

(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2006-78462

(P2006-78462A)

(43) 公開日 平成18年3月23日(2006.3.23)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
GO 1 F 1/58 (2006.01) GO 1 F 1/58 E 2 F O 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2005-13915 (P2005-13915)	(71) 出願人	000183945 助川電気工業株式会社
(22) 出願日	平成17年1月21日 (2005.1.21)		茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号
(31) 優先権主張番号	特願2004-232028 (P2004-232028)	(71) 出願人	000004097
(32) 優先日	平成16年8月9日 (2004.8.9)		日本原子力研究所
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		千葉県柏市末広町14番1号
		(74) 代理人	100081927 弁理士 北條 和由
		(72) 発明者	三浦 邦明 茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号 助川電気工業株式会社内
		(72) 発明者	鬼沢 達也 茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号 助川電気工業株式会社内

最終頁に続く

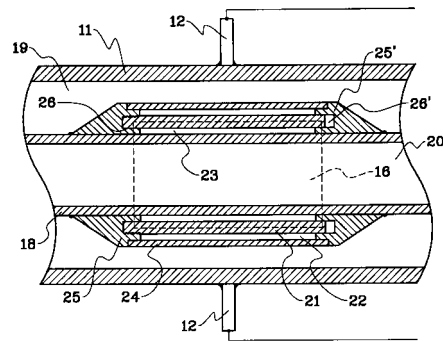
(54) 【発明の名称】 溶融金属用電磁流量計

(57) 【要約】

【課題】 保護部材24や内部コア21の見かけの壁厚の増大に伴う電極の間で測定される溶融金属内部の起電力の低下を抑え、且つ電極間で測定される起電力を安定させる。

【解決手段】 溶融金属用電磁流量計は、溶融金属を移動させる筒状のダクト11と、このダクト11を挟んで対向して配置され、ダクト11内に磁束を形成する一対の磁極16、16と、前記ダクト11を挟んで対向し、前記磁束を切る方向にダクト11内を移動する溶融金属に生じる電圧を出力する一対の電極12、12とを有する。さらに前記ダクト11の中に、前記磁極16、16の間の磁束を通す内部コア21とこの内部コア21を保護する保護部材24とを挿入し、こられ内部コア21と保護部材24との間に絶縁層22を形成する。また、ダクト11の中に内部ダクト18を挿入し、内部コア21と前記内部ダクト18との間に絶縁層23を形成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溶融金属を移動させる筒状のダクト(11)と、このダクト(11)を挟んで対向して配置され、ダクト(11)内に磁束を形成する一对の磁極(16)、(16)と、前記ダクト(11)を挟んで対向し、前記磁束を切る方向にダクト(11)内を移動する溶融金属に生じる電圧を出力する一对の電極(12)、(12)とを有する溶融金属電磁流量計において、前記ダクト(11)の中に、前記磁極(16)、(16)の間の磁束を通す内部コア(21)とこの内部コア(21)を保護する保護部材(24)とを挿入し、こられ内部コア(21)と保護部材(24)との間に絶縁層(22)を形成したことを特徴とする溶融金属用電磁流量計。

10

【請求項 2】

溶融金属を移動させる筒状のダクト(11)と、このダクト(11)を挟んで対向して配置され、ダクト(11)内に磁束を形成する一对の磁極(16)、(16)と、前記ダクト(11)を挟んで対向し、前記磁束を切る方向にダクト(11)内を移動する溶融金属に生じる電圧を出力する一对の電極(12)、(12)とを有する溶融金属電磁流量計において、前記ダクト(11)の中に、前記磁極(16)、(16)の間の磁束を通す内部コア(21)と前記ダクト(11)の中に多重の通路を形成するための内部ダクト(18)とを挿入し、こられ内部コア(21)と内部ダクト(18)との間に絶縁層(23)を形成したことを特徴とする溶融金属用電磁流量計。

20

【請求項 3】

絶縁層(22)、(23)が空隙部であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の溶融金属用電磁流量計。

【請求項 4】

筒状のダクト(11)に磁束に対して90°直角をなす方向に対向して設置された1対の電極(12)、(12)に加え、その両側に対称に同一角度で設置された2対以上の電極(12a)、(12b)、(12c)、(12d)を有することを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の溶融金属用電磁流量計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電磁誘導によりダクト内を移動する溶融金属内に発生する起電力を測定することにより、その溶融金属の流量を計測する電磁流量計に関し、特にダクト内に磁束を通す磁気回路を形成するための内部コアを挿入した溶融金属用電磁流量計に関する。

30

【背景技術】

【0002】

金属を用いた高速増殖炉や消滅処理用配管内の溶融金属の流量を測定するためには電磁流量計を使用することが考えられる。このような目的で使用される従来の電磁流量計の構成を図6と図7に示す。溶融金属は、筒状のダクト1内を移動する。このダクト1を挟んで一对の磁極6、6がダクト1の中心軸と直交する方向に対向しており、この磁極6、6の間でダクト1内を移動する溶融金属をその移動の方向と直交する方向に切るよう磁束が形成される。さらに、ダクト1の中心軸及び前記磁極6、6が対向した方向と直交する方向に対向して一对の電極2、2が配置されている。この電極2、2にはダクト1内を移動する溶融金属に生じる電圧を測定するための電圧計7が接続されている。

40

【0003】

このような溶融金属用電磁流量計では、磁極6、6の間に形成される磁束を切るようにダクト1内を溶融金属が流れるとき、いわゆるフレミングの右手の法則に従い、磁束の方向と溶融金属が流れる方向と直交する方向に溶融金属に起電力が生じる。この起電力の電圧の方向は前記電極2、2が対向した方向であり、且つその電圧値は理論上溶融金属の流速に比例する。従って、この電圧を電極2、2により出力し、電圧計7で測定することにより、溶融金属の流速が測定できる。磁極6、6間に形成される磁束が横切る部分のダク

50

ト 1 の断面積と前記溶融金属の流速との積が溶融金属の流量である。

【 0 0 0 4 】

このような溶融金属電磁流量計は、例えば高速増殖炉用の分野においては液体金属ナトリウムの流量測定に使用され、中性子科学用としては溶融 P b - B i の流量測定に使用される。

このような従来の電磁流量計においては、溶融金属による腐食を防止する目的で、ダクト 1 には、耐酸化特性と耐食性の良い非磁性のオーステナイト系ステンレス鋼が用いられていた。

【 0 0 0 5 】

溶融金属流路を通す溶融金属は多量の酸素が大気中の精錬時に含まれてしまうので、溶融金属中の酸素を H₂ ガスバブリングや真空脱気等で除去しておかなければならない。こうしないと溶融金属をダクト内に充填するときにダクト表面に酸化膜が生じてしまうからである。従って、ダクト内に溶融金属を充填する場合は、常にこの脱酸素ガス処理を行う必要がある。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、このような溶融金属の脱酸素処理を行い、ダクト内に溶融金属を充填し、なお且つこの非磁性のオーステナイト系ステンレス鋼のダクト内表面の酸化膜を除去してあっても、溶融金属を充填するとき、非酸化ガスの A r や N₂ の高温ガス雰囲気に含まれるわずかな酸素が取り込まれる。その結果、ダクトの内面やその内部に挿入した部材の表面に C r 酸化膜が出来、溶融金属と濡れ性が損なわれる。このため、溶融金属の中に発生する起電力が低下したり、不安定となり、正確な流量測定が出来なくなってしまう。

【 0 0 0 7 】

このように電磁流量計においては、ダクトや電極と溶融金属との濡れ性の低下に伴う接触抵抗の増加は、電圧出力の低下をもたらす。前記接触抵抗を加味して電極 2、2 を通して測定される出力 E (m V) を計算する場合、次の数 1 で表される。

【 0 0 0 8 】

【 数 1 】

$$E = \frac{K1 \times K2 \times K3}{K4} \times B \times v \times d \times 10^{-5} (mV)$$

【 0 0 0 9 】

ここで、B = ダクトを通過する磁束密度 (G a u s s)、v = ダクトを流れる流体の平均速度 (c m / s)、d = ダクト内径 (c m)、K 1 = 磁極端末係数 = f (磁極長さ = L / ダクト外径)、K 2 = ダクト短絡係数、K 3 = 磁石の温度による磁束低減係数 = f (磁石温度)、K 4 = ダクトの熱膨張補償係数 = 1 + $\alpha \cdot T$ (α = 管材の線熱膨張係数、T = 管壁の使用温度と常温 (2 0) との差) である。

【 0 0 1 0 】

前記の数 1 において、磁極端末係数 K 1 は使用磁石の寸法が分かれば一義的に決まり、磁石の温度による磁束低減係数 K 3 とダクトの熱膨張補償係数 K 4 は磁石の温度とダクトの温度が決まればこれらも一義的に決まる。他方、ダクト短絡係数 K 2 は、次の数 2 で表される。ここで D = ダクト外径 (c m)、 R_c = 接触抵抗 ($\Omega \cdot c m^2$)、 R_w = 管壁の比抵抗 ($\Omega \cdot c m$)、 w = 流体の比抵抗 ($\Omega \cdot c m$) である。

【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

【数 2】

$$K_2 = \frac{2 \times \left(\frac{d}{D} \right)}{1 + \left(\frac{d}{D} \right)^2 + \frac{\rho f}{\rho w} \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right] \left(1 + \frac{2\tau}{d \rho f} \right)}$$

10

【0012】

このダクト短絡係数 K_2 には、接触抵抗を含む項があり、この接触抵抗の増加によりダクト短絡係数 K_2 が低下し、出力 E が低下することがわかる。このダクト短絡係数 K_2 は接触抵抗の増加で小さくなり、逆に接触抵抗が小さくなるとダクト短絡係数 K_2 は増加し、接触抵抗が 0 となると、ダクト短絡係数 K_2 はダクトの内径 d 、ダクトの外径 D 、流体とダクトの材料の電気抵抗で決定される。

【0013】

以上は、理論を単純化するためダクト 1 の中に何も配置しない構造の電磁流量計の場合である。実際は、磁極 6、6 の間に磁気を通すための内部コアを配置したり、さらには配管系をコンパクトにするため、ダクトを二重にした二重管路とすることが一般に行われている。この場合、内部コアの酸化防止のため、内部コアはセラミック等の保護部材で覆われる。この内部コアは内部ダクトの外側や内側に配置される。

20

【0014】

しかしながら、ダクトの中に配置された内部コアが前記の保護部材や内部ダクトと接触していると、前記数 2 において、コアや保護部材の分だけ内部ダクトの壁厚が厚くなったのと同じことになり、前記数 2 における d/D に相当する数値が増大することになる。その結果、ダクト短絡係数 K_2 がその分だけ小さくなり、前記数 1 で表される出力 E が低下してしまう。さらに、コアと保護部材或いはコアと内部ダクトとの接触状態が不安定であると、前記ダクト短絡係数 K_2 が変動し、前記数 1 で表される出力 E にバラツキが生じる

30

【特許文献 1】特開 2003 - 75215 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 75217 号公報

【特許文献 3】特開平 2 - 213723 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明は、前記従来のダクトの中に内部コアを配置した熔融金属用電磁流量計における課題に鑑み、ダクトその他の部材の見かけの壁厚の増大に伴う電極の間で測定される熔融金属内部の起電力の低下を抑え、且つ電極間で測定される起電力を安定させることが出来る熔融金属用電磁流量計を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明では、前記の目的を達成するため、ダクト 11 の内部に配置した内部コア 21 と、それを覆う保護部材 24 とを絶縁層 22 で絶縁した。また、ダクト 11 を外部ダクトとし、その内部に 1 本以上の内部ダクト 18 を設けた多重管路構造のものでは、内部コア 21 と内部ダクト 18 との間にも絶縁層 23 を設けた。

【0017】

すなわち、本発明による熔融金属用電磁流量計は、熔融金属を移動させる筒状のダクト 11 と、このダクト 11 を挟んで対向して配置され、ダクト 11 内に磁束を形成する一対

50

の磁極 1 6、1 6 と、前記ダクト 1 1 を挟んで対向し、前記磁束を切る方向にダクト 1 1 内を移動する溶融金属に生じる電圧を出力する一对の電極 1 2、1 2 とを有する。さらに前記ダクト 1 1 の中に、前記磁極 1 6、1 6 の間の磁束を通す内部コア 2 1 とこの内部コア 2 1 を保護する保護部材 2 4 とを挿入し、これら内部コア 2 1 と保護部材 2 4 との間に絶縁層 2 2 を形成する。

【0018】

このように、内部コア 2 1 とそれを覆う保護部材 2 4 との間に絶縁層 2 2 を形成することにより、内部コア 2 1 と保護部材 2 4 とが絶縁層 2 2 により電氣的に絶縁されるため、保護部材 2 4 の見かけの厚さが大きくなる。これにより、前述したダクト短絡係数 K_2 が小さくならず、出力 E が低下しない。

10

【0019】

また、ダクト 1 1 の中に内部ダクト 1 8 を挿入し、ダクト 1 1 の中に多重の溶融金属通路を形成したものである。内部コア 2 1 と前記内部ダクト 1 8 との間にも絶縁層 2 3 を形成する。この場合も同様にして内部コア 2 1 と内部ダクト 1 8 とが絶縁層 2 3 により電氣的に絶縁されることにより、内部ダクト 1 8 の見かけの厚さが大きくなる。

【0020】

絶縁層 2 3 としては、内部コア 2 1 とそれを覆う保護部材 2 4 との間や内部コア 2 1 と前記内部ダクト 1 8 との間に固体の絶縁材料を挿入しても良いが、特に断熱性に優れ、断熱層も兼ねることが出来る絶縁層 2 2、2 3 とするのがよい。具体的には、絶縁層 2 2、2 3 を空隙とし、その中に空気、より望ましくは N_2 ガスや Ar ガス等の不活性ガスを充填するのがよい。

20

【0021】

なお、筒状のダクト 1 1 には、その内部に磁束に対して 90° 直角をなす方向に対向して一对の電極 1 2、1 2 が設置されるが、この電極 1 2、1 2 に加え、その両側に対称に同一角度で設置された 2 対以上の電極 1 2 a、1 2 b、1 2 c、1 2 d を設けるとよい。これらの複数対の電極 1 2 a、1 2 b、1 2 c、1 2 d で検出される出力である起電力 E の平均値によりダクト 1 1 の中の溶融金属の流量を測定する。これにより、後述するようにして、ダクト 1 1 の中の溶融金属の流れに偏りが起きても、或いは磁場の空間的偏りが生じても、同ダクト 1 1 を流れる溶融金属の流量をより正確に測定することが出来る。

【発明の効果】

30

【0022】

以上説明した通り、本発明による溶融金属用電磁流量計では、保護部材 2 4 や内部ダクト 1 8 の見かけの厚さが大きくなり、前述したダクト短絡係数 K_2 が小さくならないことにより、電極 1 2、1 2 の間で検出される出力 E が低下しない。また、内部コア 2 1 と保護部材 2 4 或いは内部コア 2 1 と内部ダクト 1 8 との間が常に絶縁された状態にあり、電氣的接触状態の変動が無いので、電極 1 2、1 2 の間で検出される出力 E が変動しない。電極 1 2 の両側に対称に設置された複数対の電極の平均値を用いることにより、溶融金属の流れの偏り及び磁場の空間的偏りが生じても、出力 E の変動を抑えられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

40

本発明では、ダクト 1 1 の内部に配置した内部コア 2 1 とそれを覆う保護部材 2 4 との間や内部コア 2 1 と内部ダクト 1 8 との間に絶縁層 2 2、2 3 を設けることにより、その目的を達成するものである。

以下、このような本発明の実施例について、図面を参照しながら具体例を挙げて詳細に説明する。

【0024】

本発明の一実施形態による溶融金属用電磁流量計の構成を図 1 と図 2 に示す。溶融金属は、筒状のダクト 1 1 を通して流され、その流量は流速とダクト 1 1 の流路断面積との積である。

このダクト 1 1 を挟んで一对の磁極 1 6、1 6 がダクト 1 の中心軸と直交する方向に対

50

向しており、この磁極 1 6、1 6 の間で前記ダクト 1 1 内を流れる溶融金属の流れの方向と直交する方向に切るよう磁束が形成される。

【 0 0 2 5 】

さらに、ダクト 1 1 の中心軸及び前記磁極 1 6、1 6 が対向した方向と何れも直交する方向に対向して一对の電極 1 2、1 2 が配置され、それら電極 1 2、1 2 の先端部がダクト 1 1 の外周面に溶接等の手段により接続・固定されている。この電極 1 2、1 2 にはダクト 1 1 内を移動する溶融金属に生じる起電力を測定するための電圧計 1 7 が接続されている。

【 0 0 2 6 】

このダクト 1 1 の内周面には、溶融 Na や Pb - Bi 等の溶融金属との濡れ性を改善するために金属コーティングを施す。例えば、金属コーティングとして Rh や Ir 等の貴金属を塗布する。図 2 に示すように、この金属コーティングは、ダクト 1 1 の内周面の電極 1 2、1 2 と磁極 1 6、1 6 が対向した位置付近の全周であって、且つそれら電極 1 2、1 2 と磁極 1 6、1 6 が対向した位置を中心としてダクト 1 1 の軸方向に或る程度の長さの範囲にわたって施す。

10

【 0 0 2 7 】

ダクト 1 1 の中には、一本以上の内部ダクト 1 8 が挿入されている。図示の例では、中心軸が一致するように、一本の内部ダクト 1 8 が外部ダクト 1 1 の中に同軸状に配置されている。内部ダクト 1 8 と外部ダクト 1 1 との間の部分は、溶融金属が流れる外側流路 1 9 であり、内部ダクト 1 8 の内側の部分は、やはり溶融金属が流れる内側流路 2 0 である。

20

【 0 0 2 8 】

内部ダクト 1 8 の外周側であって、前記外部ダクト 1 1 が一对の磁極 1 6、1 6 と電極 1 2、1 2 とに挟まれた位置には、内部コア 2 1 が配置されている。この内部コア 2 1 は、内部ダクト 1 8 より径の大きな円筒状の磁性体部材である。この内部ダクト 1 8 の一端側の外周にはネジが形成されている。内部コア 2 1 の他端側にはそのようなネジは形成されていない。

【 0 0 2 9 】

さらに図 2 に示すように、内部ダクト 1 8 の外周には、間隔をおいて 2 つの支持金具 2 5、2 5' が溶接等の手段で固定され、これら一对の支持金具 2 5、2 5' の端面が内部ダクト 1 8 の長手方向に対向している。この支持金具 2 5、2 5' は、中空円錐形のもので、円錐形の中心軸に沿って形成された中空孔に内部ダクト 1 8 を通し、溶接して固定されている。これら一对の支持金具 2 5、2 5' の対向する端面には円周状の溝 2 6、2 6' が形成され、このうち図 1 の右側に示す一方の支持金具 2 5 の溝 2 6 の外周面側には、雌ネジが切られている。

30

【 0 0 3 0 】

前記内部コア 2 1 の一端のネジは、前記内部ダクト 1 8 の外周に固定された一方の支持金具 2 5 の雌ネジを有する円周状の溝 2 6 にネジ込まれている。また、内部コア 2 1 の他端側は、内部ダクト 1 8 の外周に固定された他方の支持金具 2 5' の円周状の溝 2 6' に嵌め込まれている。この支持金具 2 5' の円周状の溝 2 6' と内部コア 2 1 の端部との間には内部ダクト 1 8 の長手方向に余裕が与えられており、この支持金具 2 5' と内部コア 2 1 の端部とは内部ダクト 1 8 の長手方向に遊動可能となっている。これは、保護部材 2 4、支持金具 2 5、2 5' 及び内部ダクト 1 8 の材質が異なるときに、それらの膨張係数の違いにより生じる熱応力の発生を防止するためである。

40

【 0 0 3 1 】

前記一对の支持金具 2 5、2 5' の外周部分には、円筒形の保護部材 2 4 が嵌め込まれている。保護部材 2 4 の両端部は、支持金具 2 5、2 5' の外周に密に固定されており、これにより、保護部材 2 4、支持金具 2 5、2 5' 及び内部ダクト 1 8 が前記内部コア 2 1 を囲んでいる。これにより、内部コア 2 1 が収納された空間は、外側通路 1 9 と内側通路 2 0 と完全に仕切られている。

50

【0032】

内部コア21の内周側と外周側、つまり、内部コア21と保護部材24との間及び内部コア21と内部ダクト18との間は空間になっており、この空間がそれぞれ絶縁層22、23となっている。これらの空隙状の絶縁層22、23の中は、空気が封入されていてもよいが、保護部材24、支持金具25、25'及び内部ダクト18の内面の酸化を防止するためには、その空隙の中にN₂ガスやArガスなどの不活性ガスが封入されていることが好ましい。この絶縁層22、23としては、不活性ガスを充填した空隙が好ましいが、それに代えて、耐熱性の固体の絶縁部材を挿入してもよい。

【0033】

このような熔融金属用電磁流量計では、磁極16、16の間に形成される磁束を切るようにダクト11内を熔融金属が流れるとき、いわゆるフレミングの右手の法則に従い、磁束の方向と熔融金属が流れる方向と直交する方向に熔融金属に起電力が発生する。この起電力による電圧の方向は前記電極12、12が対向した方向であり、且つその電圧値は理論上熔融金属の流速に比例する。このため、この電圧をダクト11を介して電極12、12から出力し、電圧計17で測定することにより、熔融金属の流速が測定できる。既に述べた通り、磁極16、16間に形成される磁束が横切る部分のダクト11の断面積と前記熔融金属の流速との積が熔融金属の流量であり、これにより熔融金属の流量が測定される。

10

【0034】

この場合において、前記ダクト11の中に設けた内部コア21が保護部材24、支持金具25、25'及び内部ダクト18により囲まれ、外側通路19を通過する熔融金属に対して完全に遮断されるため、鉄等の磁性体で出来た内部コア21が熔融金属に晒されて腐食することが防止される。さらに、前記の絶縁層22、23により、内部コア21と保護部材24及び内部コア21と内部ダクト18との間が電氣的に絶縁されているので、保護部材24や内部ダクト18の見かけの厚さが大きくなる。

20

【0035】

図3は、前記のような内部コアを有する流量測定部15、15を備えた二重管構造のダクト11、18を用い、熔融金属槽14から外側流路19と内側流路20を通して熔融金属を循環させる使用例を示す。流量測定部15、15は、図1と図2により説明したような外側流路19に対して封止された内部コア21を有する構造である。

30

【0036】

図4と図5は、ダクト11の中に内部ダクトを挿入していない一重管路の熔融金属路の実施例を示す。この場合、支持金具25、25'が無空の立体円錐形であり、それに内部ダクトが通っていないことを除けば、基本的に図1と図2により前述した実施例のものと同一である。この場合も、内部コア21は、支持金具25、25'とその外周部に設けた円筒形の保護部材24により囲まれ、ダクト11内の熔融金属流路から完全に遮断されている。

【0037】

また、内部コア21と保護部材24との間に空隙が形成され、この空隙により絶縁層22が形成されていることも、基本的に図1と図2により前述した実施例のものと同一である。その空隙の中にN₂ガスやArガスなどの不活性ガスが封入されていることが好ましいこと、この絶縁層22として、不活性ガスを充填した空隙に代えて、耐熱性の固体の絶縁部材を挿入してもよいこと等も、やはり同様である。

40

【0038】

前記のように、筒状のダクト11とその内部に配置した内部コア21との間に環状の流路を形成した環状流路式の電磁流量計では、ダクト内流路の各部分で熔融金属の流速に違いが生じることによる偏流が起こりやすい。この偏流によって、単一の電極12、12では、その間で検出される出力である起電力Eが熔融金属の流速を正確に反映せず、これにより測定に誤差やバラツキが生じることがある。また、磁極6、6によって作用する磁場の空間的偏りが生じる場合にも、測定にバラツキを生じることがある。

50

【0039】

そこでこの対策として、図8に示した電磁流量計のように、複数対の電極を設けて、それらの間で検出される起電力の平均値により流量を測定するようにするとよい。例えば、図8に示した電磁流量計では、磁極16、16が対向した方向と直交する方向に対向した正規の電極12、12の他に、この正規の電極12、12を中心としてその両側に±θの角度をなす方向に互いに対向する他の2対の補助的な電極12a、12bと、前記正規の電極12、12を中心としてその両側に±θ'の角度をなす方向に互いに対向するさらに他の2対の補助的な電極12c、12dを設けている。前記正規の電極12、12で測定された起電力の他に、これら補助的な電極12a、12b、12c、12dで測定された起電力をそれぞれ角度θ、θ'における起電力として加算してそれらの平均値をとると、ダクト11の全体の平均的な流量を求めることができる。これにより前述した偏流分の影響をキャンセルすることができ、より正確な流量を求めることができる。

10

【0040】

より具体的に説明すると、磁束がダクト11を切る方向と直交する方向に対向した正規の電極12、12で測定される起電力は、前述した数1で与えられる。これに対し、正規の電極12、12が対向した方向と角度±θだけずれた方向に対向した電極12a、12aと電極12b、12bで測定される起電力E'はそれぞれ次の数3で与えられる。

【0041】

【数3】

$$E = \frac{E'}{\cos(\theta)}$$

20

【0042】

同様にして、正規の電極12、12が対向した方向と角度±θ'だけずれた方向に対向した電極12c、12cと電極12d、12dで測定される起電力E''はそれぞれ次の数4で与えられる。

30

【0043】

【数4】

$$E = \frac{E''}{\cos(\theta')}$$

40

【0044】

例えば、正規の電極12、12で測定される起電力をE₀とし、これに対して両側に角度±θ、±θ'だけずれて対向した4対の電極12aと12a、12bと12b、12cと12c、12dと12dでそれぞれ測定される起電力をE₁、E₂、E₃、E₄としたとき、これらの起電力を次の数5のようにして平均した値は、前述した偏流に起因して生じる起電力Eのバラツキが平準化された値となる。これにより、環状流路中を流れる平均的な流量が求められ、この平均的な流量がより正確な流量を示すことになる。

【0045】

【数 5】

$$E = \frac{E_0 + E_1 + E_2 + E_3 + E_4}{5}$$

10

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の一実施例としての熔融金属用電磁流量計を示す縦断側面図である。

【図2】同実施例としての熔融金属用電磁流量計を示す縦断正面図である。

【図3】同実施例としての熔融金属用電磁流量計を備えた熔融金属配管の使用例を示す概略縦断側面図である。

【図4】本発明の他の実施例としての熔融金属用電磁流量計を示す縦断側面図である。

【図5】同実施例としての熔融金属用電磁流量計を示す縦断正面図である。

【図6】本発明の従来例としての熔融金属用電磁流量計を示す縦断側面図である。 20

【図7】同従来例としての熔融金属用電磁流量計を示す縦断正面図である。

【図8】本発明のさらに他の実施例としての熔融金属用電磁流量計を示す縦断正面図である。

【符号の説明】

【0047】

11 ダクト

12 電極

16 磁極

18 内部ダクト

19 外側流路

20 内側流路

21 内部コア

22 絶縁層

23 絶縁層

12a 電極

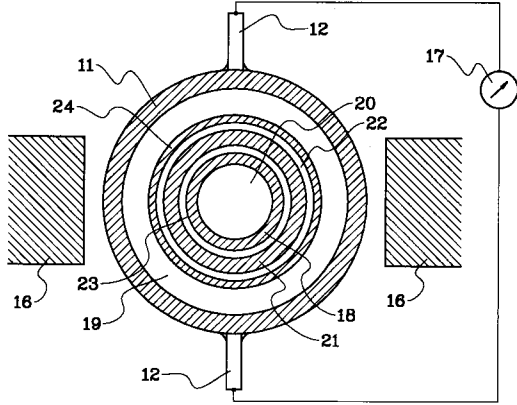
12b 電極

12c 電極

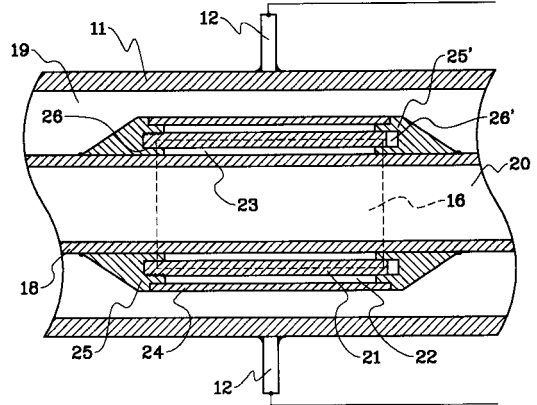
12d 電極

30

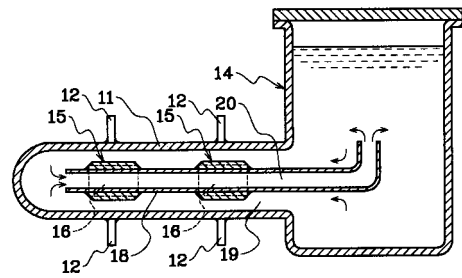
【 図 1 】



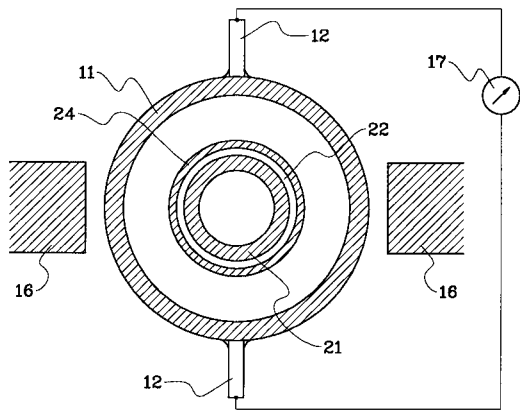
【 図 2 】



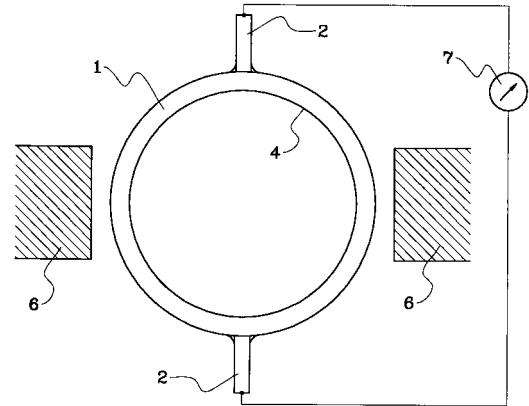
【 図 3 】



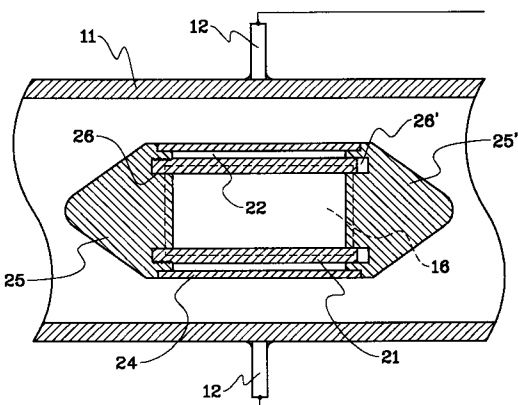
【 図 4 】



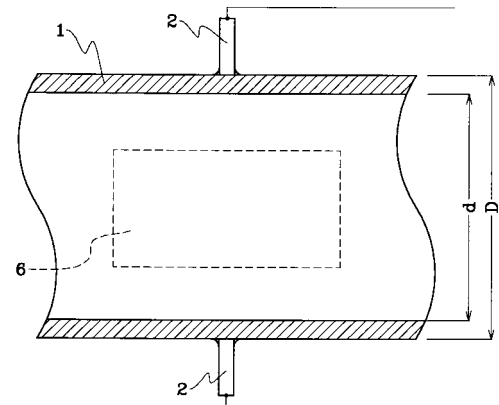
【 図 6 】



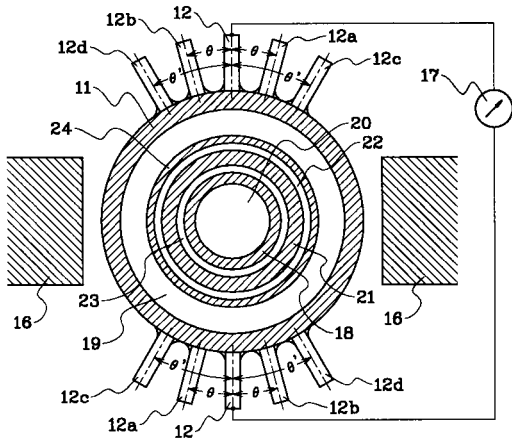
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 手塚 正雄
茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号 助川電気工業株式会社内
- (72)発明者 埴 政成
茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号 助川電気工業株式会社内
- (72)発明者 富田 陸浩
茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号 助川電気工業株式会社内
- (72)発明者 菊地 賢司
茨城県那珂郡東海村白方白根2番地の4 日本原子力研究所東海研究所内
- (72)発明者 斎藤 滋
茨城県那珂郡東海村白方白根2番地の4 日本原子力研究所東海研究所内
- (72)発明者 大井川 宏之
茨城県那珂郡東海村白方白根2番地の4 日本原子力研究所東海研究所内
- (72)発明者 倉田 有司
茨城県那珂郡東海村白方白根2番地の4 日本原子力研究所東海研究所内
- Fターム(参考) 2F035 BB07 BC04 BD03