(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3837675号

(P3837675)

(45)発行日　平成18年10月25日(2006.10.25)　(24)登録日　平成18年8月11日(2006.8.11)

(51)Int.Cl.		F I		
B22F 5/00	(2006.01)	B22F	5/00	E
B22F 3/15	(2006.01)	B22F	3/15	M
B22F 3/20	(2006.01)	B22F	3/20	C
D21F 1/40	(2006.01)	D21F	1/40	
F16C 13/00	(2006.01)	F16C	13/00	A

請求項の数 15　(全 9 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平7-198127
(22)出願日　平成7年7月11日(1995.7.11)
(65)公開番号　特開平8-193204
(43)公開日　平成8年7月30日(1996.7.30)
審査請求日　平成14年5月30日(2002.5.30)
(31)優先権主張番号　943285
(32)優先日　平成6年7月11日(1994.7.11)
(33)優先権主張国　フィンランド(FI)

(73)特許権者　595111756
メッツォ　パウダーメット　オイ
フィンランド国　３３５４０　タムペレ
リーヴァーカトゥ　２
(74)代理人　100068618
弁理士　萼　経夫
(74)代理人　100093193
弁理士　中村　壽夫
(73)特許権者　501249157
メッツォ　ペーパー　インコーポレイテッド
フィンランド国　００１３０　ヘルシンキ
ファビアニンカトゥ　９アー
(74)代理人　100068618
弁理士　萼　経夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ロールの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

（ａ）粉末が不活性ガス噴霧法により溶融鋼から製造され、

（ｂ）ロールシェル・プレフォーム又はロールシェル・プレフォームの部分が、型が前記粉末で充填されるようにして粉末から製造され、高温で加圧され及び／又は熱加工され、そしてロールシェル・プレフォームの部分は、それが製造される場合は、ロールシェル・プレフォームを製造するために互いに接合され、次いで

（ｃ）ロールシェルを製造するために、ロールシェル・プレフォーム機械加工することからなるロールシェルの製造方法であって；

オーステナイト－フェライトステンレス鋼を鋼として使用し、そしてそれから紙又は厚紙製造機のロールシェル又はロールシェル・プレフォームを製造することを特徴とする方法。

【請求項２】

加圧を熱間等圧的に実施することを特徴とする請求項１記載の方法。

【請求項３】

中間のプレフォームは粉末から熱間等圧加圧により製造されそして最終のロールシェル・プレフォーム又はロールシェル・プレフォームの部分を中間のプレフォームから熱加工により製造することを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。

【請求項４】

鋼が下記の重量％の組成：

Ｃ　最大０．０８
Ｓｉ　最大２
Ｍｎ　最大２
Ｃｒ　１８－２９
Ｍｏ　１．５－４．５
Ｎｉ　４．５－９
Ｃｕ　最大３
Ｎ　０．１－０．３５
Ｓ　最大０．０３
Ｐ　最大０．０３
Ａｌ　最大０．１

を持つことを特徴とする請求項１ないし３に記載の方法。

【請求項５】

鋼が下記の重量％の組成：

Ｃ　最大０．０３
Ｓｉ　最大１．５
Ｍｎ　最大１．５
Ｃｒ　２３－２８
Ｍｏ　２．５－３．５
Ｎｉ　６．５－８．５
Ｃｕ　１－２．５
Ｎ　０．１８－０．２５
Ｓ　最大０．００５
Ｐ　最大０．０２５
Ａｌ　最大０．０２

を持つことを特徴とする請求項１ないし３に記載の方法。

【請求項６】

組成が：

Ｃ　最大０．０３
Ｓｉ　最大１．５
Ｍｎ　最大１．５
Ｃｒ　２４－２８
Ｍｏ　２．５－３．５
Ｎｉ　６．５－８
Ｃｕ　最大３
Ｎ　０．１５－０．３
Ｓ　最大０．０３
Ｐ　最大０．０３
Ａｌ　最大０．１

であることを特徴とする請求項４に記載の方法。

【請求項７】

組成が：

Ｃ　最大０．０２
Ｓｉ　最大１
Ｍｎ　０．６－１
Ｃｒ　２５－２７
Ｍｏ　２．７５－３．２５
Ｎｉ　７－７．５
Ｃｕ　１．５－２．５
Ｎ　０．１８－０．２５

Ｓ　最大０．００５
Ｐ　最大０．０２５
Ａｌ　最大０．０２
であることを特徴とする請求項４に記載の方法。
【請求項８】
合金材料として、鋼が更にタングステン３％以下又はバナジウム、ニオブ又はチタンを最大全量で０．５％含有することを特徴とする請求項４ないし７のうちいずれかに記載の方法。
【請求項９】
吸引ロールの製造のための請求項１ないし８のいずれかに記載の方法。
【請求項１０】
鋼のＰＲＥＮＷインデックス：
　ＰＲＥＮＷ＝Ｃｒ－％+ ３．３＊（Ｍｏ－％＋０．５＊Ｗ－％）＋１６＊Ｎ－％
が３５以上であることを特徴とする請求項１ないし９のいずれかに記載の方法。
【請求項１１】
鋼のＰＲＥＮＷインデックス：
　ＰＲＥＮＷ＝Ｃｒ－％+ ３．３＊（Ｍｏ－％＋０．５＊Ｗ－％）＋１６＊Ｎ－％
が４０以上であることを特徴とする請求項１ないし９のいずれかに記載の方法。
【請求項１２】
最大酸素含量２５０ｐｐｍの粉末が製造されることを特徴とする請求項１ないし１１のいずれかに記載の方法。
【請求項１３】
プレフォームを製造する前に、５００マイクロメータ以上の大きさの粒子が粉末から除かれることを特徴とする請求項１ないし１２に記載の方法。
【請求項１４】
プレフォームを製造する前に、２５０マイクロメータ以上の大きさの粒子が粉末から除かれることを特徴とする請求項１ないし１２に記載の方法。
【請求項１５】
プレフォームがガス噴霧化鋼粉末から、型をその粉末により充填しそしてそのプレフォームが高温で加圧され及び／又は熱加工されることにより、製造されるような鋼製のロールシェル・プレフォーム又はロールシェル・プレフォームの部分の製造方法であって；
　オーステナイト－フェライトステンレス鋼を鋼として使用し、そしてそれから紙又は厚紙製造機のロールを製造することを特徴とする方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、製紙機のステンレス製ロールの製造に関する。本明細書で記述する限りは、製紙機は紙製造機と厚紙製造機の両方を意味する。
【０００２】
【従来の技術と発明が解決しようとする課題】
操業中に、製紙機のロールは、機械的歪み、腐蝕と摩耗を同時に受ける。周期的に変動する荷重は典型的な歪みである。腐蝕は、初めは比較的高い操業温度と加工環境に存在する塩化物が再度にわたり原因になって起こる。
【０００３】
いろいろな型のステンレス又は２相ステンレス鋼は、現在ロール用材料として使用されている。２相鋼は、フェライトとオーステナイトの両方を含有する微細構造により特徴付けられる。普通は同等の体積がこれらフェライトとオーステナイトについて占められるように意図されている。２相鋼は、その２相の微細構造により、優れた腐蝕疲労耐性を呈している。
【０００４】

ロールシェルは、今日、遠心鋳造により又は巻いたシートの溶接により又は鍛造により製造される。
【０００５】
例えば、ＦＩ－８６７４７号には、製紙機ロール用を意図した鋳造鋼が記載されている。それは下記の組成を持つ：Ｃ　最大０．１０％、Ｓｉ　最大１．５％、Ｍｎ　最大２．０％、Ｃｒ　最大２５．０－２７．０％、Ｎｉ　５．０－７．５％、Ｃｕ　１．５－３．５％、Ｎ　最大０．１５％、Ｍｏ　最大０．５％。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
下記の方法：即ち、
(a) 粉末が不活性ガス噴霧法により溶融鋼から製造され、
(b) ロールシェル・プレフォーム又はロールシェル・プレフォームの部分が、型が前記粉末で充填されるようにして粉末から製造され、高温で加圧され及び／又は熱加工され、そしてロールシェル・プレフォームの部分は、それが製造される場合は、ロールシェル・プレフォームを製造するために互いに接合され、次いで
(c) ロールシェルを製造するために、ロールシェル・プレフォーム機械加工することからなるロールシェルの製造方法であって；
オーステナイト－フェライトステンレス鋼を鋼として使用し、そしてそれから紙又は厚紙製造機のロールシェル又はロールシェル・プレフォームを製造することを特徴とする方法が、今や発明された。
上記の本発明の方法は請求項１に記載されており、別の請求項に記載の発明は、請求項１に記載の発明の好ましいものである。
【０００７】
【発明の実施の形態】
本発明では、ロールシェル・プレフォームは、熱間等圧加圧又は押出のいずれかによりガス噴霧した鋼微粉末から製造される。
本発明に従って製造されるロールシェルの主な利点は、それらの優れた腐蝕疲労耐性である。
【０００８】
製紙機ロールの通常の長さは５－１０ｍ、直径は０．５－１．３ｍそして壁厚は５０－８０ｍｍである。ロールの回転速度は１５００ｒｐｍと同じに高くしてもよく、換言すれば疲労亀裂の原因になる荷重変動数は、秒当たり２５変動である。
【０００９】
腐蝕は、繰り返し荷重の結果生じる疲労損傷の開始を強く促進する。実際のところ、腐蝕疲労は吸引ロールシェルで最も頻繁に起こる損傷機構である。それは典型的には、鋳造又は溶接欠陥、孔食(corrosion pit) 又は非金属性スラグ介在を開始する。
【００１０】
鋳造欠陥は、凝固の間に凝固欠陥として又はガス介在として生じる。
【００１１】
孔食(pitting) は典型的には、鋼表面の不動態皮膜に起こる破損から起こり、それは例えば塩化物の影響下で、局部的に活性な領域そしてその領域中の高い密度の腐蝕電流そして早い孔食(pit corrosion) を生じる。外部荷重は不動態皮膜の破損を促進する。
【００１２】
非金属性スラグ介在物、例えば酸化物と硫化物のようなものは、それらの切欠効果に因る疲労亀裂のための開始部位として機能するであろう。更に、例えば、硫化マンガンは腐蝕に因り溶解し、それにより出来た孔食(pitting) は疲労亀裂を開始することになる。
【００１３】
疲労亀裂の開始後、亀裂は同時に進行する腐蝕と周期的に変動する外部歪みの影響下で進行するだろう。
【００１４】

本発明では、ロールシェルは、ガス噴霧法により製造した合金粉末から製造されている。その粉末は、例えば、初めに所望の種類の鋼を溶融し、次にそれを不活性ガスジェットに処する。ガスジェットは溶融鋼を、主に径が５００ミクロメータより小さい微小粒に分解し、そしてそれら粒子は急速に凝固する。実際には、霧化は、溶融した鋼を或る種の型の特定のセラミック製ノズルを通過して、特定の噴霧室内へ注入することにより実施される。

【００１５】

その粉末は、孔が製品中に残らないように、熱間等圧加圧又は熱－押出しのいずれかを通過して凝固される。

【００１６】

熱間等圧加圧では、型は先ず薄いシートから製造され次いでそれに鋼粉末が充填される。最終の大きさが所望の大きさに可能な限り近接しているように、粉末の締固めを型の大きさを決める際に考慮しなければならない。充填した型を排気し、それを密閉しそして熱間等圧プレス中へ導入する。ここで、不活性ガス（アルゴン）、高温と加圧を型に適用し、それにより型は圧縮されそして粉末は塑性変形、クリープと拡散により高密度化される。ステンレス鋼のためには、典型的な圧は１００－１２０ＭＰａ、温度は１１００－１２００℃そして加圧時間は少なくとも３時間（ｈ）である。型は表面からエッチング又は機械加工により除かれる。

【００１７】

粉末押出では、鋼型を先ず粉末で充填する。所望ならば、型中の粉末は冷間加圧によりある程度まで圧縮される。次いで型は予熱されそして所望の形に押出される。別法としては、型は初めに、若干高密度化されたプレフォームが得られるように、特定の型中で熱プレスされる。最後に、プレフォームは熱押出される。典型的な押出温度は、１１００－１３００℃の範囲内にある。押出プレフォームのための処理と押出時間は、数分間である。

【００１８】

押出の前に、プレフォームはパンチング(punching)により高密度化される。バンチングでは、特定のパンチング用具を初めにプレフォームを通過して押し込み、それにより型取りがプレフォーム中で行われそして粉末は１００％の密度に非常に近く緊密化する。同時にプレフォームは管状になる。

【００１９】

いずれの方法も、疲労亀裂の開始のきっかけになるかも知れない孔又は欠陥のない、絶対的に高密度である材質のロールシェルを製造するのに使用できる。

【００２０】

ガス噴霧法では、粒子は急速に凝固し、それによりそれらの組成は粒子全体にわたり十分に均一になる。この方法でもって、合金化元素の分布もロール材料中で十分に均一であるだろう。他方、鋳造物が凝固するに従って、ミクロとマクロ両偏析が鋳造物中に生成し、その結果、凝固した材料の組成は、鋳造物の他の部分における所望の最適組成とは異なるだろう。本発明に従って製造されたロールでは、例えば材料の腐蝕疲労抵抗性は、ロールシェル体全体で均一に高い。ロールシェル体は、合金化元素の高過ぎる局部含量から起こる欠陥を持たない。本発明の方法では、クロムとモリブデンの高い合金化を使用してよく、それは、腐蝕抵抗性を減少するかも知れない、シグマ相のような脆化相を形成することなしに、腐蝕抵抗性を改善する。

【００２１】

ガス孔は、粉末粒子が急激に冷却されるので粉末粒子中に形成されない。かくして、所望ならば強度と腐蝕抵抗性を更に改善するために、合金化で比較的高い窒素レベルも使用してもよい。

【００２２】

熱間等圧加圧又は押出により、プレフォームは所望のロールシェル型に直接に製造でき、そして次にそのプレフォームは最終製品を製造するために機械加工される。大型ロールを、溶接により一緒に接合される幾つかの部分の形をした部分から製造することも必要にな

るであろう。加圧により、熱間加工によりその最終の形になる中間プレフォームを初めに製造することも可能である。ロールシェル体中の偏析が原因となる割れの危険がないので、加工性は優れている。

【００２３】

粉末材料は、オーステナイト－フェライト・ステンレス鋼である。式は特に下記の如くである：

【表３】

Ｃ	最大０．０８	好ましくは 最大０．０３
Ｓｉ	最大２	好ましくは 最大１．５
Ｍｎ	最大２	好ましくは 最大１．５
Ｃｒ	１８－２９	好ましくは ２３－２８
Ｍｏ	１．５－４．５	好ましくは ２．５－３．５
Ｎｉ	４．５－９	好ましくは ６．５－８．５
Ｃｕ	最大３	好ましくは １－２．５
Ｎ	０．１－０．３５	好ましくは ０．１８－０．２５
Ｓ	最大０．０３	好ましくは 最大０．００５
Ｐ	最大０．０３	好ましくは 最大０．０２５
Ａｌ	最大０．１	好ましくは 最大０．０２。

【００２４】

下記の式は、大型ロールのために特に適している：

【表４】

Ｃ	最大０．０３	好ましくは 最大０．０２
Ｓｉ	最大１．５	好ましくは 最大１
Ｍｎ	最大１．５	好ましくは ０．６－１
Ｃｒ	２４－２８	好ましくは ２５－２７
Ｍｏ	２．５－３．５	好ましくは ２．７５－３．２５
Ｎｉ	６．５－８	好ましくは ７－７．５
Ｃｕ	最大３	好ましくは １．５－２．５
Ｎ	０．１５－０．３	好ましくは ０．１８－０．２５
Ｓ	最大０．０３	好ましくは 最大０．００５
Ｐ	最大０．０３	好ましくは 最大０．０２５
Ａｌ	最大０．１	好ましくは 最大０．０２

【００２５】

所望ならば、追加して他の合金材料を少量、例えばタングステンを最大量３％、そしてバナジウム、ニオブ又はチタンを最大全量で０．５％使用してもよい。

【００２６】

本発明に使用される鋼の腐蝕耐性品位は、所謂ＰＲＥＮインデックス（窒素当量孔食耐性）(Pitting resistance equivalent with nitrogen) により記述でき、それは式：

ＰＲＥＮ＝Cr-% + 3.3*Mo-% + 16*N-%

を使用するＣｒ，ＭｏとＮから計算できる。

【００２７】

タングステンも使用されると、ＰＲＥＮＷインデックスが使用され、それにより：

ＰＲＥＮＷ＝Ｃｒ－％＋３．３＊（Ｍｏ－％＋０．５＊Ｗ－％）＋１６＊Ｎ－％である。

【００２８】

【実施例】

以下、本発明の効果を下記の試験結果により更に詳細に説明する。これらの試験例は本発明の範囲の限定を意図するものではない。

図１は、本発明に従って製造された２相鋼（Ｐ／Ｍ）の孔食耐性と慣用の鋳造により製造したもののそれを、ＰＲＥＮＷインデックスの函数として示している。本発明に従って製造された製品は鋳造製品より、孔食耐性は実質的に優れておりそして、それに追加して、

合金化品位が増すと、鋳造製品よりも相対的に大きく孔食耐性が改善される。

【００２９】

図２に示される通り、降伏強さと引張強度の両方は、ＰＲＥＮＷインデックス増加と共に増加する。

【００３０】

図３は、腐蝕疲労耐性に与えるＰＲＥＮＷインデックスの影響を示している。使用された試験は、回転曲げ疲労試験（周波数（ｆ）８５Ｈｚ，３％ＮａＣｌ溶液）であった。横軸は、破損前の荷重変動の回数を示している。図から、ＰＲＥＮＷインデックスが増加するに従って、腐蝕疲労耐性も改善されることが明白である。

【００３１】

図４は、熱間等圧加圧により粉末から製造されたプレフォーム（ＤＵＰ２７）を、鋳造プレフォーム（ＤＵＰ２７　Ｃ）と、それらの熱加工性について比較したものである。プレスされたプレフォームの靱性は、ここでは破面面積の減少により測定される。丁度、熱加工温度領域においては、プレスしたプレフォームは鋳造プレフォームより明らかに優れていることが判る。

【００３２】

鋼のＰＲＥＮＷ（又はＰＲＥＮ）インデックス：

ＰＲＥＮＷ＝Ｃｒ－％＋３．３＊（Ｍｏ－％＋０．５＊Ｗ－％）＋１６＊Ｎ－％は、３５以上であり、好ましくは４０以上である。

【００３３】

本発明の目標は、鋼粉末の酸素含量を可能な限り低くすることである。それは好ましくは２５０ppm より少ないことである。低い酸素レベルは、噴霧用ガスの純度を管理することによる粉末の注意深い処理を通してそしてカプセル材の正確な処理と製造を通して、実施される。

【００３４】

大きい粒子は、使用する前に鋼粉末からスクリーニングすることにより除去するのも好ましい。粉末の最大の大きさは、好ましくは５００ミクロメータそして最も好ましくは２５０ミクロメータより大きくないことである。この方法でもって、特に非金属性の大きな介在物の形成を、最後の製品で防止される。そのような介在物は特に疲労抵抗性に関して厄介なものである。

【図面の簡単な説明】

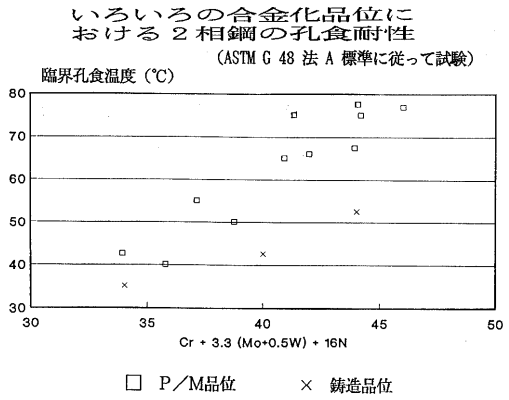
【図１】図１は、いろいろの合金化品位における２相鋼の孔食耐性を示す。縦軸は臨界孔食(pitting) 温度（℃）を表し、横軸はＰＲＮＥＷインデックスを表す。

【図２】図２は、いろいろの合金化品位における２相鋼の降伏強さと引張強度を示す。縦軸は降伏強さと引張強度（ＭＰａ）を表し、横軸はＰＲＮＥＷインデックスを表す。

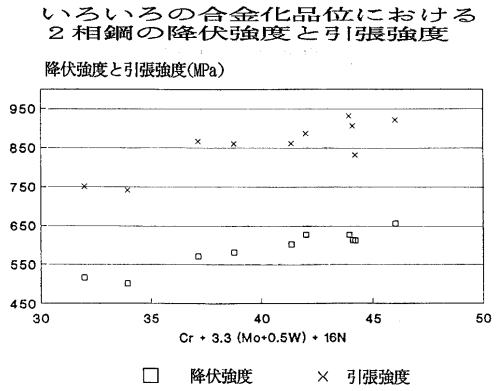
【図３】図３は、いろいろの合金化品位における回転曲げ疲労試験の結果を示す。縦軸は応力振幅（ＭＰａ）を表し、横軸は破壊に至るまでの荷重変動の回数を表す。

【図４】図４は、いろいろの温度における２相鋼の熱靱性を示す。縦軸は破面面積の減少率（％）を表し、横軸は温度（単位：１，０００℃）を表す。

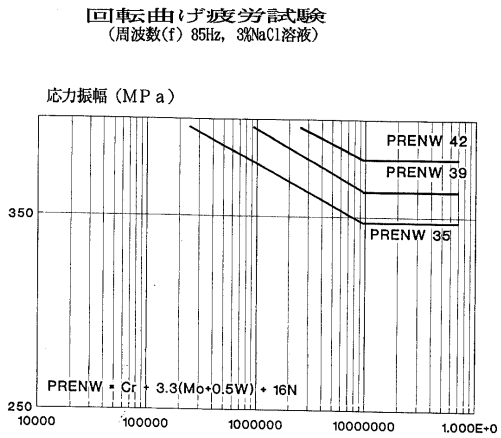
【図１】


いろいろの合金化品位に
おける２相鋼の孔食耐性
(ASTM G 48 法 A 標準に従って試験)
臨界孔食温度（℃）
80
70
60
50
40
30
30
35
40
45
50
Cr + 3.3 (Mo+0.5W) + 16N
□ P／M品位
× 鋳造品位

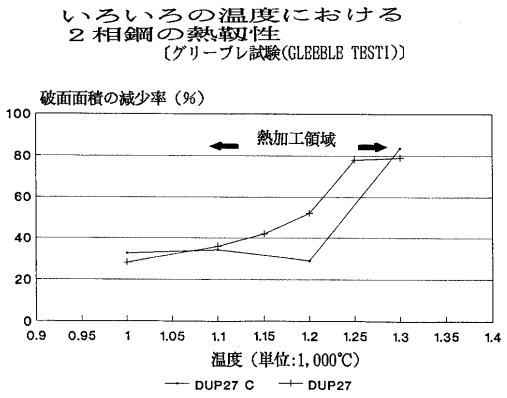
【図２】


いろいろの合金化品位における
２相鋼の降伏強度と引張強度
降伏強度と引張強度(MPa)
950
850
750
650
550
450
30
35
40
45
50
Cr + 3.3 (Mo+0.5W) + 16N
□ 降伏強度
× 引張強度

【図３】


回転曲げ疲労試験
(周波数(f) 85Hz, 3%NaCl溶液)
応力振幅（MPa）
PRENW 42
PRENW 39
PRENW 35
350
250
PRENW = Cr + 3.3(Mo+0.5W) + 16N
10000
100000
1000000
10000000
1.000E+0

【図４】


いろいろの温度における
２相鋼の熱靭性
〔グリーブレ試験(GLEEBLE TEST1)〕
破面面積の減少率（%）
熱加工領域
100
80
60
40
20
0
0.9
0.95
1
1.05
1.1
1.15
1.2
1.25
1.3
1.35
1.4
温度（単位:1,000℃）
DUP27 C
DUP27

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
Ｃ２２Ｃ 38/00 (2006.01) Ｃ２２Ｃ 38/00 ３０４

(74)代理人 100093193
弁理士 中村 壽夫
(74)代理人 100104145
弁理士 宮崎 嘉夫
(74)代理人 100104385
弁理士 加藤 勉
(72)発明者 エルッキ キースキ
フィンランド国, ３３４００ タムペレ, ヴィホランカツ １５ エフ ２５
(72)発明者 ヤリ リーマタイネン
フィンランド国, ３３３００ タムペレ, ヴィリレンニエミ １０ ビー
(72)発明者 ハンヌ マルチカイネン
フィンランド国, ３３５８０ タムペレ, ヘラカリオンカツ ６ エイチ

審査官 井上 猛

(56)参考文献 特開平０５－３０２１５１（ＪＰ, Ａ）
特開平０５－０９３２４６（ＪＰ, Ａ）
特開平０５－２３０５０５（ＪＰ, Ａ）
特開平０４－３２５６９４（ＪＰ, Ａ）
特開昭６１－２４３１４９（ＪＰ, Ａ）
特開平０４－０１７６４０（ＪＰ, Ａ）
特開昭５６－９３０２（ＪＰ, Ａ）
特開昭６２－９６６０４（ＪＰ, Ａ）
特開昭６０－１６９５０４（ＪＰ, Ａ）
特開平２－２７０９４４（ＪＰ, Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
B22F 3/15,3/20,5/00
D21F 1/40