

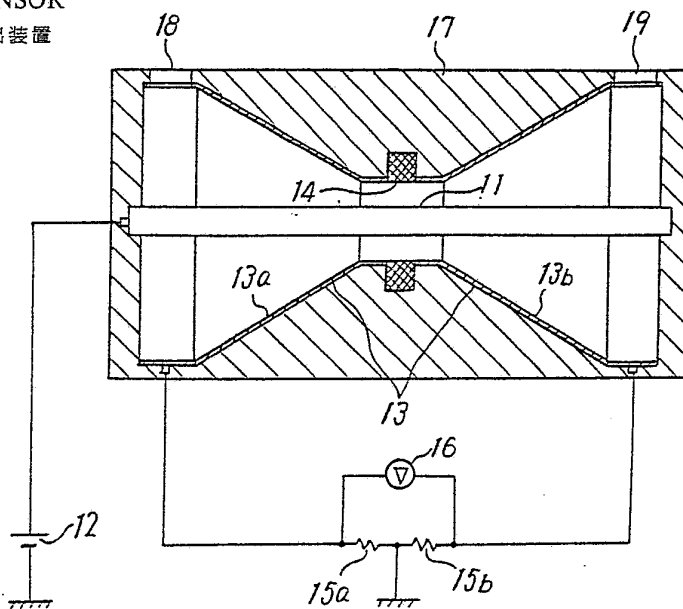


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類<sup>3</sup> G01F 1/64, 1/78</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 (43) 国際公開日</p>	<p>WO 83/ 03668 1983年10月27日 (27. 10. 83)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP82/00112 (22) 国際出願日 1982年4月8日 (08. 04. 82) (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP] 〒100 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/ 出願人 (米国についてのみ) 上山善司 (UEYAMA, Yoshiji) [JP/JP] 〒670 兵庫県姫路市千代田町840番地 三菱電機株式会社姫路製作所内 Hyogo, (JP) (74) 代理人 弁理士 葛野信一 (KUZUNO, Shinichi), 外 〒100 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo, (JP) (81) 指定国 DE (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), US. 添付公開書類 国際調査報告書</p>			

(54) Title: FLOW RATE SENSOR

(54) 発明の名称 流量検出装置



(57) Abstract

A flow rate sensing device in which electrodes are concentrically disposed so as to form an electric field having a field strength which changes in space along the flow of a dielectric fluid, and a current sensing means measures the dielectric polarization-current produced when the dielectric fluid flows in the electric field. This device senses a highly changing flow rate, e.g., an intermittent flow, with good response and is therefore suitable for measuring the flow rate of a fuel.

(57) 要約

誘電流体の流れに沿って、強度が空間的に変化する電界を形成するための電極を、同軸状に配置し、この電界内を誘電流体が流動するとき流れる誘電分極電流を電流検出手段にて測定するように構成されたものであり、流量変化の大きい例えば間欠流の流量をも応答性よく検出でき、燃料の流量を測定する装置として適したものである。

### 情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	LI	リヒテンシュタイン
AU	オーストラリア	LK	スリランカ
BE	ベルギー	LU	ルクセンブルグ
BR	ブラジル	MC	モナコ
CF	中央アフリカ共和国	MG	マダガスカル
CG	コンゴ	MR	モーリタニア
CH	スイス	MW	マラウイ
CM	カメルーン	NL	オランダ
DE	西ドイツ	NO	ノルウエー
DK	デンマーク	RO	ルーマニア
FI	フィンランド	SE	スウェーデン
FR	フランス	SN	セネガル
GA	ガボン	SU	ソビエト連邦
GB	イギリス	TD	チャード
HU	ハンガリー	TO	トニゴ
JP	日本	US	米国
KP	朝鮮民主主義人民共和国		

## 明 細 書

発明の名称

流量検出装置

技術分野

この発明は誘電流体の流量を測定する流量検出装置に関するものである。

背景技術

燃料等の誘電流体の流量を検出する流量計として例えば第1図に示す様な羽根車流量計が使用されている。即ち、第1図において、(1)は流体の流路、(2)は羽根車、(3)はこの羽根車を収納する容器である。流路(1)を流れる流体が羽根車(2)に当たると、羽根車(2)は、流体の流速と同じ速さで廻る。流体の流速を  $V$  ( $m/sec$ ) とすると、羽根車(2)の単位時間当たりの回転数(以下、回転速度という。)  $N$  ( $r/sec$ ) は、次式で与えられる。

$$N = K_n V \quad (1)$$

他方流体の流量を  $Q_v$  ( $m^3/sec$ )、流路(1)の断面積を  $S$  ( $m^2$ ) とすると、流体の流速  $V$  ( $m/sec$ ) は、次式で与えられる。

$$V = \frac{Q_v}{S}$$

式(1)と式(2)から、流体の流量  $Q_V$  ( $m^3/sec$ )と羽根車(2)の回転速度  $N$  ( $r/sec$ )の関係は、次式で与えられる。

$$N = K_n \frac{Q_V}{S} \quad (3)$$

流路(1)の断面積  $S$  ( $m^2$ )、式(2)の  $K_n$  は、いずれも定数であるから、羽根車(2)の回転速度  $N$  ( $r/sec$ )は、流体の流量  $Q_V$  ( $m^3/sec$ )に比例する。従つて、羽根車(2)の回転速度  $N$  ( $r/sec$ )を測定すれば、流路(1)を流れる流体の流量を測定することができる。

従来の羽根車流量計は、上に述べたように、羽根車(2)の回転速度  $N$  ( $r/sec$ )を測定しているため、流路(1)を流れる流体の流れが定常状態(流量  $Q_V$  ( $m^3/sec$ )がほぼ一定)であれば、式(3)に示すとおり、流体の流量を正確に測定することができる。しかし流体の流量が急変(急増または急減)した場合、羽根車(2)に慣性があるため、羽根車(2)が流体の流速  $V$  ( $m/sec$ )と同じ速度になるまでに時間遅れが生じる。羽根車(2)の慣性は、羽根車(2)の形状、材質を適当に選び、小形、軽量化を計ることによつて、低減することができるが、構造の堅牢さを無視することができないので羽根車(2)の慣性を低減する

ことには限界がある。従つて、流体の流れが時間的に急激に変動する場合、たとえば、間欠流の場合、平均流量は比較的正確に測定することが可能であるが、上に述べたように羽根車(2)が流体の流速に一致するまでの時間遅れのために、瞬時流量を正確に測定することは不可能である。

#### 発明の開示

この発明によれば、誘電流体の流れに沿つて、強度が空間的に変化する電界を形成するための電極を、同軸状に配置し、この電界内を誘電流体が流動するときに流れる誘電分極電流を測定することによつて、誘電流体の質量流量を測定するので、流量変化の大きい例えば間欠流の流量をも応答性よく検出することのできる効果がある。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、従来の誘電流体流量計を示す断面側面図、第2図は、本発明の一実施例を示す断面側面図、第3図、第4図、第5図は、本発明の動作説明図、第6図は本発明の他の実施例を示す断面側面図である。

発明を実施するための最良の形態

第 2 図はこの発明の一実施例を示すもので、図において、(1)は誘電流体の通路に配設された中心電極で高圧直流電源(2)の正極に接続されている。(3)は上記中心電極(1)の外周に流体流通空間を介して対向して配設された筒状の周囲電極で互いに流体の流通方向に分割された2つの周囲電極(13a)(13b)から成る。(4)はこれら周囲電極(13a)(13b)間を絶縁する絶縁体、(15a)(15b)は上記各周囲電極(13a)(13b)間に直列接続された電流検出用抵抗、(6)は電圧計、(7)は上記各電極(1)(3)を支持したハウジングであり絶縁物から構成されている。(8)(9)は誘電流体の流入口と流出口であり図示しない流体流路に接続される。尚上記電流検出抵抗(15a)(15b)の midpoint は接地され上記各電極(1)(3)間には電源(2)の電圧が印加される。又、上記電極(1)および(13a)、(13b)は、流体の流れに垂直な断面が円形状に構成されている。

次にこの様に構成された第 2 図の動作について説明すれば、中心電極(1)と、検出抵抗(15a),(15b)を介してそれぞれ接地されている周囲電極(13a)、(13b)の間に、電源(2)によつて電圧を印加し、中

心電極 (11) と周囲電極 (13a),(13b) で囲まれる流体の通路に電界を形成している。この中心電極 (11) , 周囲電極 (13a),(13b) の形状は、絶縁体 (14) を中心にして、流体の流入口 (18) の側と流出口 (19) の側の電界分布が対称になるように考慮して、絶縁体 (14) の附近で電界強度が最も強くなり、流体の流入口 (18) 及び流出口 (19) の附近で電界強度が最も弱くなつて、その間電界強度が空間的に除々に変化するように形成されている。流体の通路の各部に形成される電界強度を  $E(z)$  , 誘電体の比誘電率を  $K_e$  , 真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とすると、流体通路各部の誘電分極の強さ  $P$  は、次の式で与えられる。

$$P = \epsilon_0 (K_e - 1) E(z) \quad (4)$$

第 3 図に、中心電極 (11) 、周囲電極 (13a),(13b) の形状・配置と、流体通路各部の電界強度  $E$  、誘電体の誘電分極の強さ  $P$  を、位置的に対応させて示している。即ち、第 3 図 (a) は、中心電極 (11) 、周囲電極 (13a),(13b) の形状・配置を示している。中心電極 (11) と、周囲電極 (13a),(13b) の電極間距離は、流体の流入口 (18) 、流出口 (19) の附近を最も大きくし、中央部の絶縁体 (14) の附近を最も小さくして、その

間の電極間距離を直線的に変化させている。第3図(b)は、第3図(a)に示す電極の形状・配置に対応させて、各部の電界強度の分布を定性的に示している。流体通路内の電界強度は、流体の流入口(8)、流出口(9)の附近で最も弱く、中央部の絶縁体(4)の附近で最も強くなり、その間、電界強度が除々に変化する。第3図(c)は、第3図(b)に示す電界強度分布に対応させて、各部の誘電体の誘電分極の強さの分布を示している。誘電体の比誘電率は定数であるから、誘電分極の強さは、式(4)で示されるように、電界強度に比例する。従つて、誘電分極の強さの分布は、電界強度の分布と同じになる。第3図(d)は、第3図(c)に示す誘電分極の強さの分布を、誘電体分子を構成する正・負電荷の分極でモデル化して示している。誘電流体が電界領域に入る前は、誘電体分子は中性であるが、誘電流体が電界領域に入ると、電界の強度に比例して、正・負電荷の分極が強くなり、中央部の絶縁体(4)の附近で、分極が最も強くなる。中央部を過ぎて、電界強度が弱くなると、正・負電荷の分極が弱くなり、電界領域を出ると、誘電体は再び中性にな

る。

第 3 図は、電界内での誘電流体の分極強度の分布を示しており、誘電流体の動静に拘らず同じであるが、箇々の分子に着目すると、誘電流体が静止状態にある場合は、箇々の分子の分極強度は一定であるのに対して、誘電流体が流動すると、箇々の分子に作用する電界強度が変化するので、箇々の分子の分極強度が変化する。第 4 図に、箇々の分子に着目して、誘電流体が流動した場合に、分極強度が変化する状況を、分子の正・負電荷が分極するモデルで示している。

第 4 図 (a) は、誘電流体の分子が電界領域に入る前の状況を示している。この領域は、流路に電界が存在しないので、分子の正・負電荷は分極せず、中性である。第 4 図 (b) は、誘電流体の分子が流体の流入口 (8) から電界領域に入った状態を示す。この領域では、分子が流体の流出口 (9) 側に流動すると、分子に作用する電界強度が強くなるので、分子の正・負電荷は図中の矢印 (→) の方向に移動し、分極が進む。換言すれば、誘電流体が流出口 (9) 側に流動すると、中心電極 (11) と、周囲電極 (13a) の

間に、誘電分極電流が流れる。第4図(c)は、誘電流体の分子が、中央部の絶縁体(4)の附近に入った状態を示す。この領域では、電界強度が最も強いので、分子の分極強度は最も強いが、誘電流体の分子が流出口(9)側に流動しても、分子に作用する電界強度は変化しないので、分子の分極強度は変化せず、誘電分極電流は流れない。第4図(d)は、誘電流体の分子が、更に流出口(9)側に流動した状態を示す。この領域では、第4図(b)に示す領域とは逆に、誘電流体の分子が流出口(9)側に流動すると、分子に作用する電界強度が弱くなるので、分子の正・負電荷は、図中矢印(→)の方向に移動し、分極がもどる。換言すれば、誘電流体が流出口(9)側に流動すると、中心電極(11)と周囲電極(13b)との間に、第4図(b)に示す領域で示した向きとは逆向き、すなわち、負の誘電分極電流が流れる。第4図(e)は、誘電流体が、流出口(9)から電界領域の外に出た状態を示す。この領域には、電界が存在しないので、誘電体分子の正・負電荷の分極はなくなり、誘電流体は中性になる。

第5図に、誘電流体が流体の流入口(8)から電界



領域に入り、電界領域を流動したのち、流出口 (9) から流出するまでの過程で、中心電極 (11) と、周囲電極 (13a),(13b) の間に流れる誘電分極電流の経路を示している。分極強度が増大する領域で、中心電極 (11) から、周囲電極 (13a) に流入した誘電分極電流は、電流検出抵抗 (15a),(15b) を通つて、周囲電極 (13b) に入り、分極強度が減少する領域で、周囲電極 (13b) から、負の誘電分極電流として、中心電極 (11) に流入する。このとき、電流検出抵抗 (15a),(15b) の両端に生じる電圧を電圧計 (16) で測定すれば、誘電流体の流れに沿つて、強度が空間的に変化する電界内を誘電流体が流動するときに流れる誘電分極電流を測定することができる。

なお、誘電流体の流れの向きが変わると、誘電分極電流の向きも変わるので、流れの向きを判定することもできる。

この誘電分極電流  $I_p$  は、中心電極 (11) と周囲電極 (13a),(13b) の間に印加される電圧  $V$ 、中央部の絶縁体 (14) の附近での、内部電極〔電圧印加電極 (11)〕の半径に外部電極〔周囲電極 (13)〕の半径  $r_0$ 、誘電流体の体積流量  $G_v$  でできまり、次式で与えられる。

10

$$I_p = \frac{2\varepsilon_0(K_e - 1)V}{(r_0^2 - r_i^2) \ln \frac{r_0}{r_i}} G_v \quad (5)$$

式(5)の中で、誘電体の比分極率  $(K_e - 1)$  は、誘電体の密度  $\rho$  に比例して、次式で与えられる。

$$[K_e - 1] = K_\rho \rho \quad (6)$$

従つて、誘電流体の質量流量を  $G_m$  とすると、誘電分極電流  $I_p$  は、次の式で与えられる。

$$I_p = \frac{2\varepsilon_0 K_\rho V}{(r_0^2 - r_i^2) \ln \frac{r_0}{r_i}} G_m \quad (7)$$

式(6), (7)の中で、 $K_\rho$  は、誘電体固有の定数であり、 $r_i$ ,  $r_0$  は、電圧印加電極(1)と電流検出電極(3)の寸法・形状で定まる定数であるから、電圧印加電極(1)と電流検出電極(3)の間に印加する電圧  $V$  を一定にすれば、誘電分極電流  $I_p$  は、誘電流体の質量流量  $G_m$  に比例することになる。すなわち、この発明になる流量計は、誘電流体の質量流量計である。

第6図に本発明の他の実施例を示す。第2図～第5図に示す実施例では、誘電流体の流れに沿つて、強度が空間的に変化する電界を形成するための電極を、同軸状に配置して、周囲電極(3)を分割

してこれら間に電流検出抵抗(15a)(15b)を接続しているが、第6図に示す他の実施例のように、中心電極(11)を分割して2つの電極(11a)(11b)間を絶縁体(14)で結合し、これら各電極(11a)(11b)間に電流検出抵抗(15a)(15b)を接続しても、本発明の効果を損うものではない。

更には、各電極(11)(12)間距離の変化によつて電界強度変化を得ることなく、等間隔の同軸の一对の電極間の流体流れ方向両端部付近傍に発生する電界強度変化を利用して誘電流体に分極の発生・中性を起こさせることもできる。

以上説明したように、この発明によれば、誘電流体の流れに沿つて、強度が空間的に変化する電界を形成するための電極を、同軸状に配置し、この電界内を誘電流体が流動するときに流れる誘電分極電流を測定することによつて、誘電流体の質量流量を測定するので、次のような効果がある。

(i) 構造的に機械的な可動部分がなく、慣性等による時間的遅れ要素がないので、応答が速く、誘電流体の平均流量ばかりでなく、間欠流の瞬時流量も忠実に精度よく測定できる。

(ii) 誘電分極電流が誘電流体の流れ方向によつて極性反転するので誘電分極電流の極性によつて、誘電流体の流れの向きを判定することができる。

(iii) 誘電流体の通路に形成される電界は、同軸配置の一对の電極によつて形成されるので中心電極の軸を中心とした軸対称とすることができ、電界強度の最大付近では、電極の形状・配置に起因する電界の乱れがないので、安定で精度の高い測定が可能となる。

(iv) 誘電流体の通路は、周囲電極によつて囲まれており、電界強度最大付近では、外部電界の侵入による電界の乱れはないので、安定で精度の高い測定が可能になる。

(v) 誘電流体の流路を円形にすることができるので、小形で圧力損失の小さい誘電流体流量計が得られる。

(vi) 構造が簡単で、可動部分がないので、安価で信頼性の高い流量検出装置が得られる。

産業上の利用可能性

この発明は燃料の流量を検出する流量計に限らず、誘電流体の流量であればそれを測定する装置

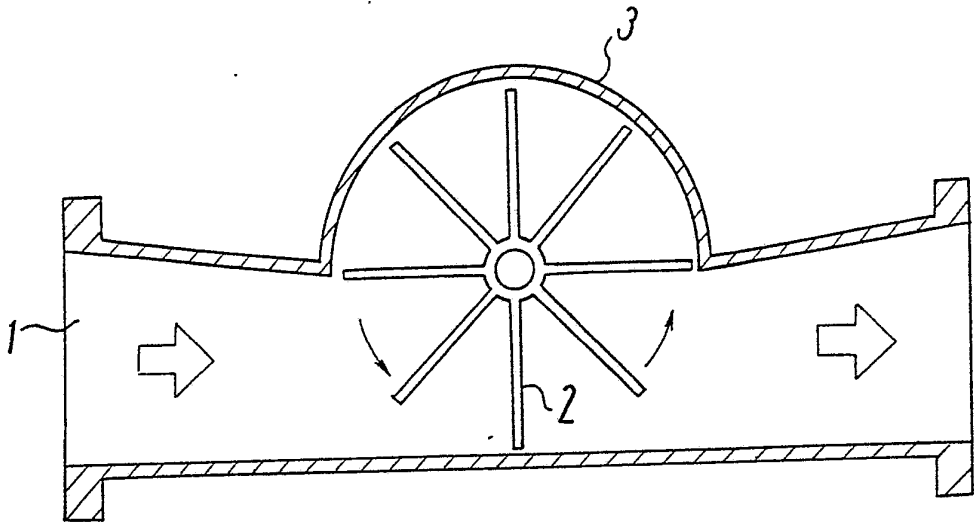
にも同様に適用される。



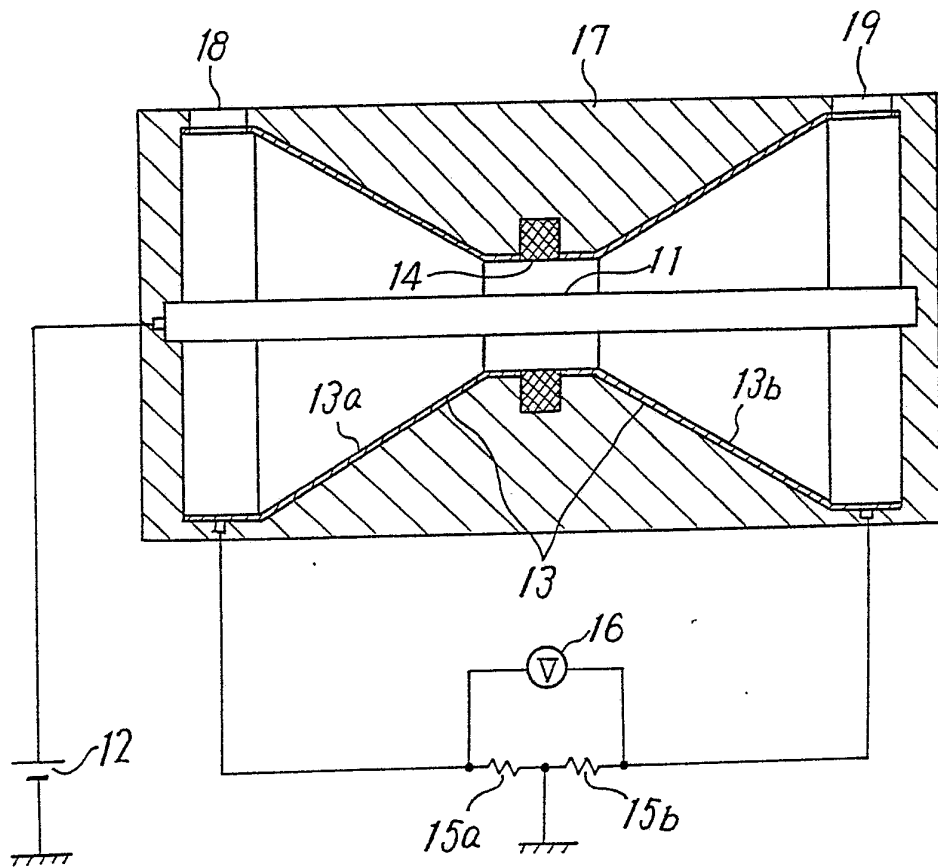
## 請 求 の 範 囲

(1) 誘電流体の流路に配設され、中心電極とこの中心電極の外周に径方向に対向する周囲電極を有し、上記各電極間に電圧を印加して上記誘電流体の流路にその流れに沿って強度が変化する電界を形成させる電界形成手段、及び上記電界内を誘電流体が流動するときに流れる誘電分極電流を検出する電流検出手段を備えた流量検出装置。

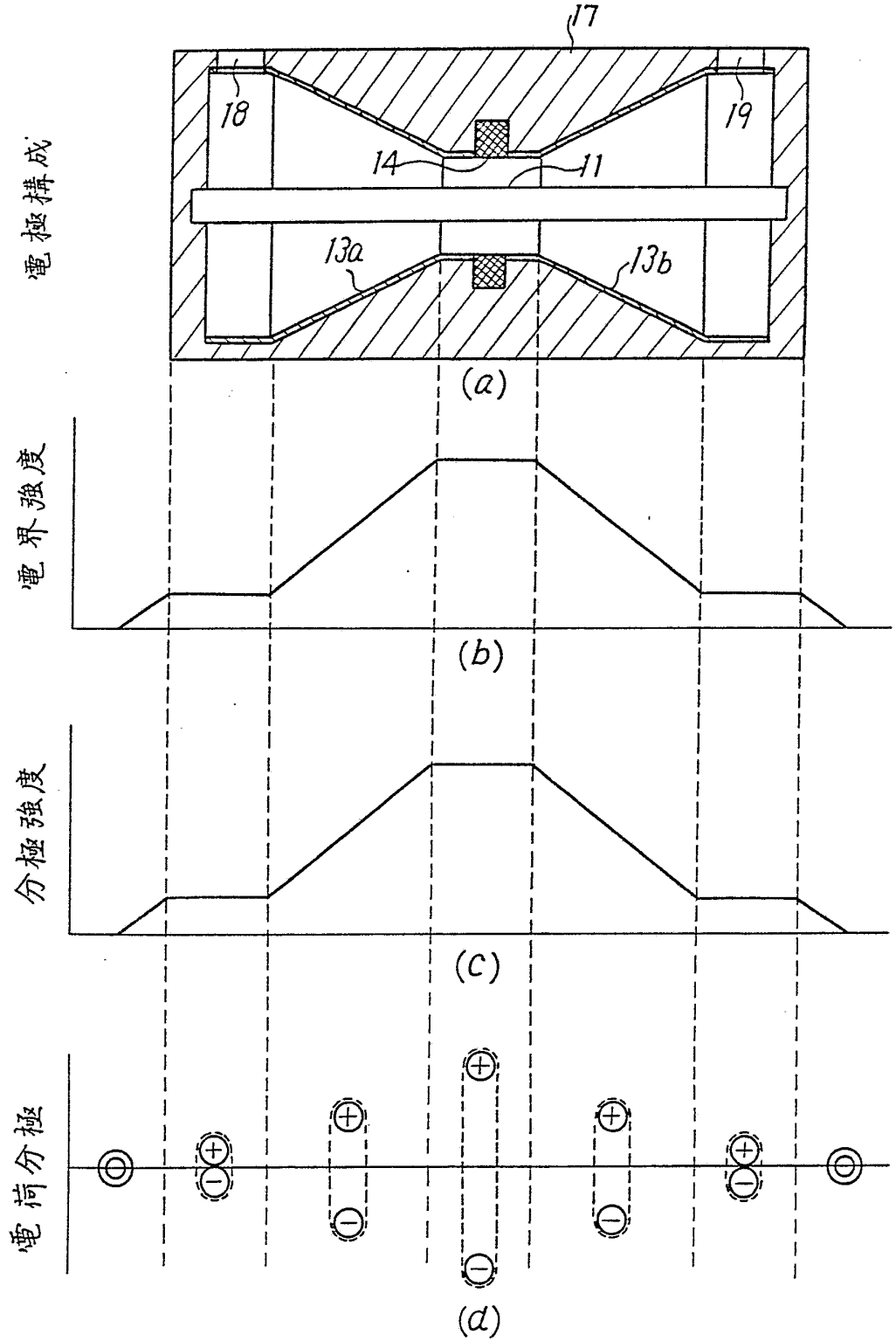
第 1 図



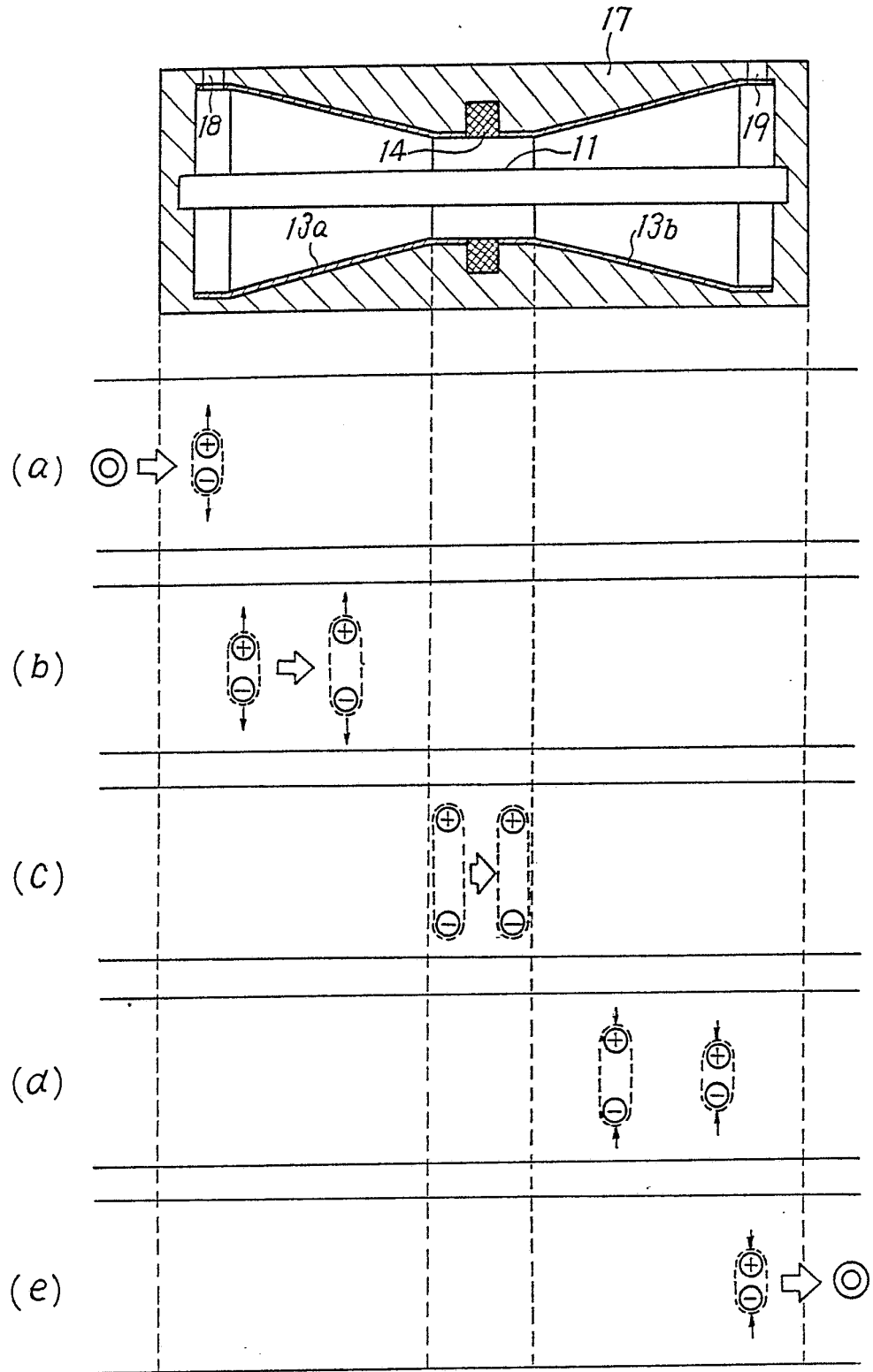
第 2 図



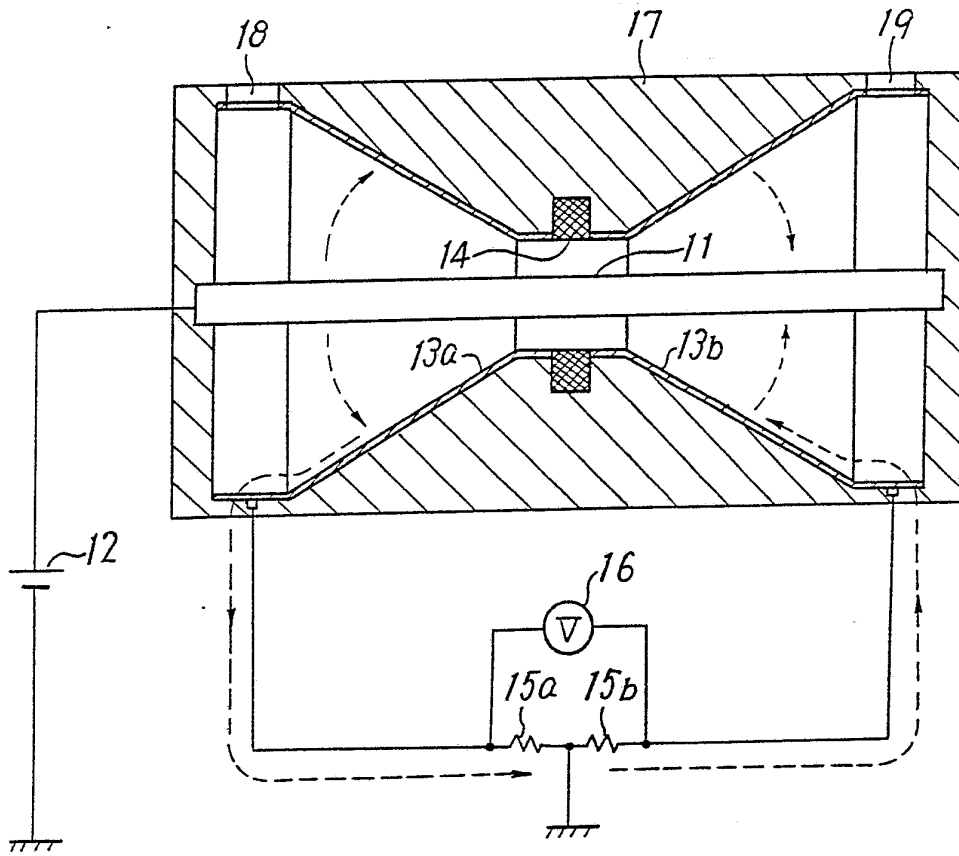
第 3 圖



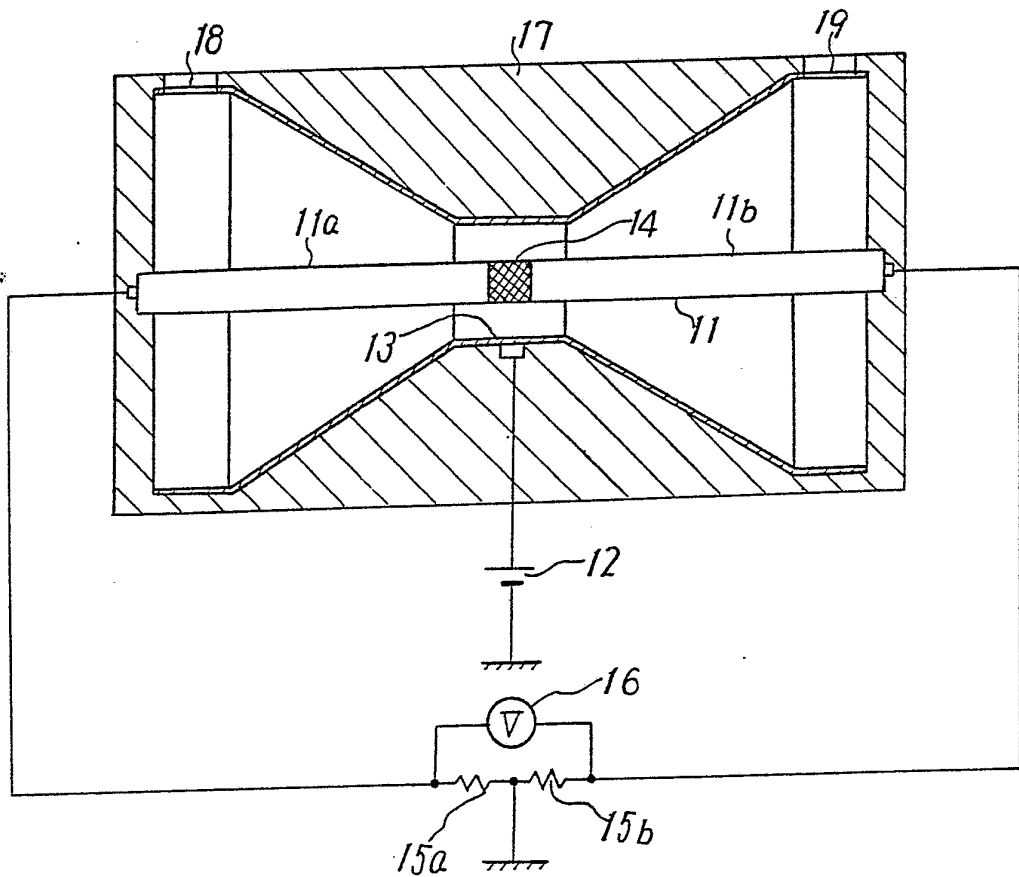
第 4 図



第 5 図



第 6 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No **PCT/JP82/00112**

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>3</sup>				
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC				
Int. Cl. <sup>3</sup> <b>G01F 1/64, G01F 1/78</b>				
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>				
Minimum Documentation Searched <sup>4</sup>				
Classification System	Classification Symbols			
I P C	G01F 1/64, G01F 1/78, G01F 1/56			
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>5</sup>				
Jitsuyo Shinan Koho	1950 - 1982			
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1982			
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <sup>14</sup>				
Category <sup>6</sup>	Citation of Document, <sup>16</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>17</sup>	Relevant to Claim No. <sup>18</sup>		
A	US,A. 3201986, Consolidated Electrodynamics Corp. 24. August. 1965 (24.8.65)	1		
A	JP,U, 54-125663, Toyota Motor Co., Ltd. 1. September. 1979 (1.9.79)	1		
<p><sup>15</sup> Special categories of cited documents:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <p>"A" document defining the general state of the art</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> <p>"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed</p> <p>"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" document defining the general state of the art</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p>	<p>"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed</p> <p>"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance</p>
<p>"A" document defining the general state of the art</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p>	<p>"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed</p> <p>"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance</p>			
<b>IV. CERTIFICATION</b>				
Date of the Actual Completion of the International Search <sup>2</sup>	Date of Mailing of this International Search Report <sup>2</sup>			
June 1, 1982 (01.06.82)	June 14, 1982 (14.06.82)			
International Searching Authority <sup>1</sup>	Signature of Authorized Officer <sup>20</sup>			
Japanese Patent Office				

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. <sup>8</sup> G01F 1/64, G01F 1/78		
II. 国際調査を行った分野		
調査を行った最小限資料		
分類体系	分類記号	
IPC	G01F 1/64, G01F 1/78, G01F 1/56	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1950-1982年		
日本国公開実用新案公報 1971-1982年		
III. 関連する技術に関する文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
A	US, A. 3201986, Consolidated Electrodynamics Corp. 24.8月.1965 (24.8.65)	1
A	JP, U, 54-125663, トヨタ自動車工業株式会社 1.9月.1979 (1.9.79)	1
*引用文献のカテゴリー		
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリーの文献		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日 01.06.82	国際調査報告の発送日 14.06.82	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)	権限のある職員 特許庁審査官 津田俊明	2 F 7 6 2 5 