

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11) 特許番号

特許第3057233号
(P3057233)

(45) 発行日 平成12年6月26日(2000.6.26)

(24) 登録日 平成12年4月21日(2000.4.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	
B 2 2 D	27/02	B 2 2 D	27/02 U
	1/00		1/00 Z
	27/20		27/20 Z
// C 2 2 B	9/02	C 2 2 B	9/02

請求項の数10(全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平11-284256	(73) 特許権者	391012224 名古屋大学長 愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)
(22) 出願日	平成11年10月5日(1999.10.5)	(72) 発明者	岩井 一彦 名古屋市千種区千代が丘108-907
審査請求日	平成11年10月5日(1999.10.5)	(72) 発明者	浅井 滋生 名古屋市緑区鳴海町薬師山112
		(72) 発明者	王 強 名古屋市千種区希望ヶ丘2-6-1南希望荘302号
		(74) 代理人	100071401 弁理士 飯沼 義彦 (外2名)
		審査官	金 公彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導電性液体内疎密波発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性液体を収容する容器と、同容器に収容された導電性液体の内部に疎密波を発生させる交流電磁力印加手段とをそなえ、同交流電磁力印加手段における交流の周波数 f が、[数1]式の範囲に設定されていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【数1】

$$\frac{2}{L^2 \pi \mu \sigma} \leq f \leq \frac{c^2 \mu \sigma}{2 \pi}$$

ここで、 f ：周波数(但し電磁力の波形が非正弦波の場合はその波形をフーリエ解析したときの主要周波数)

L ：系の代表長さ(例えば導電性液体の容器深さ、半径)

μ ：導電性液体の透磁率

：導電性液体の電気伝導度

c ：導電性液体中の疎密波伝播速度

【請求項2】 請求項1に記載の導電性液体内疎密波発生装置において、上記交流電磁力印加手段が交流磁場発生用電磁コイルとして上記容器の外周部に設けられていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【請求項3】 請求項2に記載の導電性液体内疎密波発生装置において、上記容器の外周部に直流磁場発生用電磁コイルが設けられていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【請求項4】 請求項3に記載の導電性液体内疎密波発生装置において、上記直流磁場発生用電磁コイルが超伝導磁石として構成されて、同超伝導磁石のボア内に前記の容器および交流磁場発生用電磁コイルが挿入されていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【請求項5】 請求項1に記載の導電性液体内疎密波発生装置において、上記交流電磁力印加手段が、上記容器の周壁部の互いに対向する位置で同容器内の導電性液体に通電しうるように配設された一対の電極板と同電極板に接続された交流電源とにより構成されていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【請求項6】 請求項5に記載の導電性液体内疎密波発生装置において、上記電極板をそなえた容器の外周部に、直流磁場発生用電磁コイルが配設されていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【請求項7】 請求項6に記載の導電性液体内疎密波発生装置において、上記直流磁場発生用電磁コイルが超伝導磁石として構成されて、同超伝導磁石のボア内に、前記一対の電極板をそなえた容器が挿入されていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【請求項8】 請求項1に記載の導電性液体内疎密波発生装置において、上記容器がセラミックスで形成されるとともに、同容器の外周部に金属製の補強材をそなえ、上記交流電磁力印加手段が交流磁場発生用電磁コイルとして上記容器の上部に設けられていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【請求項9】 請求項8に記載の導電性液体内疎密波発生装置において、上記容器の外周部に直流磁場発生用電磁コイルが設けられていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【請求項10】 請求項9に記載の導電性液体内疎密波発生装置において、上記直流磁場発生用電磁コイルが超伝導磁石として構成されて、同超伝導磁石のボア内に上記容器が挿入されていることを特徴とする、導電性液体内疎密波発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熔融状態の金属のごとき導電性液体の内部に、疎密波を発生させるための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、熔融状態の金属に疎密波を発生させて、その凝固後の組織の改善や精錬能力の向上などを旨とする技術が開発されているが、疎密波強度の向上を効率よく図ることが困難とされ、未だ十分な成果が得られていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明は、導電性液体の内部に直接疎密波を発生させる交流電磁力印加手段を改善して、疎密波強度を十分に向上させようとした導電性液体内疎密波発生装置を提供することを課題とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】前述の課題を解決するため、本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、導電性液

体を収容する容器と、同容器に収容された導電性液体の内部に疎密波を発生させる交流電磁力印加手段とをそなえ、同交流電磁力印加手段における交流の周波数 f が、[数1]式の範囲に設定されていることを特徴としている。

【数1】

$$\frac{2}{L^2 \pi \mu \sigma} \leq f \leq \frac{c^2 \mu \sigma}{2 \pi}$$

ここで、 f ：周波数（但し電磁力の波形が非正弦波の場合はその波形をフーリエ解析したときの主要周波数）

L ：系の代表長さ（例えば導電性液体の容器深さ、半径）

μ ：導電性液体の透磁率

：導電性液体の電気伝導度

c ：導電性液体中の疎密波伝播速度

【0005】また、本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、上記交流電磁力印加手段が交流磁場発生用電磁コイルとして上記容器の外周部に設けられていることを特徴としている。

【0006】さらに本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、上記容器の外周部に直流磁場発生用電磁コイルが設けられていることを特徴としている。

【0007】また本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、上記直流磁場発生用電磁コイルが超伝導磁石として構成されて、同超伝導磁石のボア内に前記の容器および交流磁場発生用電磁コイルが挿入されていることを特徴としている。

【0008】さらに本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、上記交流電磁力印加手段が、上記容器の周壁部の互いに対向する位置で同容器内の導電性液体に通電しうるように配設された一対の電極板と同電極板に接続された交流電源とにより構成されていることを特徴としている。

【0009】また、本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、上記電極板をそなえた容器の外周部に、直流磁場発生用電磁コイルが配設されていることを特徴としている。

【0010】さらに、本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、上記直流磁場発生用電磁コイルが超伝導磁石として構成されて、同超伝導磁石のボア内に、前記一対の電極板をそなえた容器が挿入されていることを特徴としている。

【0011】また本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、上記容器がセラミックスで形成されるとともに、同容器の外周部に金属製の補強材をそなえ、上記交流電磁力印加手段が交流磁場発生用電磁コイルとして上記容器の上部に設けられていることを特徴としている。

【0012】さらに本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、上記容器の外周部に直流磁場発生用電磁コイルが

設けられていることを特徴としている。

【0013】また本発明の導電性液体内疎密波発生装置は、上記直流磁場発生用電磁コイルが超伝導磁石として構成されて、同超伝導磁石のボア内に上記容器が挿入されていることを特徴としている。

【0014】上述の本発明の導電性液体内疎密波発生装置では、導電性液体の内部に疎密波を発生させる交流電磁力印加手段の交流周波数が、後述の理由により適切な範囲内に設定されるので、疎密波が十分な強さで発生し、これにより導電性液体におけるガス抜きや組織の微細化が行われて、導電性液体の凝固後の材質の改善が効率よく行われるようになる。

【0015】そして、上記交流電磁力印加手段が交流磁場発生用電磁コイルとして上記容器の外周部に設けられると、簡素な構成で低コストにより疎密波の発生を導電性液体内に実現できるようになる。

【0016】また、上記容器の外周部に、上記交流磁場発生用電磁コイルのほか、さらに直流磁場発生用電磁コイルが設けられると、上記容器内の導電性液体の内部に、両電磁コイルの重畳作用で疎密波を一層強力に発生させることができ、同導電性液体の精錬能力の向上や凝固後の組織の改善が十分にもたらされるようになる。

【0017】そして、上記直流磁場発生用電磁コイルが超伝導磁石として構成されて、同超伝導磁石のボア内に上記の容器および交流磁場発生用電磁コイルが挿入されていると、上記超伝導磁石としての直流磁場発生用電磁コイルと上記交流磁場発生用電磁コイルとの重畳作用により、上記導電性液体の内部にはさらに強力な疎密波が発生して、一層効率よく上記導電性液体の凝固後の材質の改善がもたらされる。

【0018】また、上記交流電磁力印加手段が、上記容器の周壁部の互いに対向する位置で同容器内の導電性液体に通電するように配設された一対の電極板と同電極板に接続された交流電源とにより構成されたり、さらに上記容器の外周部に直流磁場発生用電磁コイルが配設されたりしていると、交流磁場発生用電磁コイルが不要になるので、装置全体の構成を著しく簡素にしながら、上記導電性液体の内部に疎密波を発生させて、その凝固後の材質改善に寄与することができる。

【0019】そして、この場合も、上記直流磁場発生用電磁コイルが、超伝導磁石として構成されて、そのボア内に上記電極板を有する容器が挿入されていると、上記超伝導磁石としての直流磁場発生用電磁コイルによる強力な電磁力の作用が、上記一対の電極板による交流電磁力印加手段の作用に重畳して、上記容器内の導電性液体の内部に一層効率よく疎密波を発生させ、その凝固後の材質の改善をもたらす効果が得られる。

【0020】さらに、上記容器が金属製補強材で補強されて十分な強度を維持しながら、同容器の上部に交流磁場発生用電磁コイルをそなえていると、上記金属製補強

材の影響を受けることなく導電性液体の内部に強い疎密波を発生させることができ、このようにして導電性液体のガス抜きや組織の微細化により、その凝固後の材質の改善が達成される。

【0021】また、上記容器の上部に設けられた交流磁場発生用電磁コイルと上記容器の外周部に設けられた直流磁場発生用電磁コイルとの重畳作用で上記容器内の導電性液体の内部に強力な疎密波が発生するようになってい場合は、上記導電性液体の凝固後の材質改善が一層適切に行われるようになる。

【0022】そして、上記容器の上部に設けられた交流磁場発生用電磁コイルとの重畳作用を行うべく上記容器の外周部に設けられる直流磁場発生用電磁コイルが、超伝導磁石として構成されると、上記容器内における導電性液体における疎密波の発生が一層強力に行われるようになり、同液体の凝固後の材質の向上が十分に達成される効果が得られる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面により本発明の実施形態について説明すると、図1は本発明の第1実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す斜視図、図2は本発明の第2実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図、図3は本発明の第3実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図、図4は本発明の第4実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図、図5は本発明の第5実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図、図6は本発明の第6実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図、図7は本発明の第7実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図、図8は本発明の第8実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図、図9は本発明の第9実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図である。

【0024】まず第1実施形態について説明すると、図1に示すように、導電性液体（熔融金属やプラスチック系のもののほか、高温液状の半導体やセラミックスなども含まれる。）1を収容した容器2の外周部に、交流電磁力印加手段としての交流磁場発生用電磁コイル3が、上下方向の交流磁場 B_{AC} を生じるように設けられている。

【0025】そして、導電性液体1の内部に疎密波を効率よく発生させるため、交流磁場発生用電磁コイル3の交流電源4における周波数 f は、周波数調整器5により[数1]式で示す範囲に設定されている。

【数1】

$$\frac{2}{L^2 \pi \mu \sigma} \leq f \leq \frac{c^2 \mu \sigma}{2 \pi}$$

ここで、 f ：周波数（但し電磁力の波形が非正弦波の場合はその波形をフーリエ解析したときの主要周波数）

L ：系の代表長さ（例えば導電性液体の容器深さ、半径）

μ ：導電性液体の透磁率

σ ：導電性液体の電気伝導度

c ：導電性液体中の疎密波伝播速度

【0026】交流周波数 f が上述の範囲に設定されるのは次の理由による。すなわち、導電性液体に電磁力が実質的に作用する範囲は表面からある距離まで、それは電磁浸透厚みとして知られている。この電磁浸透厚みが系の代表長さ L より大きければ電磁力は効率よく疎密波を生成できない。したがって、効率よく疎密波生成を行うためには電磁浸透厚みを系の代表長さより小さくする必要があり、これを数式化したものが [数2] 式である。

【数2】

$$\frac{2}{L^2 \pi \mu \sigma} \leq f$$

【0027】一方、高い周波数では波長の方が電磁浸透厚みに比べて小さくなりうる。この条件下では、効率よく疎密波を生成できない。したがって効率よく疎密波を生成するためには電磁浸透厚みを疎密波の波長より大きくする必要があり、これを数式化すると [数3] 式となる。

【数3】

$$f \leq \frac{c^2 \mu \sigma}{2 \pi}$$

【0028】上述の第1実施形態の導電性液体内疎密波発生装置では、導電性液体1の内部に疎密波を発生させる交流電磁力印加手段の交流周波数 f が、前述の理由により適切な範囲内に設定されるので、疎密波の発生が十分な強さで行われ、これにより導電性液体におけるガス抜きや組織の微細化が行われて、導電性液体の凝固後の材質の改善が効率よく行われるようになる。

【0029】そして、上記交流電磁力印加手段が交流磁場発生用電磁コイル3として容器2の外周部に設けられるので、簡素な構成により低コストで疎密波の発生を導電性液体内に実現できるようになる。

【0030】次に本発明の第2実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置について説明すると、図2に示すように、本実施形態の場合も、導電性液体（熔融金属やプラスチック系のものなど）1を収容した容器2の外周部に、交流電磁力印加手段としての交流磁場発生用電磁コイル3が、上下方向の交流磁場 B_{AC} を生じるように設けられている。

【0031】そして、導電性液体1の内部に疎密波を効率よく発生させるため、交流磁場発生用電磁コイル3の

交流電源4における周波数 f は、周波数調整器5により [数1] 式で示す範囲に設定されている。

【0032】この第2実施形態では、さらに容器2および交流磁場発生用電磁コイル3の外周部を取り囲むようにして直流磁場発生用電磁コイル6が設けられ、これにより導電性液体1の内部を通る上下方向の直流磁場 B_{DC} が発生するように構成されている。

【0033】上述の第2実施形態では、交流磁場発生用電磁コイル3と直流磁場発生用電磁コイル6との重畳作用で導電性液体1の内部における疎密波の発生が一層強力に行われ、これにより導電性液体1の凝固後の組織の改善や精錬能力の向上が十分にもたらされるようになる。

【0034】次に本発明の第3実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置について説明すると、図3に示すように、本実施形態の場合も、導電性液体（熔融金属やプラスチック系のものなど）1を収容した容器2の外周部に、交流電磁力印加手段としての交流磁場発生用電磁コイル3が、上下方向の交流磁場 B_{AC} を生じるように設けられている。

【0035】そして、導電性液体1の内部に疎密波を効率よく発生させるため、交流磁場発生用電磁コイル3の交流電源4における周波数 f は、周波数調整器5により [数1] 式で示す範囲に設定されている。

【0036】そして、さらに容器2および交流磁場発生用電磁コイル3の外周部を取り囲むようにして直流磁場発生用電磁コイル6が設けられ、これにより導電性液体1の内部を通る上下方向の直流磁場 B_{DC} が発生するように構成されているが、この第3実施形態では特に直流磁場発生用電磁コイル6が、同コイル6を浸漬する液化ヘリウムなどの極低温液を収容した二重円筒壁状容器としての冷却手段6aにより超伝導磁石として構成されて、この超伝導磁石のボア内に、導電性液体1を収容する容器2および交流磁場発生用電磁コイル3が挿入されている。

【0037】これにより、交流磁場発生用電磁コイル3と超伝導磁石6、6aとの重畳作用で、溶融状態の鉄などの導電性液体1の内部に強力な疎密波が発生して、一層効率よく導電性液体1の凝固後の材質の改善がもたらされる。

【0038】次に本発明の第4実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置について説明すると、図4に示すように、導電性液体（熔融金属やプラスチック系のものなど）1を収容した容器2の周壁部に、交流電磁力印加手段としての一対の電極板7、7が、導電性液体1の内部に交流電流 J_{AC} を流せるように設けられている。

【0039】そして、導電性液体1の内部に疎密波を効率よく発生させるため、電極板7、7に接続された交流電源4における周波数 f は、周波数調整器5により [数1] 式で示す範囲に設定されている。

【0040】上述の第4実施形態の導電性液体内疎密波発生装置では、交流磁場発生用電磁コイルが不要になるので、装置全体の構成を著しく簡素にしなが、印加交流の周波数 f を前述の理由に基づき [数1] 式の範囲内に設定することにより、導電性液体1の内部に疎密波を効率よく発生させて、同液体1の凝固後における材質の改善に寄与することができる。

【0041】なお、導電性液体1が高温の熔融金属の場合、電極板7は導電性を有しながら高温に耐える材質をもつ必要があるので、例えばボロンとジルコニウムとからなる ZrB_2 などで構成される。

【0042】次に本発明の第5実施形態について説明すると、図5に示すように、本実施形態の場合も基本的には前述の第4実施形態と同様に構成されていて、導電性液体1を収容した容器2の周壁部に、交流電磁力印加手段としての一对の電極板7, 7が、導電性液体1の内部に交流電流 J_{AC} を流せるように設けられている。

【0043】そして、導電性液体1の内部に疎密波を効率よく発生させるため、電極板7, 7に接続された交流電源4における周波数 f は、周波数調整器5により [数1] 式で示す範囲に設定されている。

【0044】この第5実施形態では、さらに、容器2の外周部を取り囲むようにして直流磁場発生用電磁コイル6が設けられ、これにより導電性液体1の内部を通る上下方向の直流磁場 B_{DC} が発生するように構成されている。

【0045】このようにして、この第5実施形態によれば、導電性液体1の内部を通る交流電流 J_{AC} と直流磁場 B_{DC} との重畳作用で、導電性液体1の内部における疎密波の発生が一層強力に行われ、これにより導電性液体1の凝固後の組織の改善や精錬能力の向上が十分にもたらされるようになる。

【0046】また、図6に示す本発明の第6実施形態では、図5の第5実施形態と比べて、直流磁場発生用電磁コイル6が液化ヘリウムなどの極低温液を収容した二重円筒壁状容器としての冷却手段6aにより超伝導磁石として構成されて、この超伝導磁石のボア内に、導電性液体1を収容し電極板7を有する容器2が挿入されている。

【0047】これにより、導電性液体1に印加される交流電流 J_{AC} と超伝導磁石6, 6aの直流磁場 B_{DC} との相乗作用で、熔融状態の鉄などの導電性液体1の内部に強力な疎密波が発生して、一層効率よく導電性液体1の凝固後の材質の改善がもたらされる。

【0048】次に本発明の第7実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置について説明すると、図7に示すように、本実施形態では導電性液体1を収容する容器2が、マグネシア (MgO) のごときセラミックスで形成され、その外周部には金属製の補強材 (本実施形態では補強板) 8が施されている。

【0049】また、交流電磁力印加手段としての交流磁場発生用電磁コイル3は、金属製補強材8の影響を受けないようにして効率よく上下方向の交流磁場 B_{AC} を生じるように、容器2の上部に配設されている。

【0050】そして、導電性液体1の内部に疎密波を効率よく発生させるため、交流磁場発生用電磁コイル3の交流電源4における周波数は、周波数調整器5により [数1] 式で示す範囲に設定されている。

【0051】上述の第7実施形態の導電性液体内疎密波発生装置では、セラミックス製の容器2が金属製補強材8で補強されることにより十分な強度を維持しながら、同容器2の上部にそなえた交流磁場発生用電磁コイル3により、金属製補強材8の影響を受けることなく導電性液体1の内部に強い疎密波を発生させることができ、このようにして導電性液体1のガス抜きや組織の微細化により、その凝固後の材質の改善が達成される。

【0052】なお、容器2の材質としては $2800^{\circ}C$ の融点を有する前記マグネシアのほか、アルミナ (Al_2O_3 , 融点 $2080^{\circ}C$) やシリカ (SiO_2 , 融点 $1710^{\circ}C$) などを用いることもできる。したがって、例えば熔融状態のシリカを導電性液体としてマグネシア製の容器に収容し、疎密波による処理を施すこともできる。

【0053】次に本発明の第8実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置について説明すると、図8に示すように、本実施形態の場合も第7実施形態と同様に、導電性液体1を収容した金属製補強材8付きセラミックス製容器2の上部に、交流電磁力印加手段としての交流磁場発生用電磁コイル3が、上下方向の交流磁場 B_{AC} を生じるように設けられている。

【0054】そして、導電性液体1の内部に疎密波を効率よく発生させるため、交流磁場発生用電磁コイル3の交流電源4における周波数 f は、周波数調整器5により [数1] 式で示す範囲に設定されている。

【0055】この第8実施形態では、さらに容器2の一部または全部と、要すれば交流磁場発生用電磁コイル3とを取り囲むようにして直流磁場発生用電磁コイル6が設けられ、これにより導電性液体1の内部を通る上下方向の直流磁場 B_{DC} が発生するように構成されている。

【0056】上述の第8実施形態では、交流磁場発生用電磁コイル3と直流磁場発生用電磁コイル6との重畳作用で導電性液体1の内部における疎密波の発生が一層強力に行われ、これにより導電性液体1の凝固後の組織の改善や精錬能力の向上が十分にもたらされるようになる。

【0057】また第7実施形態と同様に、高温の導電性液体1を収容するセラミックス製容器2の強度が金属製補強材8により十分に高められるとともに、交流磁場発生用電磁コイル3が容器2の上部に設けられることにより同コイル3の電磁作用が金属製補強材8で妨げられる

のを回避することができる。

【0058】次に本発明の第9実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置について説明すると、図9に示すように、本実施形態の場合も、導電性液体（熔融金属やプラスチック系のものなど）1を収容した金属製補強材8付きセラミック製容器2の上部に、交流電磁力印加手段としての交流磁場発生用電磁コイル3が、上下方向の交流磁場 B_{AC} を生じるように設けられている。そして、導電性液体1の内部に疎密波を効率よく発生させるため、交流磁場発生用電磁コイル3の交流電源4における周波数 f は、周波数調整器5により[数1]式で示す範囲に設定されている。

【0059】さらに容器2および要すれば交流磁場発生用電磁コイル3の外周部も取り囲むようにして直流磁場発生用電磁コイル6が設けられ、これにより導電性液体1の内部を通る上下方向の直流磁場 B_{DC} が発生するように構成されているが、この第9実施形態では特に直流磁場発生用電磁コイル6が、同コイル6を浸漬する液化ヘリウムなどの極低温液を収容した二重円筒壁状容器としての冷却手段6aにより超伝導磁石として構成されて、この超伝導磁石のボア内に、導電性液体1を収容する容器2および要すれば交流磁場発生用電磁コイル3が挿入されている。

【0060】これにより、交流磁場発生用電磁コイル3と超伝導磁石6, 6aとの重畳作用で、熔融状態の鉄などの導電性液体1の内部に強力な疎密波が発生して、一層効率よく導電性液体1の凝固後の材質の改善がもたらされる。

【0061】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の導電性液体内疎密波発生装置によれば次のような効果が得られる。

- (1) 導電性液体の内部に疎密波を発生させる交流電磁力印加手段の交流周波数が適切な範囲内に設定されるので、疎密波が十分な強さで発生し、これにより導電性液体におけるガス抜きや組織の微細化が行われて、導電性液体の凝固後の材質の改善が効率よく行われるようになる。（請求項1）
- (2) 上記交流電磁力印加手段が交流磁場発生用電磁コイルとして上記容器の外周部に設けられると、簡素な構成で低コストにより疎密波の発生を導電性液体内に実現できるようになる。（請求項2）
- (3) 上記容器の外周部に、上記交流磁場発生用電磁コイルのほか、さらに直流磁場発生用電磁コイルが設けられると、上記容器内の導電性液体の内部に、両電磁コイルの重畳作用で疎密波を一層強力に発生させることができ、同導電性液体の精錬能力の向上や凝固後の組織の改善が十分にもたらされるようになる。（請求項3）
- (4) 上記直流磁場発生用電磁コイルが超伝導磁石として構成されて、同超伝導磁石のボア内に上記の容器および

交流磁場発生用電磁コイルが挿入されていると、上記超伝導磁石としての直流磁場発生用電磁コイルと上記交流磁場発生用電磁コイルとの重畳作用により、上記導電性液体の内部にはさらに強力な疎密波が発生して、一層効率よく上記導電性液体の凝固後の材質の改善がもたらされる。（請求項4）

(5) 上記交流電磁力印加手段が、上記容器の周壁部の互いに対向する位置で同容器内の導電性液体に通電しうるように配設された一対の電極板と同電極板に接続された交流電源とにより構成されたり、さらに上記容器の外周部に直流磁場発生用電磁コイルが配設されたりしていると、交流磁場発生用電磁コイルが不要になるので、装置全体の構成を著しく簡素にしなが、上記導電性液体の内部に疎密波を発生させて、その凝固後の材質改善に寄与することができる。（請求項5, 6）

(6) 上記(5)項の場合も、上記直流磁場発生用電磁コイルが、超伝導磁石として構成されて、そのボア内に上記電極板を有する容器が挿入されていると、上記超伝導磁石としての直流磁場発生用電磁コイルによる強力な電磁力の作用が、上記一対の電極板による交流電磁力印加手段の作用に重畳して、上記容器内の導電性液体の内部に一層効率よく疎密波を発生させ、その凝固後の材質の改善をもたらす効果が得られる。（請求項7）

(7) 上記容器が高温に耐えるセラミックで形成されて、同容器の外周部に金属製の補強材が施される場合に、同容器の上部に交流磁場発生用電磁コイルを設けることにより同コイルの電磁作用が上記金属製補強材の影響を受けないようにすると、上記容器の強度保持と同容器内における強い疎密波の発生とを両立させることができる。（請求項8）

(8) 上記(7)項の場合において、さらに上記容器の外周部に強力な直流磁場を発生させる電磁コイルを設けておくと、上記交流磁場発生用電磁コイルとの重畳作用により上記容器内の導電性液体の内部における疎密波の発生が強化されて、同液体の凝固後の材質改善が効率よく行われるようになる。（請求項9）

(9) 上記(8)項の場合において、上記直流磁場発生用電磁コイルが超伝導磁石として構成されていると、上記容器内の導電性液体に発生する疎密波が一層強化されて、同液体の凝固後の材質改善が、さらに効率よく行われるようになる。（請求項10）

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す斜視図である。

【図2】本発明の第2実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図である。

【図3】本発明の第3実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図である。

【図4】本発明の第4実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図である。

【図5】本発明の第5実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図である。

【図6】本発明の第6実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図である。

【図7】本発明の第7実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図である。

【図8】本発明の第8実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図である。

【図9】本発明の第9実施形態としての導電性液体内疎密波発生装置を模式的に示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 導電性液体
- 2 容器
- 3 交流磁場発生用電磁コイル
- 4 交流電源
- 5 周波数調整器
- 6 直流磁場発生用電磁コイル
- 6 a 冷却手段
- 7 電極板
- 8 金属製補強材
- BAC 交流磁場
- BDC 直流磁場

JAC 交流電流

【要約】

【課題】 本発明は、導電性液体の内部に直接疎密波を発生させる交流印加手段を改善して、疎密波強度を十分に向上させようとした導電性液体内疎密波発生装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 熔融金属のごとき導電性液体1を収容した容器2の外周部に、導電性液体1の内部に疎密波を生成させて凝固後の材質の改善を図るための交流印加手段3が設けられ、交流の周波数fを[数1]式の範囲に設定して、上記疎密波を強く発生させる。

【数1】

$$\frac{2}{L^2 \pi \mu \sigma} \leq f \leq \frac{c^2 \mu \sigma}{2 \pi}$$

ここで、f：周波数（但し電磁力の波形が非正弦波の場合はその波形をフーリエ解析したときの主要周波数）

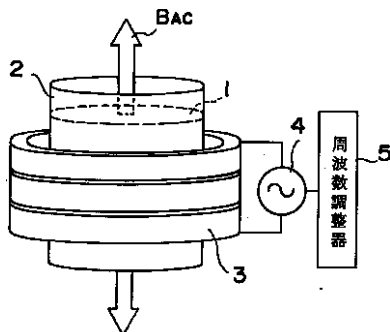
L：系の代表長さ（例えば導電性液体の容器深さ、半径）

μ：導電性液体の透磁率

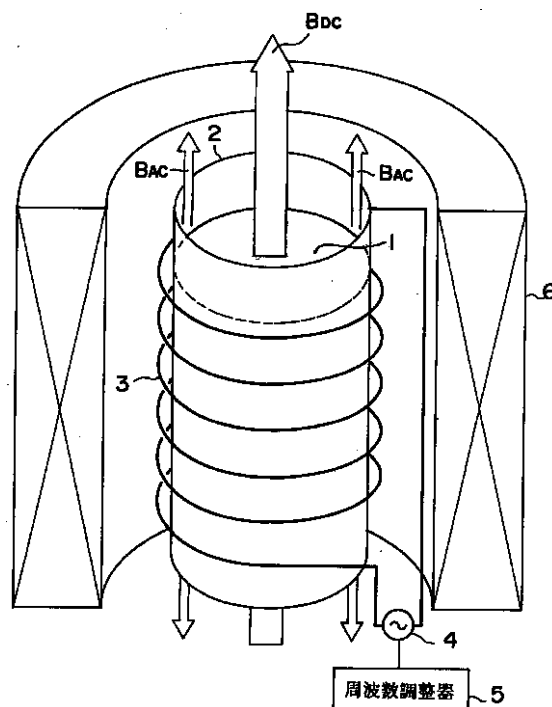
σ：導電性液体の電気伝導度

c：導電性液体中の疎密波伝播速度

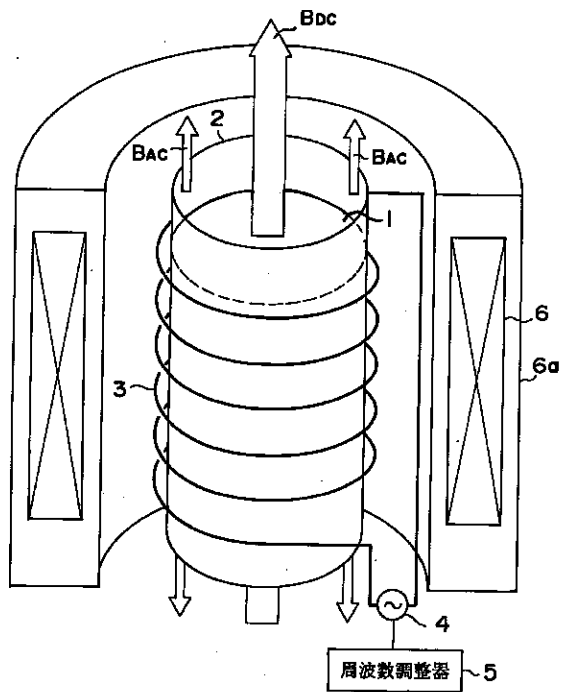
【図1】



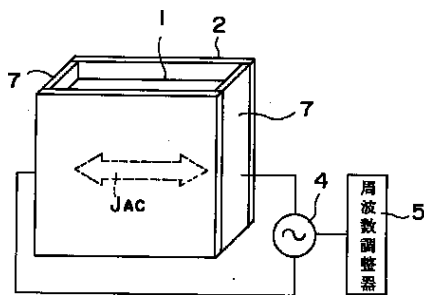
【図2】



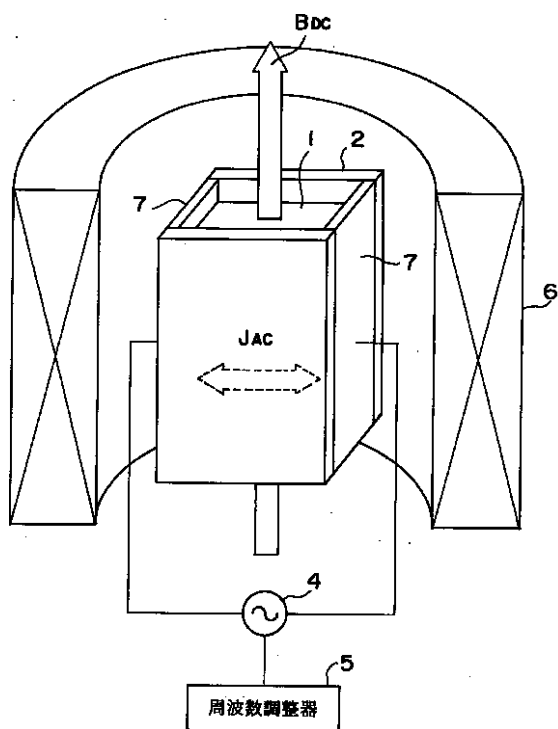
【図3】



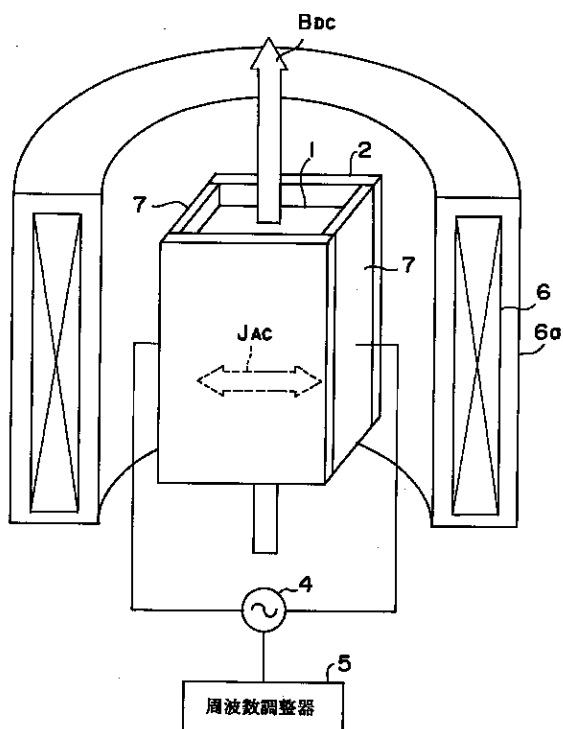
【図4】



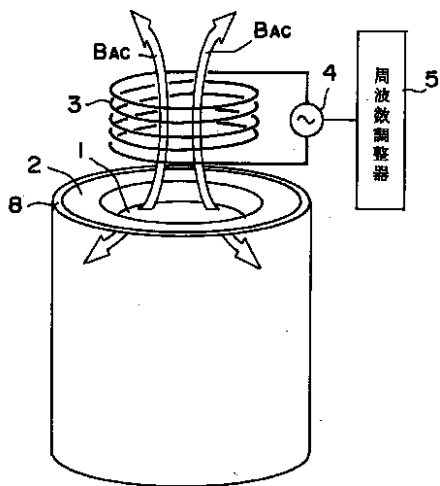
【図5】



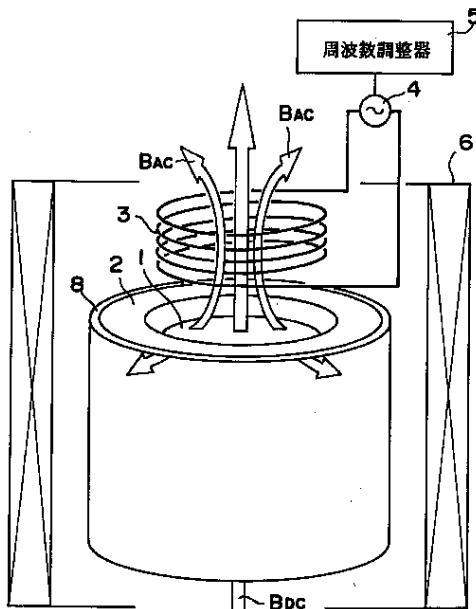
【図6】



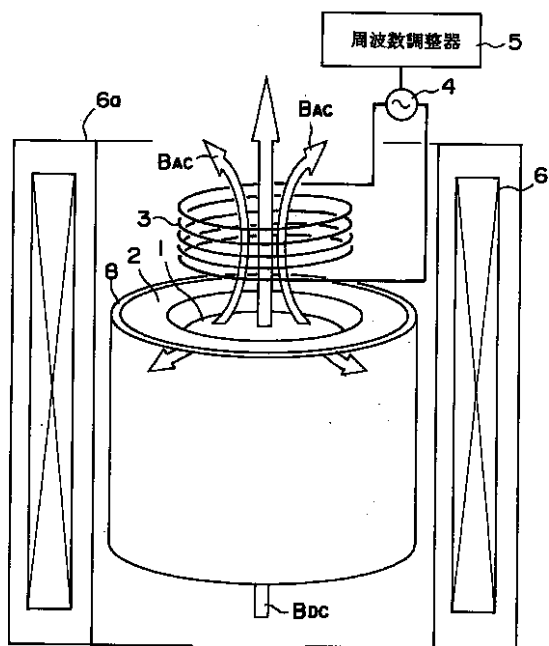
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 平11 - 124619 (J P , A)
- 特開 平 8 - 132198 (J P , A)
- 特開 昭50 - 89216 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.7, D B 名)

- B22D 27/02
- B22D 1/00
- B22D 27/20
- C22B 9/02