

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-213920

(P2015-213920A)

(43) 公開日 平成27年12月3日(2015.12.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 D 11/06 (2006.01)	B 2 2 D 11/06 3 7 0	4 E 0 0 4
B 2 2 D 11/00 (2006.01)	B 2 2 D 11/06 3 9 0	
	B 2 2 D 11/06 3 8 0	
	B 2 2 D 11/00 G	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2014-96579 (P2014-96579)	(71) 出願人	000134257
(22) 出願日	平成26年5月8日 (2014.5.8)		N E C トーキン株式会社
			宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
		(72) 発明者	八巻 真
			宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
			N E C トーキン株式会社内
		(72) 発明者	佐竹 芳
			宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
			N E C トーキン株式会社内
		Fターム(参考)	4E004 DB01 DB02 DB17 DB19 QA01 SD01 TA01

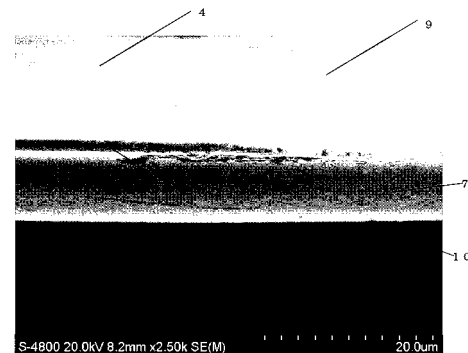
(54) 【発明の名称】 急冷合金薄帯およびその製造方法ならびに急冷合金薄帯製造装置

(57) 【要約】

【課題】 容易に製造可能で、製造コストを削減した急冷合金薄帯およびその製造方法ならびに急冷合金薄帯製造装置を提供すること。

【解決手段】 非晶質合金からなる急冷合金薄帯4であり、一方の主面であるロール面9と他方の主面であるフリー面10と交差する側面7のうち少なくとも一側面に、両主面に平行な方向に凸部8を備えている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

非晶質合金からなり、両主面と交差する側面のうち少なくとも一側面に、前記両主面に平行な方向に凸部を備えていることを特徴とする急冷合金薄帯。

【請求項 2】

前記両主面に平行な前記凸部の中心と前記両主面のうちの一方の主面との距離が、前記凸部の中心と前記両主面のうちの他方の主面との距離と異なることを特徴とする請求項 1 に記載の急冷合金薄帯。

【請求項 3】

移動方向に連続した溝部を少なくとも一つ有する冷却部に溶融した合金を射出し、前記合金を前記冷却部で急冷凝固して非晶質相を有する薄帯を形成し、前記薄帯は前記溝部で分断することを特徴とする急冷合金薄帯の製造方法。

10

【請求項 4】

前記薄帯を更に巻取り部で巻取り、移動方向に 2 以上に分断された連続薄帯を得ることを特徴とする請求項 3 に記載の急冷合金薄帯の製造方法。

【請求項 5】

溶融した合金を射出する射出部と、射出した前記合金を移動しながら急冷凝固する冷却部を有し、前記冷却部は前記合金が接する面に連続した溝部を少なくとも一つ有していることを特徴とする急冷合金薄帯製造装置。

20

【請求項 6】

前記合金が急冷凝固した非晶質相を有する急冷合金薄帯を巻き取る巻取り部をさらに有し、前記冷却部は移動方向に平行な連続した溝部を有することを特徴とする請求項 5 に記載の急冷合金薄帯製造装置。

【請求項 7】

前記冷却部は回転する冷却ロールからなることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の急冷合金薄帯製造装置。

【請求項 8】

前記溝部の深さは $3\ \mu\text{m}$ 以上、 $20\ \mu\text{m}$ 以下、前記溝部の幅は $20\ \mu\text{m}$ 以上、 $300\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の急冷合金薄帯製造装置。

30

【請求項 9】

前記冷却部は前記溝部を複数有し、前記溝部の間隔は $1\ \text{mm}$ 以上であることを特徴とする請求項 5 から 8 のいずれかに記載の急冷合金薄帯製造装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、溶融した合金を急冷して得る急冷合金薄帯およびその製造方法ならびに急冷合金薄帯製造装置に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

溶融した合金を急冷凝固して非晶質合金薄帯を得る方法において、得られる非晶質合金薄帯の幅は溶融した合金を射出するスリット幅等のノズルの形状によって決まる。そのため、連続した非晶質合金薄帯の製造方法としては、所望する非晶質合金薄帯の幅に合わせたノズルを用いて作製する方法と、幅広の非晶質合金薄帯を作製した後に所望する幅に切断する方法がある。

【0003】

非晶質合金薄帯を切断する方法の一例として、特許文献 1 に開示された方法がある。特許文献 1 では、アモルファス合金薄帯を長さ方向に沿って切断する方法および装置が開示

50

されている。その切断方法は、アモルファス合金薄帯の切断部分を結晶化温度以下に加温し、切断部分を軟化させて硬度を低下させ、アモルファス合金からなる冷却した切断刃によって摩擦熱を吸収しながら切断している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開昭62-228397号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

非晶質合金薄帯の幅に合わせたノズルを用いて作製する従来の方法では、製造する非晶質合金薄帯に合わせて複数のノズルを必要とする。また、異なる幅の非晶質合金薄帯を製造する度にノズルを交換する必要がある、ノズルの交換の際には冷却のために時間がかかる。これらより、製造方法が煩雑となり、製造コストが増加するという課題がある。

【0006】

また、作製した非晶質合金薄帯の幅方向の両端は不規則な形状となるため、両端部を切断して幅を揃える機械的装置を配設する必要がある。しかし、非晶質合金薄帯を切断する切断刃の管理が必要となり、さらなる煩雑化および製造コストが増加するという課題がある。

【0007】

20

幅広の非晶質合金薄帯を作製した後に、非晶質合金薄帯の長さ方向に切断して所望する幅の非晶質合金薄帯を得る方法も同様に、切断刃の管理が必要となり、さらなる煩雑化および製造コストが増加するという課題がある。

【0008】

また、非晶質合金薄帯を切断する機械的装置を用いると、切断面にバリが生じる場合がある。バリを有した非晶質合金薄帯を用いて巻磁心や積層磁心を作製すると、バリによる歪みが生じて軟磁気特性が低下するため好ましくない。

【0009】

そこで、本発明は、容易に製造可能で、製造コストを削減した急冷合金薄帯およびその製造方法ならびに急冷合金薄帯製造装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の課題を解決するために、本発明の急冷合金薄帯は非晶質合金からなり、両主面と交差する側面のうち少なくとも一側面に、前記両主面に平行な方向に凸部を備えていることを特徴とする。

【0011】

また、本発明の急冷合金薄帯は、前記両主面に平行な前記凸部の中心と前記両主面のうちの一方の主面との距離が、前記凸部の中心と前記両主面のうちの他方の主面との距離と異なることが望ましい。

【0012】

40

本発明の急冷合金薄帯の製造方法は、移動方向に連続した溝部を少なくとも一つ有する冷却部に溶融した合金を射出し、前記合金を前記冷却部で急冷凝固して非晶質相を有する薄帯を形成し、前記薄帯は前記溝部で分断することを特徴とする。

【0013】

また、本発明の急冷合金薄帯の製造方法は、前記薄帯を更に巻取り部で巻取り、移動方向に2以上に分断された連続薄帯を得ることが望ましい。

【0014】

本発明の急冷合金薄帯製造装置は、溶融した合金を射出する射出部と、射出した前記合金を移動しながら急冷凝固する冷却部を有し、前記冷却部は前記合金が接する面に連続した溝部を少なくとも一つ有することを特徴とする。

50

【 0 0 1 5 】

また、本発明の急冷合金薄帯製造装置は、前記合金が急冷凝固した非晶質相を有する急冷合金薄帯を巻き取る巻取り部をさらに有し、前記冷却部は移動方向に平行な連続した溝部を有していることが望ましい。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の急冷合金薄帯製造装置の前記冷却部は回転する冷却ロールからなることが望ましい。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の急冷合金薄帯製造装置の前記溝部の深さは $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下、前記溝部の幅は $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

10

【 0 0 1 8 】

また、本発明の前記冷却部は前記溝部を複数有し、前記溝部の間隔は 1 mm 以上であることが望ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、容易に製造可能で、製造コストを削減した急冷合金薄帯およびその製造方法ならびに急冷合金薄帯製造装置が得られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明による急冷合金薄帯製造装置の一例を示す構成図である。

20

【 図 2 】 本発明による急冷合金薄帯の凸部の走査型電子顕微鏡写真であって、図 2 (a) はロール面側からみた凸部の走査型電子顕微鏡写真、図 2 (b) はフリー面側からみた凸部の走査型電子顕微鏡写真である。

【 図 3 】 本発明による急冷合金薄帯の側面の走査型電子顕微鏡写真である。

【 図 4 】 本発明による急冷合金薄帯の凸部を示す側面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。

【 0 0 2 2 】

(第 1 の実施の形態)

30

図 1 は本発明による急冷合金薄帯製造装置の一例を示す構成図である。図 1 に示すように、本実施の形態による急冷合金薄帯製造装置 100 は、単ロール法を用いている。回転移動している冷却部 2 の表面に溶融した合金を射出する射出部 1 と、射出部 1 より射出された溶融した合金を移動しながら急冷凝固させる冷却部 2 と、急冷凝固した非晶質相を有する急冷合金薄帯 4 を巻き取る巻取り部 5 を備えている。

【 0 0 2 3 】

また、冷却部 2 は回転方向に連続した 4 本の溝部 3 を有しており、これらの溝部 3 は射出した合金が接する面に形成する。

【 0 0 2 4 】

冷却部 2 の表面に射出部 1 より高温で溶融した合金を射出し、冷却部 2 である冷却した回転ロールの表面で急冷凝固する。合金を急冷凝固して形成した非晶質相を有する急冷合金薄帯 4 を急冷合金薄帯剥離部 6 にて冷却部 2 から剥離した後、溝部 3 で分断された急冷合金薄帯 4 の本数毎に巻取り部 5 にて巻取り、所望する幅を有する急冷合金薄帯 4 を得る。

40

【 0 0 2 5 】

ここで、射出部 1 の材質に制限はなく、石英、アルミナ、サイアロンもしくは窒化ホウ素等のセラミックスまたはカーボン等を適宜選択すればよい。また、異なる材質を混合して形成してもよい。

【 0 0 2 6 】

冷却部 2 は溶融した合金が急冷凝固すればよく、水冷構造等を適宜選択すればよい。ま

50

た、冷却部 2 の材質に制限はなく、純銅や銅合金、鉄合金等を適宜選択すればよく、表面にメッキ等の処理を施してもよい。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態では、単ロール急冷法を用いて急冷合金薄帯を得ているが、双ロール急冷法等を用いてもよい。その場合、一方の回転ロールに溝部を有していればよい。また、冷却部は高速回転するロールではなく、ベルトや板が移動する急冷体を用いて、溶融した合金を急冷凝固してもよい。

【 0 0 2 8 】

急冷合金薄帯剥離部 6 は、急冷合金薄帯 4 を冷却部 2 から剥離するための機構であり、ガスナイフやドクターブレード、磁力を用いる方法等を適宜選択すればよい。

10

【 0 0 2 9 】

急冷合金薄帯は冷却部で急冷凝固した際に自然と分断されるため、冷却部に形成する溝部の深さは $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下、溝部の幅は $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下が望ましい。さらに、急冷合金薄帯の分断が容易になるため、溝部の深さは $4\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下、溝部の幅は $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下がより望ましい。

【 0 0 3 0 】

ここで、溝部の幅とは冷却部の表面に形成された溝部の一方の端辺から他方の端辺までの距離を示し、溝部の深さは冷却部の表面から冷却部の内部である溝部の最奥部までの距離を示している。

【 0 0 3 1 】

20

また、連続した急冷合金薄帯を製造する上で、溝部の間隔は 1 mm 以上であることが望ましい。ここで、溝部の間隔とは、隣接する溝部の間の距離を示し、冷却部の表面に形成された溝部の端辺のうち、それぞれ隣接する溝部側の端辺の間の距離を示している。溝部のこれらの距離は表面粗さ測定器を用いて測定することが可能である。

【 0 0 3 2 】

本実施の形態では、回転方向に連続した 4 本の溝部 3 を形成することで、合金を急冷凝固して得た非晶質相を有する急冷合金薄帯 4 の幅方向の両端を切断して、さらに 3 本の急冷合金薄帯 4 を得たが、溝部 3 の本数に制限はない。つまり、急冷凝固して得た非晶質相を有する急冷合金薄帯 4 の幅方向の両端を切断する必要がない場合は、回転方向に連続した 1 本の溝部のみ形成されていてもよい。

30

【 0 0 3 3 】

また、溝部が形成される方向に制限はなく、冷却部の移動方向に垂直な方向に連続した溝部を有していてもよい。つまり、回転ロールの冷却部において、回転方向に垂直な方向に連続した 1 本の溝部を形成した場合、回転ロール 1 周分の長さの急冷合金薄帯を得ることができる。

【 0 0 3 4 】

また、回転ロールの冷却部において、回転方向に垂直な方向に連続した溝部を複数形成し、さらに回転方向に連続した溝部を複数形成した場合、所望する幅および長さの急冷合金薄帯を作製と同時に得られる。この場合、巻取り部は不要であり、急冷合金薄帯剥離部で冷却部から剥離した急冷合金薄帯を収容するケース等を代わり配設すればよい。このように、巻取り部や急冷合金薄帯を収容するケース等は必要に応じて適宜設ければよい。

40

【 0 0 3 5 】

溝部 3 の加工方法は冷却部 2 に溝部 3 が形成されればよく、特に制限はない。例えば、ステンレス等の金属片やセラミック質片を冷却部に押し当てて形成してもよいし、冷却部 2 の移動方向における急冷合金薄帯剥離部 6 の下流側および射出部 1 の上流側に、機械的装置を取り付けても良い。その場合、冷却部 2 の表面を研磨して平滑にする研磨装置と研磨した後に新たに溝部 3 を形成する加工装置を取り付けるのが望ましい。

【 0 0 3 6 】

また、溝部の断面形状に制限はなく、U 字や V 字等の凹形を適宜形成すればよい。

【 0 0 3 7 】

50

図 2 は本発明による急冷合金薄帯の凸部の走査型電子顕微鏡写真であって、図 2 (a) はロール面側からみた凸部の走査型電子顕微鏡写真、図 2 (b) はフリー面側からみた凸部の走査型電子顕微鏡写真である。ここで、ロール面とは冷却部に接触した主面のことであり、フリー面とは他方の主面のことである。図 3 は本発明による急冷合金薄帯の側面の走査型電子顕微鏡写真である。図 4 は本発明による急冷合金薄帯の凸部を示す側面図である。

【 0 0 3 8 】

図 2 および図 3 の走査型電子顕微鏡写真ならびに図 4 に示すように、本発明による急冷合金薄帯 4 は、冷却部の溝部で分断され、一方の主面であるロール面 9 と他方の主面であるフリー面 1 0 と交差している側面 7 は、両主面に平行な方向に凸部 8 を有している。また、両主面に平行な凸部 8 の中心と両主面のうちの一方の主面との距離 L_1 が、凸部の中心と両主面のうちの他方の主面との距離 L_2 と異なっている。

10

【 0 0 3 9 】

冷却部に溝部を形成することによって、冷却部と溶融した非晶質合金の間に空気の層が存在する。この空気の層が溶融した合金の熱によって膨張し、溝部上の急冷合金薄帯の厚みが薄くなる。また、空気の層によって溶融した合金の冷却速度が低下し、溝部上の急冷合金薄帯が脆化するため、急冷合金薄帯は溝部上にて分断する。

【 0 0 4 0 】

これらにより、冷却部の溝部で分断された側面 7 に、両主面に平行な方向に凸部 8 を有した急冷合金薄帯が得られる。また、両主面に平行な凸部 8 の中心と両主面のうちの一方の主面との距離 L_1 が、凸部の中心と両主面のうちの他方の主面との距離 L_2 と異なった急冷合金薄帯が得られる。

20

【 0 0 4 1 】

所望する急冷合金薄帯の幅に合わせて冷却部の溝部を形成すれば、溶融した合金が冷却部にて急冷凝固し、急冷合金薄帯が作製されると同時に冷却部の溝部で分断され、所望する幅の急冷合金薄帯が得られる。そのため、急冷合金薄帯を切断する機械的装置を不要とし、切断刃の管理を行う必要がないため、管理工数および製造コストを削減できる。

【 0 0 4 2 】

また、冷却部に形成した溝部の間隔で急冷合金薄帯の幅が決まるため、間隔が異なるように複数の溝部を形成すれば、一度の製造において異なる幅の急冷合金薄帯を同時に作製できる。

30

【 0 0 4 3 】

さらに、本発明の急冷合金薄帯製造装置は溝部を有する冷却部の表面を研磨して平滑化し、その後、溝部を新しく形成すればよい。そのため、作製する急冷合金薄帯の幅が変わる度にノズルを交換するよりは、容易に溝部の変更が可能となり、製造コストを削減できる。

【 0 0 4 4 】

さらに、本発明では複数のノズルを不要とし、作製する急冷合金薄帯の幅が変わる度にノズルを交換する必要がないため、製造コストを削減できる。

【 0 0 4 5 】

また、本発明の急冷合金薄帯の切断面である側面には、両主面に平行な方向に凸部を有しているため、急冷合金薄帯を巻き回して作製する巻磁心や、急冷合金薄帯を積層する積層磁心を作製する際に、バリによる歪みを低減できる。

40

【実施例】

【 0 0 4 6 】

(実施例 1 ~ 1 2 、 比較例 1 ~ 5)

急冷合金薄帯製造装置は、石英からなる射出部と、銅合金からなる内部水冷方式の回転ロールを用いた冷却部と、巻取り部から構成し、冷却部は回転方向に連続した溝部を形成した。溝部は冷却部に金属板を押し当てて、表 1 の実施例 1 ~ 1 2 および比較例 1 ~ 5 に示す寸法で形成した。

【 0 0 4 7 】

50

組成式 $\text{Fe}_{83.3}\text{Si}_{3.0}\text{B}_{10.0}\text{P}_{3.0}\text{Cu}_{0.7}$ からなる合金を加熱して溶融した後、射出部のスリットより周速度 31.4 m/s で回転する冷却部に射出した。射出した合金を冷却部で急冷凝固した後、 700 L/min の窒素ガスを吹き付けるガスナイフによって冷却部より剥離して、巻取り部で巻き取った。得られた急冷合金薄帯の厚さは約 $19\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0048】

実施例 1 ～ 12 および比較例 1 ～ 5 で作製した急冷合金薄帯が、冷却部の溝部で分断されたかどうか、および連続した急冷合金薄帯が製造できたかどうかの評価結果を表 1 に示す。

【0049】

10

【表 1】

	溝部の深さ [μm]	溝部の幅 [μm]	溝部の間隔 [mm]	分断	連続薄帯
実施例 1	3.0	75	10.00	○	○
実施例 2	4.0	75	10.00	○	○
実施例 3	7.0	75	10.00	○	○
実施例 4	10.0	75	10.00	○	○
実施例 5	12.0	75	10.00	○	○
実施例 6	7.0	25	10.00	○	○
実施例 7	7.0	50	10.00	○	○
実施例 8	7.0	100	10.00	○	○
実施例 9	7.0	200	10.00	○	○
実施例 10	7.0	280	10.00	○	○
実施例 11	7.0	100	5.00	○	○
実施例 12	7.0	100	1.00	○	○
比較例 1	2.5	75	10.00	×	○
比較例 2	16.0	75	10.00	×	○
比較例 3	7.0	15	10.00	×	○
比較例 4	7.0	350	10.00	×	○
比較例 5	7.0	100	0.75	○	×

20

30

【0050】

表 1 から明らかなように、比較例 1 ～ 4 は急冷合金薄帯の一部もしくは全てが分断されず、比較例 5 は連続した急冷合金薄帯を作製することができなかった。

40

【0051】

冷却部の溝部で分断された実施例 1 ～ 12 の側面を走査型電子顕微鏡で観察したところ、図 2 に示すように両主面に平行な方向に凸部が形成されているのが確認できた。形成された凸部の両主面に平行な方向の距離は、約 $50\text{ }\mu\text{m}$ から約 $60\text{ }\mu\text{m}$ であった。また、凸部の厚さは約 $4\text{ }\mu\text{m}$ 、生じたバリは約 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0052】

さらに、主面に平行な凸部の中心と一方の主面との距離が、凸部の中心と他方の主面との距離と異なっていることが確認できた。詳しくは、凸部の中心から冷却部である回転ロールに接触したロール面までの距離は、凸部の中心から他方の主面であるフリー面までの

50

距離より短い事が確認できた。

【 0 0 5 3 】

一方、分断されなかった比較例 1 を機械的装置による切断刃で切断した後、切断した側面を走査型電子顕微鏡で観察したところ、凸部の形成は確認できなかった。切断によって生じたバリは約 2 μ m であった。

【 0 0 5 4 】

以上より、溶融した合金を射出する射出部と、射出した合金を移動しながら急冷凝固する冷却部を備え、冷却部は合金が接する面に連続した溝部を少なくとも一つ有した急冷合金薄帯製造装置を用いることにより、ノズルの交換や切断刃の管理が不要となる。合金を冷却部で急冷凝固して形成した非晶質相を有する薄帯が溝部で分断されるため、容易に製造可能で、製造コストを削減した急冷合金薄帯およびその製造方法ならびに急冷合金薄帯製造装置が得られる。

10

【 0 0 5 5 】

以上、本発明の実施例を説明したが、本発明は、上記に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の変更や修正が可能である。すなわち、当業者であれば成し得るであろう各種変形、修正もまた本発明に含まれることは勿論である。

【 符号の説明 】

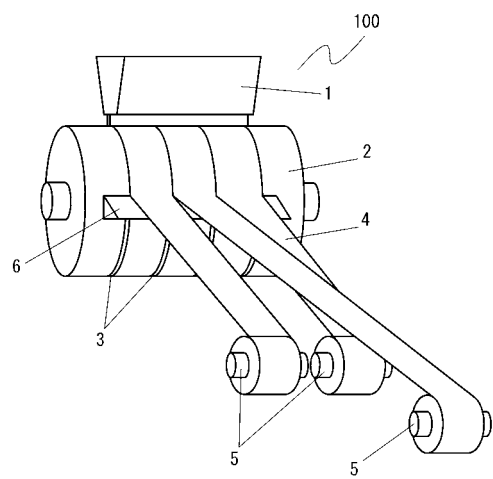
【 0 0 5 6 】

- 1 射出部
- 2 冷却部
- 3 溝部
- 4 急冷合金薄帯
- 5 巻取り部
- 6 急冷合金薄帯剥離部
- 7 側面
- 8 凸部
- 9 ロール面
- 10 フリー面
- 100 急冷合金薄帯製造装置
- L 1、L 2 距離

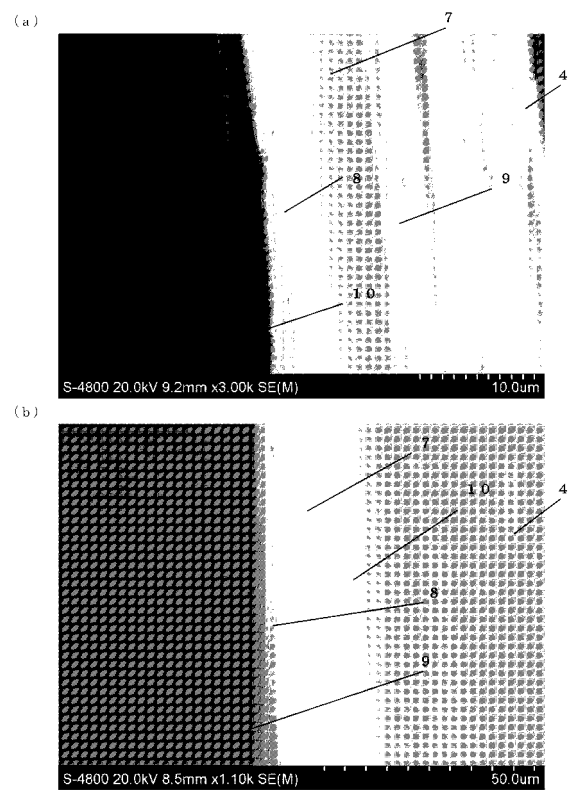
20

30

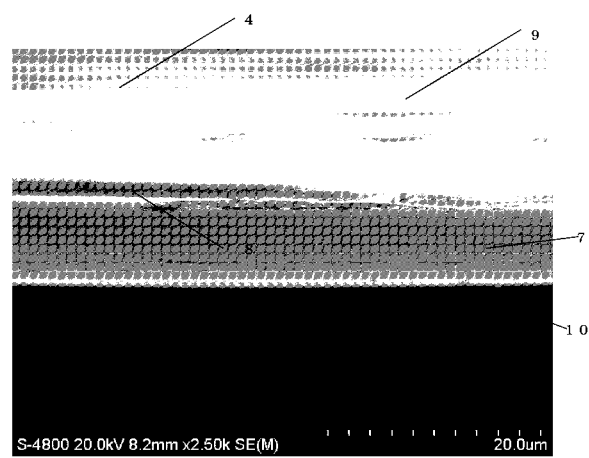
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

