

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3616591号
(P3616591)

(45) 発行日 平成17年2月2日(2005.2.2)

(24) 登録日 平成16年11月12日(2004.11.12)

(51) Int.Cl.⁷

F I

C 2 2 F 1/04
// B 2 1 J 1/02
C 2 2 F 1/00C 2 2 F 1/04 A
B 2 1 J 1/02 Z
C 2 2 F 1/00 6 0 4
C 2 2 F 1/00 6 8 5

請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-270592(P2001-270592)
(22) 出願日 平成13年9月6日(2001.9.6)
(65) 公開番号 特開2003-73787(P2003-73787A)
(43) 公開日 平成15年3月12日(2003.3.12)
審査請求日 平成15年8月11日(2003.8.11)(73) 特許権者 503360115
独立行政法人科学技術振興機構
埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(74) 代理人 100092392
弁理士 小倉 亘
(72) 発明者 金武 直幸
岐阜県岐阜市光町3-8

審査官 小川 武

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属材料の結晶粒微細化方法及び結晶粒微細化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属材料が装填されるコンテナを上パンチ、下パンチから独立させて回転自在とし、金属材料に押し付けた状態で上パンチ及び／又は下パンチを相対的に捻り回転させることにより、金属材料に圧縮捻りを繰返し負荷することを特徴とする金属材料の結晶粒微細化方法。

【請求項2】

圧縮捻り加工される金属材料が装填されるコンテナと、該コンテナに装填された金属材料の両端に押し当てられる上パンチ及び下パンチとを備え、上パンチ及び下パンチから独立して前記コンテナを回転自在に配置し、上パンチ及び／又は下パンチの相対的な捻り回転によって金属材料の両端に捻り変形を繰返し加えることを特徴とする結晶粒微細化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、金属又は合金の結晶粒を微細化することにより強度、靱性等、種々の特性を向上させる方法及び結晶粒微細化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

金属又は合金（以下、金属材料で総称する）の結晶粒を微細化するとき、強度、靱性等の特性が向上する。結晶粒の微細化は、金属材料の異方性を打ち消す上でも有効である。し

かし、従来の加工熱処理による結晶粒の微細化には限界があるため、強加工で導入される歪による結晶粒微細化が検討されている。

強加工によって結晶粒を微細化する方法としては、圧縮捻り法、E C A P法（Equal Channel Angular Pressing）、繰返し圧延接合法等がある（軽金属フォーラム第5巻（1999）第32～40頁）。圧縮捻り法では、円柱状のコンテナに円柱状金属試料を装填し、パンチを用いて圧縮力、捻り力を金属試料の一端に加えることによって強歪を金属試料に導入し、金属試料の結晶粒を微細化している。E C A P法では、L型孔をもつ金型内に棒状の金属試料を押し通し、断面形状を変えることなく金属試料を強歪加工することによって結晶粒を微細化している。繰返し圧延接合法では、板状金属試料を圧延し、折り重ねた後で再度圧延を繰り返すことによって導入される強歪によって結晶粒を微細化している。

10

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

E C A P法は、主としてアルミニウム合金の結晶粒微細化に利用されているが、装置の大型化は原理的に困難である。繰返し圧延接合法では、良好な接合を形成し圧延荷重を低減するため、再結晶温度以下の温間域で再度の圧延が必要になる。これに対し、圧縮捻り法は、比較的簡単な操作でサブミクロン又は数ミクロンに結晶粒を微細化できる。しかし、従来の圧縮捻り法では、薄い材料や厚み方向片側の狭い領域にある結晶粒が微細化されることが多く、厚い材料や広い領域における結晶粒微細化が困難である。

【0004】

20

【課題を解決するための手段】

本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、上下パンチから独立して回転できるコンテナを採用することによって、コンテナに装填した金属材料に逆方向のネジりを加え、比較的厚みのある金属材料であっても広い領域で結晶粒を微細化し、或いは金属粉末の固化成形と同時に結晶粒を微細化することを目的とする。

【0005】

本発明の結晶粒微細化法は、その目的を達成するため、金属材料が装填されるコンテナを上パンチ、下パンチから独立させて回転自在とし、金属材料に押し付けた状態で上パンチ及び／又は下パンチを相対的に捻り回転させることにより、金属材料に圧縮捻りを繰返し負荷することを特徴とする。

30

【0006】

また、結晶粒微細化装置は、圧縮捻り加工される金属材料が装填されるコンテナと、該コンテナに装填された金属材料の両端に押し当てられる上パンチ及び下パンチとを備えている。上パンチ及び下パンチからコンテナを独立させて回転自在に配置した状態で上パンチ及び／又は下パンチを相対的に捻り回転させることにより、結晶粒微細化に必要な捻り変形が金属材料の両端に繰返し加えられる。

【0007】

【作用】

本発明に従った結晶粒微細化装置は、図1で模式的に示すように金属材料（試料）Sが装填されるコンテナ1を上下のパンチ2，3から独立させ、コンテナ1の自由回転を可能にしている。金属材料（試料）Sには、中実の金属材料や金属粉末が使用される。中実金属材料では形状変化を伴わずに結晶粒微細化が可能であり、金属粉末では固化成形と同時に成形体の結晶粒微細化が可能である。

40

【0008】

コンテナ1に装填した金属材料（試料）Sに上パンチ2及び下パンチ3を圧下力Fで押し付けて上パンチ2を捻ると、摩擦力によってコンテナ1が上パンチ2と同じ方向に回転し、ネジりを加えていない下パンチ3はコンテナ1に対して相対的に逆方向に回転する。その結果、パンチ2，3で上下逆方向のネジり変形が金属材料（試料）Sに加えられる。ネジり変形は、上パンチ2に代えて下パンチ3を捻ること、或いはパンチ2と3を逆方向に捻り回転させることによって金属材料（試料）Sに加えられる。何れの場合も、金属

50

材料（試料）Sの両端から捻り力Tが与えられるため、厚い金属材料であっても結晶粒微細化に必要な塑性歪みが導入される。

【0009】

これに対し、従来の圧縮捻り法（図2）では、固定されたコンテナ1の凹部に装填した金属材料（試料）Sにパンチ2を押し付けてネジリ変形させているので、金属材料（試料）Sの一端に捻り力Tが加えられるだけである。そのため、本発明法に比較して金属材料（試料）Sに加えられる捻り力Tの効果が大幅に少なく、コンテナ1の凹部底面側にある金属材料（試料）Sには結晶粒微細化に十分な塑性歪みが導入されない。

【0010】

この対比から明らかなように、本発明の圧縮捻り法は、金属材料（試料）Sの両端に捻り力Tを加えているので、単純計算で従来法に比較して2倍の塑性歪みを金属材料（試料）Sに導入でき、結晶粒が効率よく微細化される。また、比較的厚い金属材料（試料）Sであっても、両端から加えられる捻り力Tによって広い領域にわたって結晶粒が微細化される。

【0011】

【実施例1】

金属材料（試料）Sとして、直径25mm、高さ10mmの純Al溶製材を使用した。この純Al溶製材は、平均結晶粒径が100μm前後であった。金属材料（試料）Sをコンテナ1に装填し、300℃に加温した状態でパンチ2、3により75MPaの圧下力Fを加え、捻り角度±45度、捻り周波数1/6Hz、捻り回数50回で上パンチ2を捻ることによって金属材料（試料）Sに塑性歪みを導入した。

【0012】

加工後の金属材料（試料）Sを観察したところ、パンチ2、3側から2～3mmの領域で結晶粒が平均粒径1～5μmまで微細化されていた。また、コンテナ1の内周面近傍においても塑性歪みが導入されるため、結晶粒の微細化が図られた。

これに対し、固定式コンテナ1に装填した金属材料（試料）Sに捻り変形を加える従来法（図2）では、同じ条件下でパンチ2を捻ったところ、パンチ2側から2～3mmの領域で結晶粒微細化が進行したに過ぎず、コンテナ1の凹部底面側を始めとする他の部分では当初の平均粒径100μmのままであった。

【0013】

【実施例2】

平均粒径70μmのBi-Tl-Sb合金粉末を直径25mm、高さ10mmの円柱状に室温で圧粉成形した圧粉体を金属材料（試料）Sとして使用した。圧粉体Sをコンテナ1に装填して500℃に加温し、圧下力F75MPaでパンチ2、3を金属材料（試料）Sに押し付けた。そして、捻り角度±45度、捻り周波数1/6Hz、捻り回数10回の条件下で圧粉体Sに塑性歪みを導入した。

【0014】

加工後の圧粉体Sをコンテナ1から取り出して観察したところ、粉末が十分に固化しており一体の円柱試料に成形されていた。得られた成形体の高さ方向、半径方向の各部からサンプリングした試料の結晶粒径を測定した。その結果、パンチ2、3側から2～3mmの領域で平均粒径1～5μmまで微細化されており、コンテナ1の内周面近傍においても特に微細化が顕著であった。

保持温度、捻り周波数、捻り回数を変えることによって微細化領域も変化し、最大で高さ10mmの試料のほぼ全領域まで微細化可能であった。

【0015】

【発明の効果】

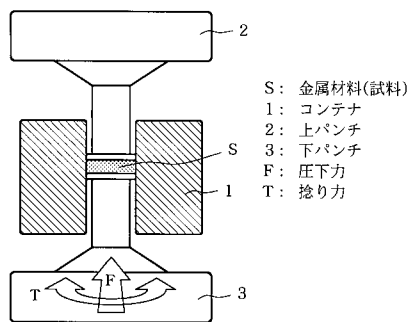
以上に説明したように、本発明においては、上下のパンチからコンテナを独立させることによって金属材料の両端に捻り変形を加えているので、結晶粒微細化に必要な塑性歪みが従来の圧縮捻り法に比較して大幅に広い領域に導入される。そのため、厚い金属材料であっても広範囲で結晶粒微細化が可能となり、金属材料の特性改善が図られる。

【図面の簡単な説明】

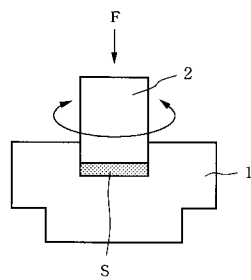
【図 1】 本発明に従った結晶粒微細化装置の概略図

【図 2】 従来法の圧縮捻り法を説明するための図

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05-070802 (JP, A)
特開昭59-125299 (JP, A)
実開平04-118424 (JP, U)
青野ら, 圧縮ねじり繰り返し負荷による純アルミニウムの結晶粒微細化, 軽金属学会第100会
春期大会講演概要, 日本, 2001年 4月17日, P.143-144
ALEXANDROV I Vら, Severe plastic deformation: new technique for powder consolidation a
nd grain size refinement. ", Powder Metall., 1998年, VOL. 41 NO.1, P.11-13
前田ら, SiC/アルミニウム混合粉末の圧縮ねじり成形における固化および複合化の過程, 塑性と
加工, 日本, 1999年 1月20日, Vol.40 No.456, P.35-44

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
C22F 1/00-3/02
B21J 1/00-9/30