 (2006. 01)	B 2 1 K 1/22
F O 1 L 3/20 (2006. 01)	F O 1 L 3/20 B
C 2 2 F 1/10 (2006. 01)	C 2 2 F 1/10 A
C 2 2 F 1/00 (2006. 01)	C 2 2 F 1/00 6 2 4
	C 2 2 F 1/00 6 9 1 B
請求項の数 2 (全 17 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2013-538408 (P2013-538408)	(73) 特許権者	000227157
(86) (22) 出願日	平成23年10月14日 (2011. 10. 14)		日鍛バルブ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/073652		神奈川県秦野市曽屋 5 1 8 番地
(87) 国際公開番号	W02013/054437	(74) 代理人	100087826
(87) 国際公開日	平成25年4月18日 (2013. 4. 18)		弁理士 八木 秀人
審査請求日	平成26年2月6日 (2014. 2. 6)	(74) 代理人	100139745
			弁理士 丹波 真也
早期審査対象出願		(74) 代理人	100168088
			弁理士 太田 悠
		(72) 発明者	倉橋 一憲
			神奈川県秦野市曽屋 5 1 8 番地 日鍛バルブ株式会社内
		(72) 発明者	三上 真行
			神奈川県秦野市曽屋 5 1 8 番地 日鍛バルブ株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 内燃機関用バルブの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ダイスとパンチを備えた一次鍛造用金型によって、軸端部の球状膨出部に鍛造を施して円盤形状の傘部を成形する一次鍛造工程と、前記一次鍛造により成形された円盤形状傘部の余肉の厚さを切削により調整する余肉調整工程と、ダイスとパンチを備えた二次鍛造用金型によって、内燃機関のバルブシートに接触するバルブの傘部フェースに対応する前記円盤形状傘部の周縁部にその内周側から外周側に向けてスベリ変形が生じる鍛造を施して、バルブの傘部フェースを成形する二次鍛造工程とを備えた内燃機関用バルブの製造方法において、

前記一次鍛造用金型のダイスに形成された、前記円盤形状傘部を成形する成形面には、前記バルブの傘部フェースに対応するテーパ状成形面が周設されて、

前記一次鍛造工程では、前記円盤形状の傘部を成形すると同時に、該円盤形状傘部の周縁部にバルブの傘部フェースに対応する、後の二次鍛造を施すための所定のテーパ面を成形し、

前記余肉調整工程においては、前記一次鍛造により成形された円盤形状傘部の前面側だけを切削する、

ことを特徴とする内燃機関用バルブの製造方法。

【請求項 2】

前記一次鍛造用金型のダイスに設けられた、前記バルブの傘部フェースに対応するテーパ状成形面の傾斜角は、前記二次鍛造用金型のダイスに形成された前記バルブの傘部フェー

10

20

ス成形用の押圧成形面の傾斜角より幾分小さい所定角度に構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関用バルブの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、内燃機関用バルブの製造方法に係り、特に、素材にスベリ変形が生じる鍛造を傘部フェースに施すことで、傘部フェースの硬度を向上させる内燃機関用バルブの製造方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

内燃機関用の吸、排気バルブの傘部フェースは、バルブシートと接触して燃焼室を開閉するという重要な部位であるために、耐磨耗性や高温耐食性が要求されている。そして、鍛造の温度条件や加工率を特定することで耐磨耗性や高温耐食性を改善しようとする試みは、これまでに数多く提案されている。しかし、これらの提案では、傘部フェースの硬度が不足し、傘部フェースへ燃焼残渣が食い込み、圧痕が発生して、耐吹き抜け性が悪化し、特に、低質燃料を使用するディーゼルエンジンにおいて、顕著であった。

【0003】

このような問題に 대응するべく、下記特許文献 1 が提案されている。

【0004】

20

ここには、析出硬化型 Ni 基合金を素材として使用し、この素材に 20～500℃の温度範囲内で、傘部フェースの内周側から外周側に向けてスベリ変形が生じる鍛造を施すというバルブの製造方法が開示されている。

【0005】

傘部フェースの硬度が大幅に向上し、燃焼残渣による圧痕が非常に付き難くなり、耐吹き抜け性が向上すると同時に、耐磨耗性も大きく向上する。また、硬度の向上範囲を、外周側で深く、かつ、内周側で浅くすることができ、バルブ寿命が大幅に延長する、というものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0006】

【特許文献 1】特開平 8-61028 号（段落 0007、0012、0014～0018、0029、図 1、5）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、近年の排ガス規制に対応するため、燃焼圧が向上する等エンジン技術が変化し、これに伴ってバルブ（傘部フェース）の使用環境も厳しくなっている。即ち、内燃機関用の吸、排気バルブの傘部フェースには、さらなる耐磨耗性や高温耐食性が要求されているものの、特許文献 1 の方法によって達成できる傘部フェースの硬度の向上（傘部フェースの耐磨耗性や高温耐食性の向上）には限界があった。

40

【0008】

発明者がその原因について詳しく検討したところ、傘部フェースの内周側から外周側に向けてスベリ変形が生じる鍛造を施す工程に先立って行われる、切削により傘部の余肉を調整する余肉調整工程において、バルブ中間品の円盤形状傘部の周縁部を切削によりテーパ形状に切削することが問題であることがわかった。

【0009】

詳しくは、バルブの製造方法は、軸端部に一体的に形成されている球状膨出部を鍛造して円盤形状傘部に成形する一次鍛造工程と、バルブ中間品の円盤形状傘部の周縁部をテーパ形状に切削する等の余肉調整工程と、円盤形状傘部の周縁部テーパ部にスベリ変形が生じ

50

る鍛造を施す二次鍛造工程とを備えている。

【0010】

そして、一次鍛造により成形された円盤形状傘部周縁の表層部では、図12(a)に示すように、表面に沿って層状に形成された鍛流線が緻密になって、その硬度がある程度高められている。しかし、余肉調整工程において、図12(a)仮想線L1-L1に示されるように、円盤形状傘部の周縁角部がテーパ形状に切削されると、表面に沿って層状に形成されている鍛流線が切れて、硬度の低い内層部がテーパ面に露呈する。

【0011】

このため、二次鍛造工程において、円盤形状傘部の周縁テーパ部に内周側から外周側に向けてスベリ変形が生じる鍛造を施したとしても、図12(b)に示されるように、鍛流線の切れた内層部が成形面に露呈する形態は変わらず、傘部フェースの硬度は十分に高くない。

10

【0012】

そこで、発明者は、二次鍛造工程に供給されるバルブ中間品の円盤形状傘部の周縁テーパ部が一次鍛造された形態そのままであれば、鍛流線が緻密に形成されている周縁テーパ部が二次鍛造されることで、成形面である傘部フェースにおける鍛流線がより緻密になって、それだけ傘部フェースの硬度が高くなると考えた。

【0013】

そして、二次鍛造工程に供給されるバルブ中間品の円盤形状傘部の周縁テーパ部が一次鍛造された形態そのままであるためには、一次鍛造工程で、バルブ中間品の円盤形状傘部周縁にテーパ部を成形するように鍛造すればよいし、切削工程では、バルブ中間品の円盤形状傘部の周縁角部の切削（テーパ部の形成）を省くことができる、と考えた。

20

【0014】

そして、バルブ中間品の円盤形状傘部周縁にテーパ部を成形できるように、一次鍛造用の金型（ダイス）を試作し、この金型（ダイス）をバルブの製造方法に適用して、その効果を検証したところ、図10、11、13、14に示すように、傘部フェースを高硬度化する上で有効であることが確認されたので、今回の出願に至ったものである。

【0015】

本発明は、前記した従来の問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、傘部フェースが高硬度化されることで耐吹き抜け性と耐磨耗性とを十分に向上させることができる内燃機関用バルブの製造方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0016】

前記目的を達成するために、請求項1に係る内燃機関用バルブの製造方法においては、ダイスとパンチを備えた一次鍛造用金型によって、軸端部の球状膨出部に鍛造を施して円盤形状の傘部を成形する一次鍛造工程と、前記一次鍛造により成形された円盤形状傘部の余肉の厚さを切削により調整する余肉調整工程と、ダイスとパンチを備えた二次鍛造用金型によって、内燃機関のバルブシートに接触するバルブの傘部フェースに対応する前記円盤形状傘部の周縁部にその内周側から外周側に向けてスベリ変形が生じる鍛造を施して、バルブの傘部フェースを成形する二次鍛造工程とを備えた内燃機関用バルブの製造方法において、

40

前記一次鍛造用金型のダイスに形成された、前記円盤形状傘部を成形する成形面には、前記バルブの傘部フェースに対応するテーパ状成形面が周設されて、

前記一次鍛造工程では、前記円盤形状の傘部を成形すると同時に、該円盤形状傘部の周縁部にバルブの傘部フェースに対応する、後の二次鍛造を施すための所定のテーパ面を成形し、

前記余肉調整工程においては、前記一次鍛造により成形された円盤形状傘部の前面側だけを切削する構成とした。

【0017】

（作用）内燃機関用バルブは、軸端部に傘部が一体的に形成され、傘部の背面側の周縁

50

部には、内燃機関のバルブシートに接触するテーパ形状の傘部フェースが形成されている。

【0018】

従来の方法では、一次鍛造により円盤形状に成形された傘部は、余肉調整工程によって、傘部の周縁部をテーパ形状に加工された後に、二次鍛造工程に送られるのに対し、本発明方法では、一次鍛造工程において、円盤形状傘部を成形すると同時に、円盤形状傘部の周縁にバルブの傘部フェースに対応するテーパ部を成形する。

【0019】

このため、一次鍛造工程後のバルブの余肉調整工程では、従来の余肉調整工程で行っていた、円盤形状傘部の周縁部にバルブの傘部フェースに対応するテーパ部を形成する作業（円盤形状傘部の周縁部をテーパ形状に切削する作業）が不要になる。

10

【0020】

また、二次鍛造工程前に行う余肉調整工程では、バルブ中間品の円盤形状傘部の周縁角部をテーパ形状に切削しない分、素材を節約できるし、余肉調整工程に要す時間も短縮される。

【0021】

また、従来の余肉調整工程では、図12(a)に示すように、一次鍛造により、円盤形状傘部の周縁部における鍛流線が緻密になって、円盤形状傘部周縁部における硬度がある程度高められる。しかし、図12(a)の符号L1-L1で示すように、断面矩形状の周縁角部がテーパ形状に切削されることで、表面に沿って層状に形成された外側の鍛流線が切れて、テーパ面に内側の鍛流線（硬度の低い内層部）が露呈した形態となる。このため、二次鍛造工程において、円盤形状傘部のテーパ面を含む周縁部に内周側から外周側に向けてスベリ変形が生じる鍛造を施したとしても、図12(b)に示すように、鍛流線の切れた内層部が成形面に露呈するという形態は変わらず、成形面であるバルブの傘部フェースの硬度は、一次鍛造した成形面をそのまま二次鍛造する場合に比べると、幾分低くなる。

20

【0022】

一方、本発明方法では、二次鍛造工程に供給されるバルブ中間品の円盤形状傘部の周縁部は、一次鍛造により成形された形状（円盤形状傘部周縁にテーパ部が成形された形状）そのままである。即ち、図4(b)に示すように、緻密な鍛流線が層状に形成された表層部で構成されている円盤形状傘部の周縁テーパ部が二次鍛造される。このため、二次鍛造工程において、円盤形状傘部周縁のテーパ部を含む領域に内周側から外周側に向けてスベリ変形が生じる鍛造が施されることで、図4(c)に示すように、成形面であるバルブの傘部フェースを構成する表層部における鍛流線がさらに緻密となって、バルブの傘部フェースの硬度が十分に高められる。

30

【発明の効果】

【0023】

以上の説明から明らかなように、本発明にかかる内燃機関用バルブの製造方法によれば、傘部フェースの高硬度化により耐吹き抜け性と耐磨耗性とが十分に向上した内燃機関用バルブを製造できる。

40

【0024】

また、余肉調整工程で切削除去される余肉が大幅に減少するので、それだけバルブの素材（材料）の無駄を減らすことができる。

【0025】

また、余肉調整工程に要す時間が短縮される分、バルブの製造に要す時間も短縮されるので、バルブの量産に有効である。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明に係る製造方法によって製造された内燃機関用ポペットバルブの側面図である。

50

【図 2】本発明の実施例方法 1 によってポペットバルブを製造する全工程を示す図で、(a) はバルブの据え込み工程を示す図、(b) は傘部を熱間鍛造（一次鍛造）する工程を示す図、(c) は傘部の余肉部の厚さを調整する余肉調整工程を示す図、(d) は傘部を再鍛造（二次鍛造）する工程を示す図、(e) は傘部表面を切削する仕上げ工程を示す図、(f) は傘部表面を研削する仕上げ工程を示す図である。

【図 3】実施例方法 1 によって製造されたバルブの傘部の拡大側面図で、(a) は一次鍛造工程後、(b) は余肉調整工程後、(c) は二次鍛造後の傘部の外形をそれぞれ示す図である。

【図 4】(a) は一次鍛造用の金型に設けた傘部成形面を示すダイスの拡大縦断面図、(b) は一次鍛造により成形された傘部における鍛流線を示す図、(c) は二次鍛造により成形された傘部における鍛流線を示す図である。

【図 5】二次鍛造用の金型を構成するダイスの斜視図である。

【図 6】同ダイスに設けた押圧部（押圧成形面）の平面図である。

【図 7】同ダイスの縦断面図（図 6 に示す線 VII-VII に沿う断面図）で、(a) は傘部を二次鍛造する前の状態、(b) は傘部を二次鍛造した後の状態、(c) はバルブ中間品の傘部を押圧部から離間させた状態を示す図である。

【図 8】同ダイスの縦断面図（図 6 に示す線 VIII-VIII に沿う断面図）である。

【図 9】硬度測定試験で測定したバルブの傘部フェースにおける測定位置を説明する説明図である。

【図 10】実施例方法 1 と比較例方法 1 によってそれぞれ製造したバルブ（傘径 70 mm）の傘部フェースでの硬度試験の測定結果を示す説明図で、(a) は実施例方法 1 で製造したバルブの測定結果表、(b) は比較例方法 1 で製造したバルブの測定結果表、(c) は (a)、(b) の測定結果を示すグラフである。

【図 11】実施例方法 2 と比較例方法 2 によってそれぞれ製造したバルブ（傘径 160 mm）の傘部フェースでの硬度試験の測定結果を示す説明図で、(a) は実施例方法 1 で製造したバルブの測定結果表、(b) は比較例方法 2 で製造したバルブの測定結果表、(c) は (a)、(b) の測定結果を示すグラフである。

【図 12】比較例方法 1 を説明する説明図で、鍛造されたバルブ中間品の円盤形状傘部に形成される鍛流線を示し、(a) は一次鍛造後の余肉調整工程における切削位置を示す図、(b) は二次鍛造後の傘部に形成された鍛流線を示す図である。

【図 13】実施例方法 3 によって製造したバルブ（傘径 70 mm）の傘部フェースでの硬度試験の測定結果を示す説明図で、(a) は測定結果表、(b) は (a) の測定結果を示すグラフである。

【図 14】実施例方法 4 によって製造したバルブ（傘径 160 mm）の傘部フェースでの硬度試験の測定結果を示す説明図で、(a) は測定結果表、(b) は (a) の測定結果を示すグラフである。

【図 15】従来の二次鍛造用の金型（ダイス）の縦断面図である。

【図 16】従来の一次鍛造用の金型（ダイス）の縦断面図である。

【図 17】従来の傘部の余肉調整工程を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の実施例方法を添付図面を参照して詳細に説明する。

【0028】

図 1 における符号 10 は、本発明に係る製造方法によって製造された内燃機関用ポペットバルブで、析出硬化型 Ni 基合金（例えば、NCF80A や NCF751）等の耐熱合金で構成され、弁棒 11 の先端側に傘部 12 が首部 14 および R 部 15 を介して一体的に形成されている。傘部 12 の背面側には、R 部 14 に連なり、燃焼室 S に開口する排気ポート（または吸気ポート）18 の周縁部に設けられたバルブシート 19 と接触するフェース 16 が形成されている。

【0029】

図2は、図1に示すポペットバルブ10を製造する第1の実施例方法（以下、実施例方法1という）の全工程を示す図で、析出硬化型Ni基合金であるNCF80A製の棒状素材に対し、この図2（a）～（f）に示すそれぞれの加工を順次施すことでポペットバルブ10を製造できる。

【0030】

詳しくは、まず、図2（a）に示す据え込み工程において、一對の電極24a，24b間に電圧を与えて加熱（例えば約1100℃）したNCF80A製の棒状の素材を、軸方向に加圧して傘部を所定の球状に加工するとともに、次の熱間鍛造のために、傘部に余熱を与える。この据え込み工程終了後のバルブ中間品を符号W1で示す。

【0031】

次に、図2（b）に示す熱間鍛造工程（一次鍛造工程）では、所定の成形面22cが設けられたダイス22と、ダイス22に挿入されたバルブ中間品W1の球状の傘部前面を押圧するパンチ28で構成した金型20を用いて、据え込み工程で据え込んだ素材W1の球状傘部を熱間鍛造により、所定の形状（円盤形状）に成形する。この熱間鍛造工程終了後のバルブ中間品を符号W2で示す。バルブ中間品W2の円盤形状傘部の周縁部には、バルブ10の傘部フェース16に対応するテーパ面16aが成形される（図3（a）参照）。

【0032】

次に、図2（c）に示す余肉調整工程では、バルブ中間品W2を回転させつつ、切削工具30を使って、円盤形状傘部の前面を切削して、傘部の余肉部の厚さを調整する（図3（b）参照）。この切削工程終了後のバルブ中間品を符号W3で示す。なお、図3（b）の仮想線は、円盤形状傘部の切削された傘部前面側の余肉部を示す。

【0033】

次に、図2（d）に示す再鍛造工程（二次鍛造工程）では、所定の押圧成形面44が設けられたダイス42と、ダイス42に挿入されたバルブ中間品W3の円盤形状傘部前面を押圧するパンチ48で構成した金型40を用いて、バルブ中間品W3のテーパ面16aを含む円盤形状傘部周縁部を20～500℃の温度範囲内で鍛造して、バルブ中間品W4の傘部フェース16を成形する（図3（c）参照）。

【0034】

次に、図2（e）に示す切削工程では、バルブ中間品W4を回転させつつ、切削工具34，35，36を使って、傘部フェース，首下R部，軸部およびコッター溝11aの旋盤による荒加工を行い、最後に、図2（f）に示すように、バルブ中間品W4を回転させつつ、研削工具37，38を使って、傘部フェース16および軸部11を設計値どおりの粗さに仕上げる（研削盤による仕上げ加工を施す）ことで、図1に示すバルブ10が完成する。

【0035】

以下、図2（b）に示す一次鍛造工程に用いる金型20（ダイス22）について、図4（a），（b），（c）を参照して詳しく説明する。

【0036】

図2（b）および図4（a）に示すように、ダイス22の中央には、バルブ中間品W2の軸部が挿通できる上下に延びる孔22aが設けられ、ダイス22の内側には、孔22aから連続してダイス前端面22bに開口する、バルブ中間品W2の円盤形状傘部の外形を成形する成形面22cが形成され、成形面22cには、円盤形状傘部周縁部にバルブ10の傘部フェース16に対応するテーパ面16aを成形するテーパ状成形面22c1が周設されている。

【0037】

テーパ面16aは、後の二次鍛造（図2（d）参照）の際に、バルブ中間品W3の円盤形状傘部フェース側にその内周側から外周側に向けたスベリ変形が効率よくかつスムーズに発生するようにするためのもので、テーパ面16a（ダイス22のテーパ状成形面22c1）の傾斜角 $\theta 1$ は、二次鍛造用の金型40（ダイス42）に形成されている押圧凸部43の押圧成形面44（バルブ10の傘部フェース16）の傾斜角 $\theta 2$ （例えば30度）より

10

20

30

40

50

幾分小さい角度（例えば10度）であることが望ましい。

【0038】

そして、実施例方法1では、二次鍛造に先立って行われる一次鍛造工程において、バルブ中間品W2の傘部周縁部が二次鍛造に最適なテーパ形状に成形されるので、図2(c)に示す、一次鍛造工程後に行う傘部の余肉部の厚さを調整する余肉調整工程では、バルブ中間品W2の傘部の前面側だけを切削すればよい(図3(b)仮想線参照)。

【0039】

即ち、従来のバルブの製造方法では、一次鍛造後の傘部の余肉部の厚さを調整する余肉調整工程において、後の二次鍛造でバルブ中間品の円盤形状傘部周縁の内周側から外周側に向けたスベリ変形が効率よくかつスムーズに発生するように、バルブ中間品の円盤形状傘部周縁部に所定のテーパ面16aを切削によって形成していたが、本実施例方法では、一次鍛造工程において、バルブ中間品の円盤形状傘部の周縁に所定のテーパ面16aが成形されるので、図2(c)に示す余肉調整工程では、切削する部位および切削量が少ない分、素材を節約できるし、余肉調整工程に要す時間も短くなる。

【0040】

また、金型20を用いた一次鍛造により成形されたバルブ中間品W3の円盤形状傘部の周縁テーパ面16aには、図4(b)に示すように、硬度の高い緻密な鍛流線が積層する表層部がそのまま露呈して、テーパ面16aにおける硬度が高められている。そして、その後、円盤形状傘部の周縁テーパ面16aを含む領域に、図2(d)に示す二次鍛造が施されることで、図4(c)に示すように、成形面であるバルブの傘部フェース16の表層部における鍛流線がさらに緻密となって、バルブ10の傘部フェース16における硬度はいっそう高められる。

【0041】

次に、図2(d)に示す再鍛造(二次鍛造)工程に用いる金型40(ダイス42)について、図5～図8を参照して詳しく説明する。

【0042】

ダイス42の中央には、バルブ中間品W3の軸部が挿通できる上下に延びる孔42aが設けられるとともに、孔42aから連続してダイス前端面42bに開口するスカート状領域42cの内側には、傘部成形用の押圧凸部43が周方向等分3箇所にて設けられている。詳しくは、従来の二次鍛造用金型のダイス1(図15参照)内側に周設されている傘部成形用の押圧凸部2の周方向等分3箇所にて、周方向に延在する押圧凸部2(押圧面2a)を半径方向に横切る凹溝46を設けるようにしたものである。即ち、ダイス42の内側には、傘部フェース16成形用の平面視円弧状(扇状)の押圧凸部43(押圧成形面44)と平面視円弧状(扇状)の凹溝46が周方向に交互に設けられた構造となっている。

【0043】

凹溝46は、図5,7に示すように、その底面46aがスカート状領域42cに連続する面で構成されて、押圧凸部43がスカート状領域42cおよび凹溝底面46aから突出するように形成されているが、押圧凸部43の高さ(段差)は、バルブ中間品W3の円盤形状傘部に鍛造を施す際に、スカート状領域42c(凹溝底面46a)とバルブ中間品W3の傘部とが確実に緩衝しない所定の高さに形成されている。

【0044】

押圧凸部43は、図7(a)に示すように、ダイス42の前端面42bに対し45度でダイス中心Oに向かって斜め下方に傾斜する半径方向外側の第1のテーパ面43aと、第1のテーパ面43aに対し15度上向きでダイス中心Oに向かって斜め下方に傾斜する、半径方向内側の第2のテーパ面43bを備え、ダイス42の前端面42bに対し30度傾斜する第2のテーパ面43bが傘部フェース16を成形する押圧成形面44を構成している。

【0045】

また、押圧成形面44は、図6に示すように、ダイス中心Oに対し平面視45度の扇型に、凹溝46はダイス中心Oに対し平面視75°の扇型にそれぞれ形成され、押圧凸部4

10

20

30

40

50

3のテーパ状押圧成形面44(43b)と凹溝46の底面46a間の段差面45は、図8に示すように、水平面に対し30度の傾斜面(鉛直面に対し左右60度の傾斜面)で構成されている。

【0046】

特に、段差面45の水平面(鉛直面)に対する傾斜は、図8に示すように、効率よく素材を塑性変形させるとともに、金型40(ダイス42)を長期間使用できるように、30度(60度)に設定されている。即ち、段差面45の水平面(鉛直面)に対する傾斜は、25度未満(65度を超える)では、二次鍛造時の素材に作用する単位面積当たりの押圧凸部43による押圧力(押圧応力)が低下して、塑性変形が素材の深層部まで及ばない。一方、45度を超える(45度未満)では、押圧凸部43の押圧成形面44(43b)と段差面45との分岐部における摩滅が激しく、長期間の使用に適さない。

10

【0047】

このため、段差面45の水平面(鉛直面)に対する傾斜は、25度(65度)~45度(45度)の範囲が望ましく、最適な角度30度(60度)に設定されている。

【0048】

また、ダイス42中央の孔42aには、図7(b)に示すように、二次鍛造後のバルブ中間品W4の軸端部を突き押しして、バルブ中間品W4をダイス42の上方に押し出すエジェクタピン50が設けられている。

【0049】

このエジェクタピン50は、二次鍛造終了後のバルブ中間品W4を取り出す際に使用されることは勿論であるが、図7(c)に示すように、パンチ48の押圧動作後の上昇動作に連係して、バルブ中間品W4の軸端部を突き押しして所定距離だけ上昇して、バルブ中間品W4の傘部を押圧凸部43から所定距離Hだけ離間した位置に保持するという作用もある。そして、ダイス42の上方所定位置に保持されたバルブ中間品W4の傘部を、作業者が手で金型40(ダイス42)に対し所定角度だけ回転させた後に、傘部が押圧凸部43に当接する元の位置までエジェクタピン50を下降させれば、バルブ中間品W4の傘部における押圧凸部43による押圧位置が周方向に所定角度だけずれた形態となる。

20

【0050】

即ち、ダイス42には押圧凸部43と凹溝46が周方向に交互に連続して設けられているため、パンチ48の押圧動作によって、バルブ中間品W3の傘部側には素材が塑性変形する部位と塑性変形しない部位が周方向に交互に形成されるが、例えば、パンチ48の押圧動作に連係して、バルブ中間品W3を金型40(のダイ42)に対し所定角度(例えば、60度)回転させて、バルブ中間品W3の傘部における押圧凸部43の押圧位置を周方向に所定角度ずれるようにして、バルブ中間品W3の傘部フェース側を鍛造すれば、5~6回程のパンチ48の昇降動作(押圧動作)で、バルブ中間品W3の傘部フェース全周をほぼ均一に成形できる。

30

【0051】

また、金型40を用いた二次鍛造では、パンチ48を介してバルブ中間品W3の傘部フェース側をダイス42の押圧凸部43に押圧すると、円盤形状傘部の周縁テーパ面16aがその内周側から外周側に向けたスベリ変形を伴って塑性変形する。

40

【0052】

特に、円盤形状傘部の周縁テーパ面16a含む領域を塑性変形させるフェース成形用の押圧凸部43(押圧成形面44)の総面積が、図15に示すような、従来の二次鍛造に用いられる金型(ダイス1)に周設されている押圧凸部2(傘部フェースに対応する所定巾の円環状の押圧面2a)の総面積に比べて凹溝の面積相当分小さいため、押圧凸部43(押圧成形面44)を介して素材に作用する単位面積あたりの押圧力(押圧応力)がそれだけ大きい。このため、パンチ48の押圧動作1回当たりの素材の深さ方向の塑性変形量は従来の金型(ダイス1)に比べて大きく、それだけ傘部フェース16の深層部まで硬度を高めることができる。

【0053】

50

次に、実施例方法 1 (2) と比較例方法 1 (2) によってそれぞれ製造した傘径 70 mm (傘径 160 mm) のバルブの傘部フェースでの硬度試験の測定結果を図 10 (11) に示す。なお、比較例方法 1 (2) は、図 2 (b) に示す一次鍛造工程と、図 2 (c) に示す余肉調整工程とが、図 2 に示す実施例方法 1 (2) と相違し、その他の工程については前記した実施例方法 1 (2) と何ら変わるものではないが、比較例方法 1 (2) は、図 5 に示す金型 40 (ダイス 42) を用いて図 2 (d) に示す二次鍛造を行うという点で、従来方法と異なる。

【0054】

即ち、比較例方法 1 (2) では、図 2 (b) に示す一次鍛造用の金型 20 (ダイス 22) に代えて、図 16 に示す、円盤形状傘部の外形を成形する成形面 22c' が設けられた金型 20' (ダイス 22') を用いて一次鍛造を行う。詳しくは、実施例方法 1 (2) で用いる金型 20 (ダイス 22) には、図 4 (a) に示すように、円盤形状傘部の外形を成形する成形面 22c が形成され、成形面 22c には、円盤形状傘部周縁部にテーパ面 16a を成形するテーパ状成形面 22c1 が設けられているが、比較例方法 1 (2) で用いる金型 20' (ダイス 22') の成形面 22c' には、テーパ状成形面 22c1 が設けられていない。

【0055】

そのため、比較例方法 1 (2) では、一次鍛造後の余肉調整工程において、図 17 に示すように、バルブ中間品 W2 を回転させつつ、切削工具 30, 32 を使って、円盤形状傘部の背面側、周縁部および前面を切削して、円盤形状傘部の周縁にテーパ面 16a を形成する必要がある。

【0056】

また、この硬度試験では、図 9 に示すように、バルブ完成品の傘部フェース 16 相当部分の巾方向の中心と、巾方向外周側の 1 mm 巾内の点、巾方向内周側の 1 mm 巾内の点にそれぞれ測定点を設定し、これらの各測定点における深さが 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 mm の点についてビッカース硬度計で硬度を測定した。

【0057】

そして、図 10 に示した硬度試験の結果を見ると、実施例方法 1 では、表層部においては勿論、表面から 4 ~ 5 mm の深層部においても、ビッカース硬度が 500 HV 以上の測定点が非常に多く認められ、高硬度が要求されるフェース外周側には 550 HV 以上の測定点も少なからず認められる。一方、比較例方法 1 では、フェース巾の中央部の表層部 (深さ 0.5 ~ 1.5 mm) における硬度や、フェース内周側の深層部 (深さ 3.0 ~ 5.0 mm) における硬度が 500 HV 未満である等、深層部においては勿論、表層部においても、最高値が 500 HV に達していない測定点が少なからず散見され、平均的に約 20 ~ 30 HV 程度、実施例方法 1 よりも硬度が低い。

【0058】

また、フェースの外周側に相当する部分の硬度が中央部および内周側に相当する部分の硬度よりも高いという硬度パターンの傾向は、実施例方法 1 および比較例方法 1 とも共通する。

【0059】

このように、実施例方法 1 と比較例方法 1 でそれぞれ製造したバルブの傘部フェースにおける硬度を比較した場合に、実施例方法 1 よりも比較例方法 1 の方が約 20 ~ 30 HV ほど低くなる理由は、二次鍛造が施される円盤形状傘部の周縁テーパ面 16a が、実施例方法 1 では、一次鍛造により成形された成形面で構成されているのに対し、比較例方法 1 では、切削工具によって切削された切削面で構成されているため、と解される。

【0060】

即ち、比較例方法 1 では、一次鍛造により、円盤形状傘部の周縁部における鍛流線は、図 12 (a) に示すように緻密になって、円盤形状傘部周縁部における硬度がある程度高められる。しかし、その後の余肉調整工程で、図 12 (a) の符号 L1 - L1 で示すように、断面矩形状の周縁角部がテーパ形状に切削されることで、表面に沿って層状に形成さ

10

20

30

40

50

れている鍛流線が切れて、テーパ面16aに内側の鍛流線（硬度の低い内層部）が露呈した形態となる。このため、二次鍛造工程において、金型40を用いて、円盤形状傘部のテーパ面16aを含む周縁部に内周側から外周側に向けてスベリ変形が生じる鍛造を施したとしても、図12（b）に示すように、鍛流線の切れた内層部が成形面に露呈するという形態は変わらず、成形面であるバルブの傘部フェース16の硬度は、二次鍛造により硬度が高められるにしても、図10に示すように、実施例方法1と比べて約20～30HVほど低い硬度にとどまる。

【0061】

また、図11は、傘径160mmのバルブの製造に本発明方法を適用したもので、実施例方法2とその比較例方法2によってそれぞれ製造したバルブ（傘径160mm）の傘部フェースでの硬度試験の測定結果を示している。

10

【0062】

この実施例方法2および比較例方法2では、実施例方法1の各工程、比較例方法1の各工程と実質的に変わるものではないが、バルブの傘径が大きい分、図2（a）に示す据え込み工程で成形する球状膨出部が大きく、図2（b）に示す一次鍛造用の金型20（ダイス22およびパンチ28）および図2（d）に示す二次鍛造用の金型40（ダイス42およびパンチ48）もバルブの傘径に応じて大きく形成されている。

【0063】

さらに、鍛造用金型40のプレス力を大きくして、二次鍛造時の素材に作用する単位面積当たりの押圧凸部43による押圧力（押圧応力）が実施例方法1の場合と同様の値となるように設計（金型40のプレス力／押圧成形面44の総面積が実施例方法1と同様に設定）されている。しかし、傘径160mmの傘部は傘径70mmの傘部よりもその厚さが増えるため、それだけ押圧力に対する素材の変形抵抗が大きく、塑性変形しにくい。したがって、実施例方法2では、二次鍛造の際、素材に実際に作用する単位面積当たりの押圧凸部43による押圧力（押圧応力）が実施例方法1の場合より小さい（傘部フェース面16aにおける塑性変形量が実施例方法1の場合より少ない）。このため、実施例方法2では、実施例方法1の場合と同程度の深層部までは塑性変形が及ばず、実施例方法1（約550～500HV）に比べて、約50～100HVほど低い約500～400HVの硬度となる。しかし、高硬度が要求されるフェース外周側では、実施例方法1（約550～500HV）に比べて約50HVほど低い約500～450HVであるが、これはバルブの傘部フェースとして十分な硬度である。

20

30

【0064】

また、図11に示した硬度試験の結果を見ると、実施例方法2および比較例方法2では、フェース外周側、中央部および内周側の全ての硬度パターンについて、深くなるほど硬度が低下するという同じような傾向を示し、全ての硬度パターンについて実施例方法2の方が平均して約20～30HVほど高いことがわかる。また、フェース内周側の深層部（深さ4.0～5.0mm）における硬度は、実施例方法2および比較例方法2のいずれの場合も400HVに達していないが、いずれも350HVを十分越えた硬度が確保されている。

【0065】

40

このように、実施例方法2と比較例方法2でそれぞれ製造したバルブの傘部フェースにおける硬度を比較した場合に、実施例方法2よりも比較例方法2の方が約20～30HVほど低くなる理由は、実施例方法1と比較例方法1との比較において既に説明したように、二次鍛造が施される円盤形状傘部の周縁テーパ面16aが、一次鍛造により成形された成形面で構成されているか、切削工具によって切削された切削面で構成されているかの違いである。

【0066】

図13、図14は、実施例方法3、4によって製造した傘径70mm、160mmのバルブの傘部フェースでの硬度試験の測定結果をそれぞれ示す説明図で、（a）は測定結果表、（b）は（a）の測定結果を示すグラフである。

50

【0067】

この実施例方法3, 4は、図2(d)に示す二次鍛造工程が、図15に示す従来公知の金型、即ち、押圧凸部（押圧成形面）がダイスの内側に周設された金型（ダイス）を用いて、内周側から外周側に素材のすべり変形を伴う鍛造を施すという点だけが、前記した実施例方法1, 2と相違する。

【0068】

そして、この実施例方法3(4)で製造したバルブの傘部フェースの硬度は、493～433HV(429～336HV)の範囲に分布しており、525～483HV(504～380HV)の範囲に分布する実施例方法1(2)で製造したバルブの傘部フェースの硬度よりも、約50HV(70HV)ほど低い値となっているが、これは、二次鍛造工程に用いられる金型（ダイスの押圧面）が相違していることによるものと考えられる。

10

【0069】

即ち、実施例方法3(4)では、従来公知の金型（図15参照）を用いた二次鍛造の際の素材に作用する単位面積当たりの押圧力（押圧応力）が、実施例方法1(2)の金型40を用いた二次鍛造の際の素材に作用する単位面積当たりの押圧力（押圧応力）に比べて小さいため、実施例方法3(4)のバルブの傘部フェースの硬度が、実施例方法1(2)の硬度よりも約50HV(70HV)ほど低くなると考えられる。

【0070】

一方、この実施例方法3, 4に対する比較例方法3, 4は、従来方法であって、図2(d)に示す二次鍛造工程に供給されるバルブ中間品W3の円盤形状傘部の周縁テーパ面16aが、図2(b)に示す一次鍛造工程で成形されるのではなく、図17に示す余肉調整工程で切削によって形成されるという点で、実施例方法3, 4と異なる。

20

【0071】

そして、従来方法（比較例方法3, 4）によって製造された傘径70mm, 160mmのバルブの傘部フェースでの硬度試験の測定結果については、直接提示してはいない。しかし、図10(11)に示すように、円盤形状傘部の周縁テーパ面16aを切削により形成する比較例方法1(2)では、円盤形状傘部の周縁テーパ面16aを鍛造（成形）により形成する実施例方法1(2)に比べて、傘部フェースの硬度が約30(20)HVほど低くなることから、従来方法である比較例方法3(4)で製造されたバルブの傘部フェースの硬度は、実施例方法3(4)で製造されたバルブの傘部フェースの硬度よりも約30(20)HVほど低い、図13(14)の仮想線A(B)で示す範囲に分布するものと推定される。

30

【0072】

即ち、実施例方法3(4)によれば、従来方法である比較例方法3(4)よりも、バルブの傘部フェースの硬度を約30(20)HVほど高めることができる。

【0073】

なお、前記した実施例方法1～4では、耐熱合金製のポペットバルブ10の素材をNCF80A製として説明したが、バルブの素材は、NCF751その他の析出硬化型Ni基合金であってもよく、さらには、析出硬化型Ni基合金以外の内燃機関用バルブの素材として公知である他の耐熱合金であってもよい。

40

【符号の説明】

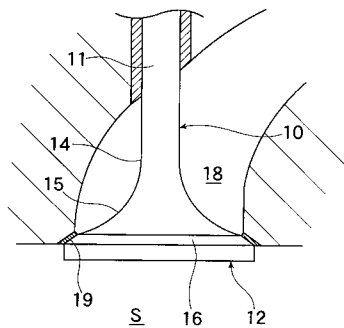
【0074】

- 10 ポペットバルブ
- 11 軸部
- 12 傘部
- 16 傘部フェース
- 16a テーパ部であるテーパ面
- W1～W5 バルブ中間品
- 20 一次鍛造用の金型
- 22 ダイス

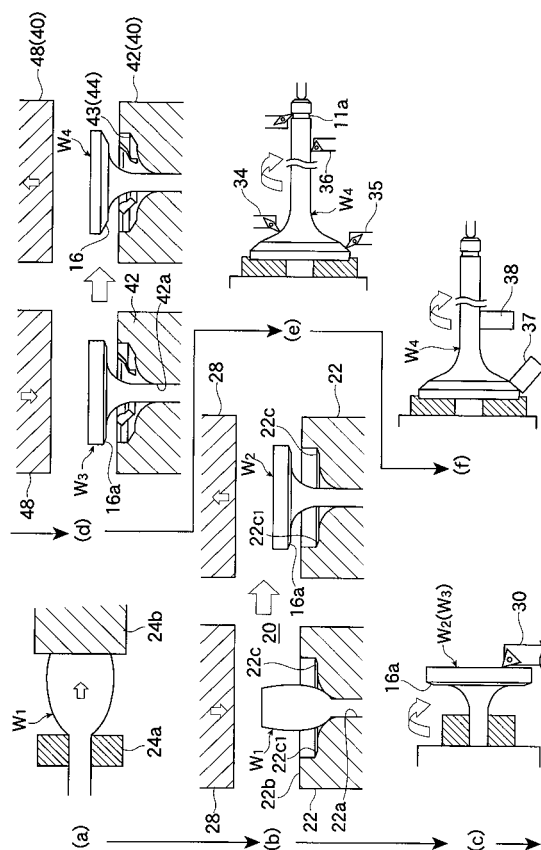
50

- 2 2 c 円盤形状傘部成形面
- 2 2 c 1 テーパ部成形面
- 2 8 パンチ
- 4 0 二次鍛造用の金型
- 4 2 ダイス
- 4 3 押圧凸部
- 4 4 押圧成形面
- 4 6 凹溝
- 4 8 パンチ
- 5 0 エジェクタピン

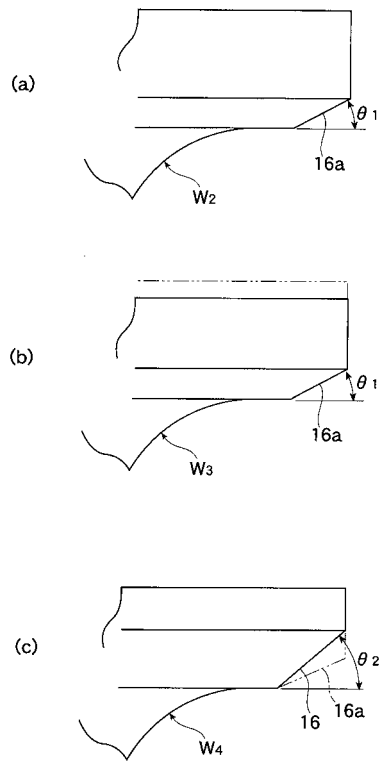
【図 1】



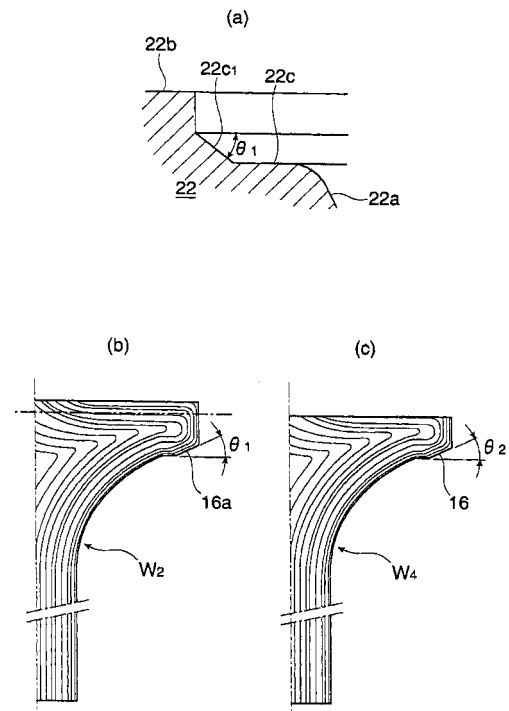
【図 2】



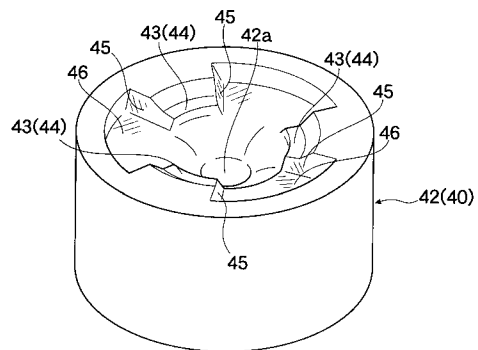
【図 3】



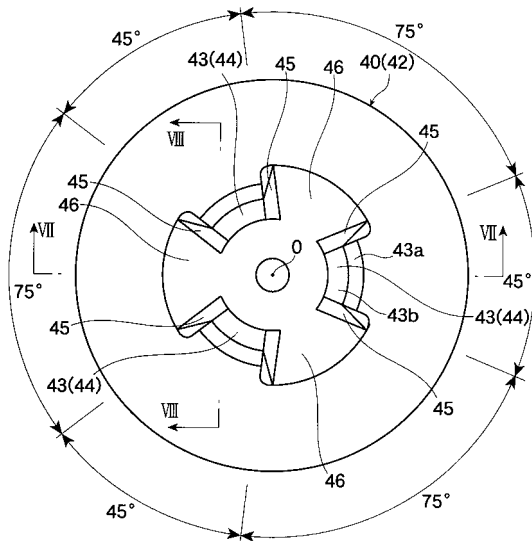
【図 4】



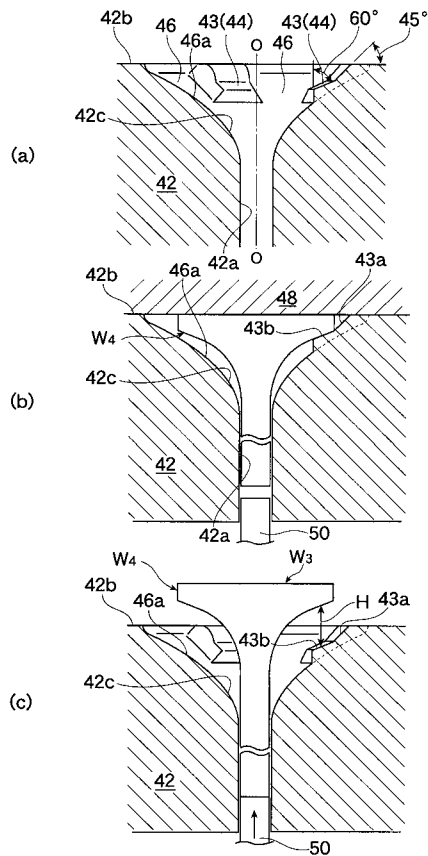
【図 5】



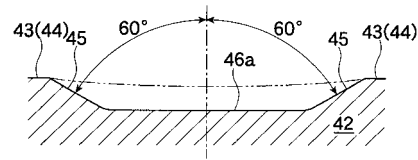
【図 6】



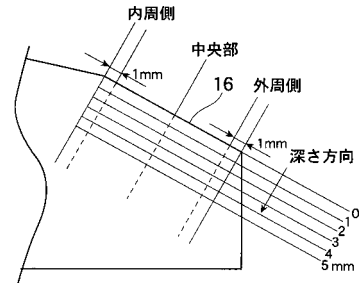
【図 7】



【図 8】



【図 9】

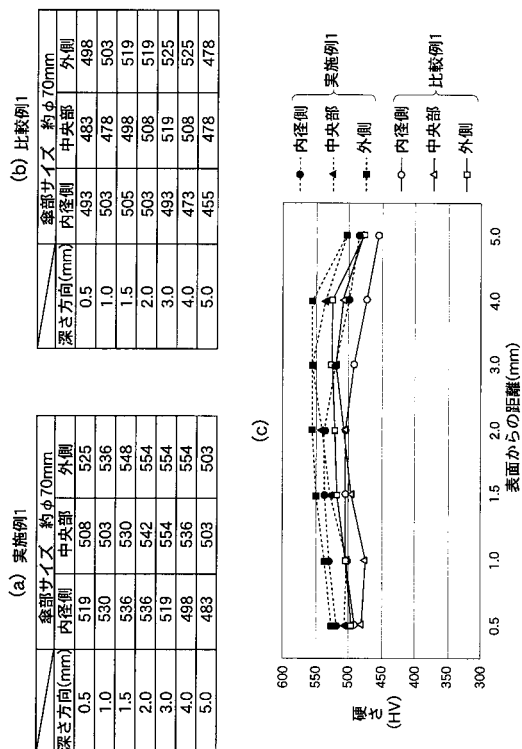


ピッカース硬さ試験条件

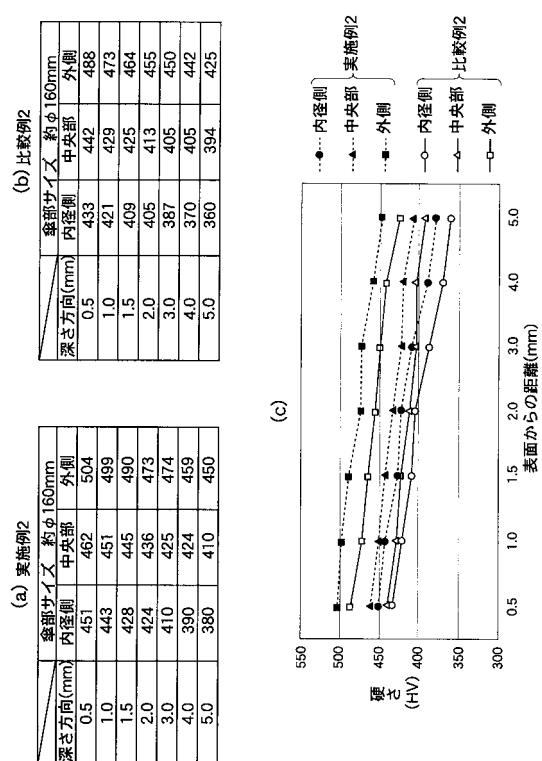
試験荷重	98.1 [N]
保持時間	15 [S]
圧子	対面角136° 正四角錐圧子
測定箇所	傘部7-λの内周側、中央、外周側の3箇所において深さ方向に表面から0.5、1.0、1.5、2.0、3.0、4.0、5.0 [mm]の位置を測定

(HV)

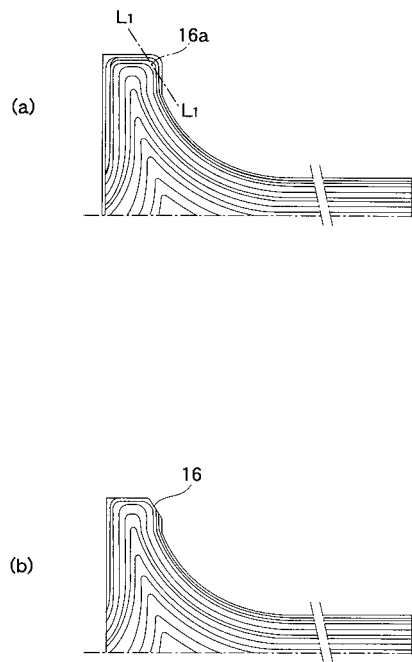
【図 10】



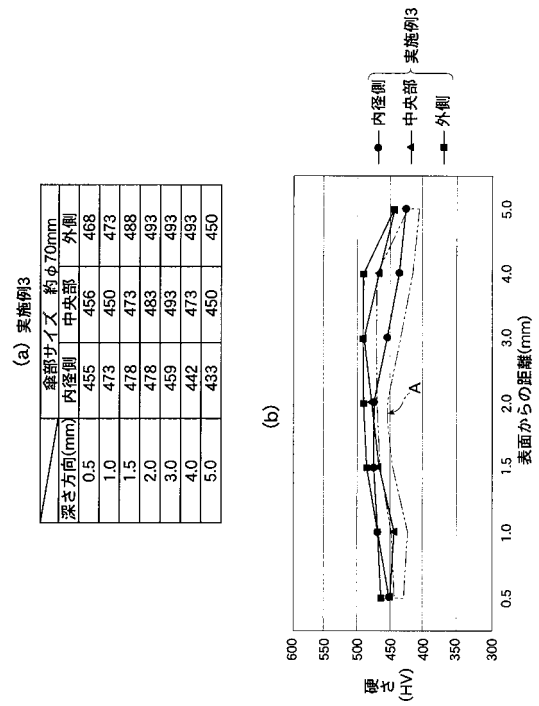
【図 11】



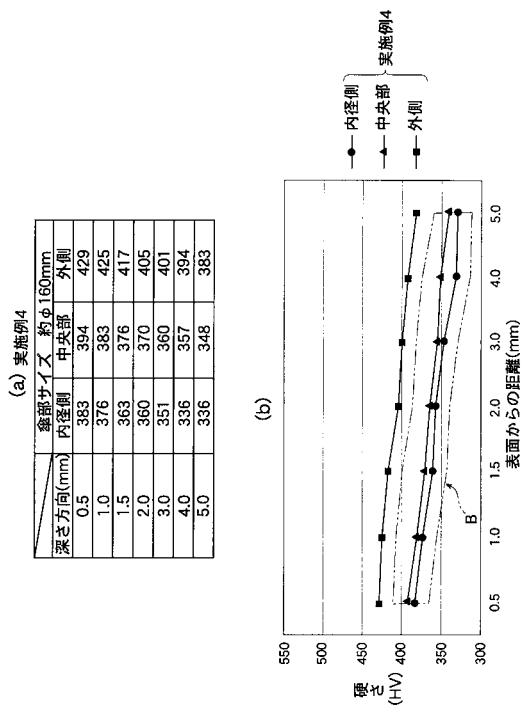
【図 1 2】



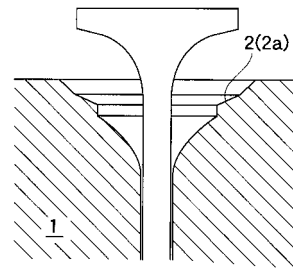
【図 1 3】



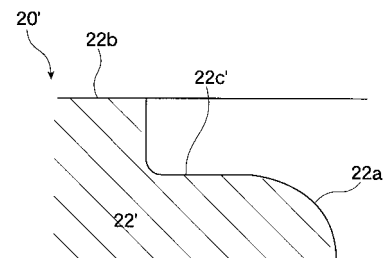
【図 1 4】



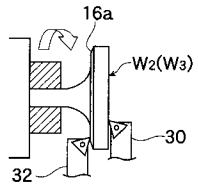
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

C 2 2 F	1/00	6 8 3
C 2 2 F	1/00	6 8 5 A
C 2 2 F	1/00	6 8 5 Z
C 2 2 F	1/00	6 9 4 B
C 2 2 F	1/00	6 3 0 C
C 2 2 F	1/00	6 5 1 B
C 2 2 F	1/00	6 3 0 D
C 2 2 F	1/00	6 0 2
C 2 2 F	1/00	6 5 0 A
C 2 2 F	1/00	6 9 4 Z
C 2 2 F	1/10	H

審査官 橋本 敏行

(56)参考文献 特開2001-123256 (JP, A)
特開平11-270320 (JP, A)
国際公開第2011/058793 (WO, A1)
特開2001-121239 (JP, A)
特開2001-115808 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 1 L 3 / 0 0 - 7 / 1 8
1 1 / 0 0 - 1 1 / 0 6
1 5 / 0 0 - 3 5 / 0 4