

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5116951号
(P5116951)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月26日(2012.10.26)

(51) Int.Cl.	F 1	
C 22 C 21/02 (2006.01)	C 22 C 21/02	
C 22 F 1/043 (2006.01)	C 22 F 1/043	
F 02 F 3/00 (2006.01)	F 02 F 3/00	G
F 16 J 1/01 (2006.01)	F 02 F 3/00	3 0 2 Z
C 22 F 1/00 (2006.01)	F 16 J 1/01	

請求項の数 3 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-153740 (P2005-153740)
(22) 出願日	平成17年5月26日 (2005.5.26)
(65) 公開番号	特開2006-328482 (P2006-328482A)
(43) 公開日	平成18年12月7日 (2006.12.7)
審査請求日	平成20年1月11日 (2008.1.11)
審判番号	不服2012-2390 (P2012-2390/J1)
審判請求日	平成24年2月7日 (2012.2.7)

(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(74) 代理人	100146835 弁理士 佐伯 義文
(74) 代理人	100175802 弁理士 寺本 光生
(74) 代理人	100094400 弁理士 鈴木 三義
(74) 代理人	100126664 弁理士 鈴木 慎吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鍛造ピストン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

重量 % で、

Si : 8 ~ 18 %、

Cu : 0.5 ~ 3 %、

Ni : 1 ~ 5 %、

Mg : 2.0 % 以下、

Zr : 0.25 % 以下、

Ti : 0.25 % 以下

を含有し、残部が Al 及び不可避不純物からなるアルミニウム合金であって、Ni が Cu よりも多くの含有されると共に、Zr 及び Ti の合計が重量 % で 0.3 % 以下であり、且つ、このアルミニウム合金を 350 以上に加熱し、ピストン形状に鍛造したときに鍛造に耐え得るように、Al 及び Ni により形成される金属間化合物の最大長さが 3 ~ 100 μ m であることを特徴とするアルミニウム合金製の鍛造ピストン。

【請求項 2】

重量 % で、

Si : 8 ~ 18 %、

Cu : 0.5 ~ 3 %、

Ni : 1 ~ 5 %、

Fe : 2.0 % 以下、

10

20

Mg : 2.0%以下、
 Zr : 0.25%以下、
 Ti : 0.25%以下

を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなるアルミニウム合金であって、Ni及びFeの合計がCuよりも多く、且つ、重量%で5%以下であると共に、Zr及びTiの合計が重量%で0.3%以下であり、且つ、このアルミニウム合金を350以上に加熱し、ピストン形状に鍛造したときに鍛造に耐え得るように、Al及びNi、Feにより形成される金属間化合物の最大長さが3~100μmであることを特徴とするアルミニウム合金製の鍛造ピストン。

【請求項3】

10

前記アルミニウム合金は、重量%で更に、Mn : Fe及びMnの合計が2.0%以下、Cr : Fe及びCr×5の合計が2.0%以下のうち少なくとも1種以上を含有することを特徴とする請求項1又は2に記載の鍛造ピストン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アルミニウム合金製の鍛造ピストンに関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関に用いられるピストンは、燃焼によるエネルギーを動力に変換するための部品であり、より軽量且つ耐熱性及び耐摩耗性に優れたものが求められる。このような要求を満足するものとして、アルミニウム合金製の鍛造ピストンが注目されている。また、これらの目的を達成するために、種々のピストン用のアルミニウム合金が提案されている（特許文献1~3を参照。）。

20

【0003】

例えば、特許文献1では、Siにより耐摩耗性を付与すると共に、Cu、Mgの析出強化元素を含有し、さらにFe、Niの高強度向上に寄与する元素、並びに高温での回復・再結晶抑制効果を有するMn、Ti、Zr、Vを共存させたアルミニウム合金が提案されている。しかしながら、この場合の強度向上の効果は、最高でも250程度であるため、このようなアルミニウム合金からなるピストンの場合、高温でのピストン天井部における充分な強度を得ることはできない。

30

【0004】

一方、特許文献2では、鋳造による晶出物の最大長を200μmに制御して、晶出物分散強化により更に高温での強度向上を図ったアルミニウム合金が提案されている。しかしながら、この場合、金属間化合物を晶出させる遷移元素を多量に添加するため、比重が大きくなり、軽量化によるエンジン性能の向上を妨げてしまう。また、粗大な晶出物は、内部欠陥や鍛造時の割れを引き起こすため、鍛造による材料の品質向上を図ることが困難となる。

【0005】

一方、特許文献3では、ピストンに用いられるAl-Si系アルミニウム合金の各元素のうち、Niの含有量を2~6wt%とすることで、250以上の高温強度を向上させることが提案されている。しかしながら、この場合、Cu、Niを多量に含有するため、比重が大きくなり、重量が増加することによって、逆に強度を高めたメリットが失われてしまう。また、粗大な晶出物は、鍛造時に欠陥を発生させ、強度を著しく低下させる原因となる。

40

【0006】

さらに、鍛造ピストン用のアルミニウム合金としては、JIS規格のA4032やA2618等を挙げることができる。しかしながら、A4032は、析出強化による材料であるため、高温に晒されるとピストンの強度が低下してしまう。一方、A2618は、Siの含有量が少ないため、熱膨張率が高くなり、ピストンの摺動性が悪くなってしまう。

50

【特許文献1】特開平7-216487号公報
 【特許文献2】特開2000-54053号公報
 【特許文献3】特開平8-260089号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、このような従来の事情に鑑みて提案されたものであり、耐熱性及び耐摩耗性に優れ且つ軽量なアルミニウム合金製の鍛造ピストンを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題の解決手段として、請求項1に記載の発明は、重量%で、Si:8~18%、Cu:0.5~3%、Ni:1~5%、Mg:2.0%以下、Zr:0.25%以下、Ti:0.25%以下を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなるアルミニウム合金であって、NiがCuよりも多く含有されると共に、Zr及びTiの合計が重量%で0.3%以下であり、且つ、このアルミニウム合金を350以上に加熱し、ピストン形状に鍛造したときに鍛造に耐え得るように、Al及びNiにより形成される金属間化合物の最大長さが3~100μmであることを特徴とするアルミニウム合金製の鍛造ピストンである。

請求項2に記載の発明は、重量%で、Si:8~18%、Cu:0.5~3%、Ni:1~5%、Fe:2.0%以下、Mg:2.0%以下、Zr:0.25%以下、Ti:0.25%以下を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなるアルミニウム合金であって、Ni及びFeの合計がCuよりも多く、且つ、重量%で5%以下であると共に、Zr及びTiの合計が重量%で0.3%以下であり、且つ、このアルミニウム合金を350以上に加熱し、ピストン形状に鍛造したときに鍛造に耐え得るように、Al及びNi、Feにより形成される金属間化合物の最大長さが3~100μmであることを特徴とするアルミニウム合金製の鍛造ピストンである。

請求項3に記載の発明は、前記アルミニウム合金が、重量%で更に、Mn:Fe及びMnの合計が2.0%以下、Cr:Fe及びCr×5の合計が2.0%以下のうち少なくとも1種以上を含有することを特徴とする請求項1又は2に記載の鍛造ピストンである。

【発明の効果】

【0009】

以上のように、本発明によれば、韌性及び生産性を確保しながら、高温強度を向上させたアルミニウム合金により耐熱性及び耐摩耗性に優れ且つ軽量のアルミニウム合金製鍛造ピストンとすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明を適用した鍛造ピストンについて、図面を参照して詳細に説明する。

鍛造ピストンは、例えば図1に示すように、内燃機関のシリンダ内で爆発荷重を受け止めるピストンヘッド1と、ピストンをシリンダ内で滑らかに往復運動させるためのスカート2と、ピストンにシリンダの内壁と接するピストンリングを組み込むための複数のリング溝3と、ピストンをコンロッドに結合するピストンピンを挿入するためのピン孔4とを備えた構造を有している。

【0011】

本発明を適用した鍛造ピストンは、重量%で、Si:8~18%、Cu:0.5~3%、Ni:1~5%、Mg:2.0%以下、Zr:0.25%以下、Ti:0.25%以下を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなるアルミニウム合金であって、NiがCuよりも多く含有されると共に、Zr及びTiの合計が重量%で0.3%以下であり、且つ、このアルミニウム合金を350以上に加熱し、ピストン形状に鍛造したときに鍛造に耐え得るように、Al及びNiにより形成される金属間化合物の最大長さが3~100μmであることを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

【0012】

また、本発明を適用した鍛造ピストンは、重量%で、Si:8~18%、Cu:0.5~3%、Ni:1~5%、Fe:2.0%以下、Mg:2.0%以下、Zr:0.25%以下、Ti:0.25%以下を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなるアルミニウム合金であって、Ni及びFeの合計がCuよりも多く、且つ、重量%で5%以下であると共に、Zr及びTiの合計が重量%で0.3%以下であり、且つ、このアルミニウム合金を350以上に加熱し、ピストン形状に鍛造したときに鍛造に耐え得るように、Al及びNi、Feにより形成される金属間化合物の最大長さが3~100μmであることを特徴とするものである。

【0013】

10

本発明を適用した鍛造ピストンでは、Siにより、高温のシリンダ内で往復運動するピストンの線膨張係数を抑制し、その寸法変化を最小限に抑えることができる。また、高速での摺動耐久性を向上させることができる。

また、本発明を適用した鍛造ピストンでは、Cuにより、室温から200までの材料強度を向上させることができる。

また、本発明を適用した鍛造ピストンでは、アルミニウム合金がAl-Cu-Niの3元化合物を晶出し、250までの材料強度を向上させる。

また、本発明を適用した鍛造ピストンでは、アルミニウム合金内のAl-Ni系化合物が、250以上の高温強度を向上させ、また、粗大な晶出物の生成を抑制し、内部欠陥や鍛造時の割れ等を防ぐ。

20

また、本発明を適用した鍛造ピストンでは、アルミニウム合金内のAl-Ni系化合物が、250以上の高温強度を向上させ、また、粗大な晶出物の生成を抑制し、内部欠陥や鍛造時の割れ等の発生を防ぐ。

【0014】

したがって、本発明を適用した鍛造ピストンでは、韌性及び生産性を確保しながら、高温強度を向上させたアルミニウム合金により耐熱性及び耐摩耗性に優れ且つ軽量のアルミニウム合金製鍛造ピストンとすることができます。

【0015】

30

また、本発明を適用した鍛造ピストンでは、上記アルミニウム合金に、更にMgを含有させることができる。この場合、Mgの含有量は、2.0重量%以下とする。これにより、固溶強化により生地の強度を向上させることができる。

【0016】

また、本発明を適用した鍛造ピストンでは、上記アルミニウム合金に、Zr、Tiのうち少なくとも1種以上含有させることができる。この場合、Zrの含有量は、0.25重量%以下、Tiの含有量は、0.25重量%以下とする。さらに、Zr及びTiを含有させた場合には、これらZr及びTiの合計を0.3重量%以下とする。これにより、粗大な晶出物の生成を抑制しつつ、結晶粒の微細化及び耐久性の向上を図ることができる。

【0017】

40

また、本発明を適用した鍛造ピストンでは、上記アルミニウム合金に、Mn、Crのうち少なくとも1種以上を含有させることができる。この場合、Mnの含有量は、Fe及びMnの合計を2.0重量%以下、Crの含有量は、Fe及びCr×5の合計を2.0重量%以下とする。これにより、粗大な化合物が生じない範囲で、組織を微細化させて鍛造性を向上させることができる。

【0018】

また、本発明を適用した鍛造ピストンでは、上記アルミニウム合金の金属組織における共晶Si及び初晶Siの粒径を10~100μmとする。これにより、充分な韌性と生産性を確保すると共に、ピストンの摺動性を向上させることができる。

【0019】

以下、本発明を適用した鍛造ピストンのアルミニウム合金に添加された各元素及びその添加量等を規定した理由、並びにアルミニウム合金の金属組織について説明する。

50

(S i : 8 ~ 18 %)

S i は、高温で使われるピストンの線膨張係数を抑え、その寸法変化を最小限にすると共に、高速での摺動に耐えるために必要な元素である。しかしながら、多量に添加すると粗大な初晶 S i が晶出し、材料の韌性や加工性を低下させることになる。したがって、本発明では、充分な効果を得るため、その下限を 8 % とし、ピストンとして充分な韌性及び加工性を確保するため、その上限を 18 % とする。

【 0 0 2 0 】

(C u : 0 . 5 ~ 3 %)

C u は、固溶強化により室温から 200 程度まで材料強度を向上させる元素である。しかしながら、多量に添加すると、A l - N i 系化合物の晶出を妨げ、250 以上での材料強度の向上を妨げると共に、材料の比重増加により軽量なピストンが得られなくなる。

10

したがって、C u は、200 において最低限必要な強度を得るため、その下限を 0 . 5 % とし、A l - N i 系化合物の晶出を妨げずに、比重の増加を抑えるため、その上限を 3 % とする。

【 0 0 2 1 】

(N i : 1 ~ 5 %)

N i は、C u と共に存在することによって、A l - C u - N i の 3 元系化合物を晶出し、高温強度を向上させる元素である。しかしながら、その効果は 250 までであり、250 以上での強度向上を図るためにには、A l - N i 系化合物を晶出させる必要がある。また、A l - N i 系化合物を晶出させるためには、C u よりも多くの添加が必要がある。しかしながら、多量に添加すると、晶出物が粗大化し、材料の韌性が低下すると共に、鍛造時の割れや欠陥等が発生してしまう。したがって、N i は、高温強度に必要な A l - N i 系化合物を晶出させるため、その下限を 1 % とし、粗大な化合物の晶出を抑えるため、その上限を 5 % とする。さらに、N i を C u よりも多くの添加する。

20

【 0 0 2 2 】

(F e : 2 . 0 % 以下)

F e は、N i と同様に A l との化合物を晶出し、高温強度を向上させる元素であり、任意に添加することができるが、晶出物の粗大化を押さえるため、最大 2 % を含むものとする。また、F e 及び N i を同時に添加した場合には、A l - N i - F e 系化合物を晶出するため、これら N i 及び F e の合計を 5 % 以下とする。さらに、N i 及び F e の合計を C u よりも多くの添加する。

30

【 0 0 2 3 】

(M g : 2 . 0 % 以下)

M g は、固溶強化により生地の強度を向上させる元素であり、任意に添加することができるが、多量に添加すると、M g₂S i の晶出により材料の韌性を低下させるため、最大 2 . 0 % を含むものとする。

【 0 0 2 4 】

(Z r : 0 . 2 5 % 以下)

(T i : 0 . 2 5 % 以下)

40

Z r , T i は、ともに結晶粒の微細化と耐熱性の向上に寄与する元素である。しかしながら、多量に添加すると、何れか一方又は両方が A l との粗大な化合物を晶出させてしまう。したがって、Z r 及び T i は、粗大な晶出物の生成を抑制するため、最大 0 . 2 5 % を含むものとする。また、Z r 及び T i の合計を 0 . 3 % 以下とする。

【 0 0 2 5 】

(M n : F e 及び M n の合計が 2 . 0 % 以下)

(C r : F e 及び C r × 5 の合計が 2 . 0 % 以下)

M n , C r は、高温強度を向上させ、組織を微細化させる元素であるが、F e と同時に添加すると、A l , F e と粗大な化合物を生じ、鍛造性が低下してしまう。したがって、これら M n , C r は、F e との合計で上限を規定する。すなわち、F e 及び M n の合計を

50

2.0%以下とし、Fe及びCr×5の合計を2.0%以下とする。

【0026】

次に、上記アルミニウム合金の金属組織について説明する。

(金属間化合物)

AlとNi、Fe等の遷移元素との金属間化合物は、材料の変形を抑えることにより高温まで材料強度を向上させる。しかしながら、金属間化合物は、微細になり過ぎると効果が減少してしまうため、その最大長さの下限を3μmとする。一方、金属間化合物は、過大になり過ぎると、鍛造時の割れや欠陥等の原因となるため、鍛造に耐え得るように、その最大長さの上限を100μmとする。

【0027】

10

(共晶Si, 初晶Si)

共晶Si及び初晶Siは、摺動性を向上させるために有効となるが、その粒径が過大になり過ぎると、鍛造時の割れや欠陥等の原因となる。したがって、これら共晶Si及び初晶Siの粒径は、充分な効果を得るため、その下限を3μmとし、鍛造に耐え得るように、その上限を100μmとする。

【実施例】

【0028】

以下、実施例により本発明の効果を明らかなものとする。なお、本発明は、以下の実施例に限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で適宜変更して実施することができる。

20

先ず、表1に示す各添加元素を含有したアルミニウム合金をピストン形状に鍛造し、試料1～12の鍛造ピストンを作製した。そして、これら各試料1～12の鍛造ピストンについて、機械的特性及び鍛造性の評価を行った。このうち、試料1～3は、本発明の参考例であり、試料4, 5は、本発明の条件を満足する実施例であり、試料6～10は、本発明の条件を満足しない比較例である。また、試料11は、JIS規格のA4032であり、試料12は、JIS規格のAC8Aである。

【0029】

なお、表1中に示す評価結果のうち、機械的特性については、各試料1～12の鍛造ピストンから試験片を切り出し、これを300で100時間保持した後に、300の雰囲気にて引張試験を行い、各試験片の抗張力及び伸びを測定した。また、鍛造性については、各試料1～12を350以上に加熱し、ピストン形状に鍛造したときの割れの有無を調べた。なお、表1中において、 は、割れが発生しなかった場合を示し、×は、割れが発生した場合を示す。

【0030】

30

【表1】

	No	Si	Cu	Ni	Fe	Mg	Mn	Cr	Zr	Ti	抗張力 (Mpa)	伸び (%)	化合物サイズ (μm)	鍛造性	比重
参考例	1	12	1	3	-	1	-	-	-	-	72	21	10~30	○	2.71
実施例	2	12	1	3	-	1	1	-	-	-	81	17	10~40	○	2.73
	3	12	1	3	-	1	-	0.2	-	-	78	18	10~20	○	2.71
	4	12	1	2	0.6	0.5	-	-	0.1	0.1	73	24	3~30	○	2.71
比較例	5	12	1	2	-	1	-	-	0.1	0.1	71	23	3~30	○	2.69
	6	12	5	5	-	1	-	-	-	-	84	15	100<	×	2.83
	7	12	5	3	-	1	-	-	-	-	80	22	10~30	○	2.79
	8	12	1	3	1	1	-	-	-	-	78	16	100<	×	2.73
	9	12	1	2	0.6	1	0.5	-	0.1	0.1	84	19	100<	×	2.71
	10	12	1	2	0.6	1	-	0.2	-	0	81	18	100<	×	2.70
A4032	11	12	1	1	-	1	-	-	-	-	60	35	-	○	2.67
AC8A	12	12	1	1	-	1	-	-	-	-	76	15	-	-	2.67

【0031】

表1に示す評価結果から、試料1～6（参考例及び実施例）は、何れもA4032よりも高い抗張力を示し、AC8Aよりも高い伸びを示していることがわかる。また、試料1～6は、鍛造性について問題はなく、比重についても実際のピストンに影響を及ぼす程の増加は見られない。さらに、試料2, 3は、AC8Aよりも高い抗張力及び伸びを示している。一方、試料1, 4, 5は、抗張力がAC8Aよりも劣るものの、実際のピストンで重要な疲労強度に関して、微細な組織と鍛造による内部品質の向上によって、AC8Aよりも高い強度を示している。

【0032】

これに対して、試料6, 8, 9, 10（比較例）は、機械的強度に関して高い値を示しているものの、何れも鍛造時に割れが発生した。また、これら試料6, 8, 9, 10の金属組織を調べたところ、比較例6では、Al-Ni系の粗大化合物が晶出し、比較例8では、Al-Ni-Fe系の粗大化合物が晶出し、比較例9では、Al-Ni-Fe-Mn

10

20

30

40

50

系の粗大化合物が晶出し、比較例 10 では、A 1 - N i - F e - C r 系の粗大化合物が晶出していることがわかった。また、これら粗大化合物は、何れも 1 0 0 μm を超えるものである。

【 0 0 3 3 】

なお、上記特許文献 2 には、M n による晶出物の微細化効果が示されており、晶出物の形態を針状から塊状に変えることにより最大長さが短くなることが示されている。しかしながら、これは、個々の晶出物の体積自体を減少させたものではなく、その最大長さも 1 0 0 μm レベルである。したがって、本発明のような鍛造性を向上させるほどの微細化効果は認められない。

【 0 0 3 4 】

試料 7 (比較例) は、強度も高く、粗大な晶出物もなく、鍛造性も良好である。しかしながら、従来の A 4 0 3 2 や A C 8 A に比べて比重が 5 % 程度大きくなる。これは、本来の目的である軽量なピストンを作るという目的に反するものである。これに対して、試料 1 ~ 6 (参考例及び実施例) は、何れも比重が 2 . 7 5 以下であり、高い高温強度及び優れた鍛造性を維持しながら、比重の増加を抑えることによって、更なる軽量化が可能である。

【 0 0 3 5 】

次に、試料 4 (本発明)、試料 11 (A 4 0 3 2) 及び試料 12 (A C 8 A) の鍛造ピストンについて疲労強度試験を行った。なお、本疲労強度試験では、3 0 0 の雰囲気で実際のピストンに発生する応力に近い引張り片振りでの疲労曲線の測定を行った。その測定結果を図 2 に示す。

【 0 0 3 6 】

図 2 に示す測定結果から、試料 4 は、上述した抗張力が A C 8 A より低いにも関わらず、疲労強度については A C 8 A よりも 1 0 % 以上高い強度を示した。また、A 4 0 3 2 に対しても 4 0 % 以上高い強度を示しており、強度が大幅に向上したことがわかる。

【 0 0 3 7 】

次に、試料 4 (本発明) の鍛造ピストンのミクロ組織写真を図 3 に示し、試料 9 (比較例) のミクロ組織写真を図 4 に示す。これら図 3 及び図 4 に示すミクロ組織写真から、比較例の鍛造ピストンでは、金属組織内における金属間加工物の最大長さが 1 0 0 μm 以上あるのに対して、本発明の鍛造ピストンでは、金属組織内における金属間加工物が微細且つ均質に分散しており、鍛造性を阻害しないレベルに制御されていることがわかる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

【 図 1 】図 1 は、鍛造ピストンの一例を示す斜視図である。

【 図 2 】図 2 は、本発明の鍛造ピストンと従来の鍛造ピストンとの疲労強度を測定した測定結果を示すグラフである。

【 図 3 】図 3 は、本発明の鍛造ピストンにおける金属組織を示す写真である。

【 図 4 】図 4 は、比較例の鍛造ピストンにおける金属組織を示す写真である。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 9 】

- 1 ... ピストンヘッド
- 2 ... スカート
- 3 ... リング溝
- 4 ... ピン孔

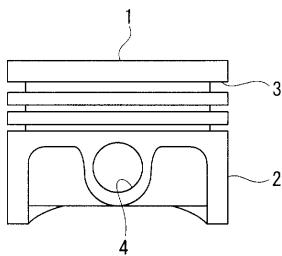
10

20

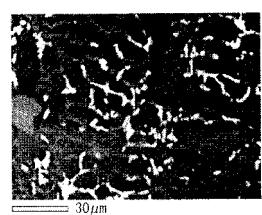
30

40

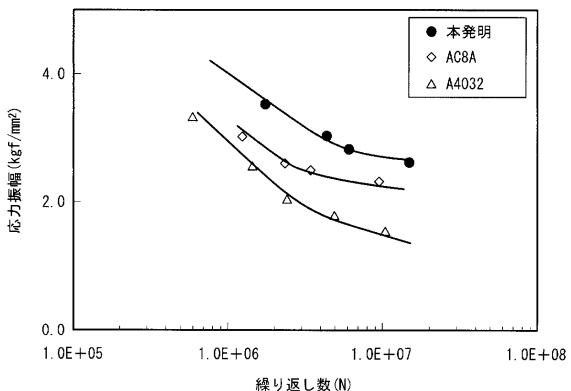
【図1】



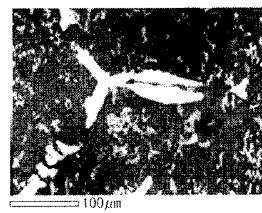
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

C 22 F	1/00	6 3 0 D
C 22 F	1/00	6 5 0 A
C 22 F	1/00	6 5 1 B
C 22 F	1/00	6 8 3
C 22 F	1/00	6 9 1 B
C 22 F	1/00	6 9 1 C

(72)発明者 岡 知生

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 藤井 秀紀

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

合議体

審判長 小柳 健悟

審判官 佐藤 陽一

審判官 小川 進

(56)参考文献 特開昭62-10237(JP, A)

特開平3-180440(JP, A)

特開2001-200327(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C21/00-21/18