

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

① N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 461 954

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 79 18653

⑤④ Dispositif pour la mesure simultanée des composantes du vecteur vitesse d'un écoulement gazeux ionisable.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 P 5/08, 3/42; G 01 W 1/00.

②② Date de dépôt..... 18 juillet 1979.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 6 du 6-2-1981.

⑦① Déposant : BARAT Jean, résidant en France.

⑦② Invention de :

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Plasseraud, 84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

La présente invention concerne la mesure des composantes du vecteur vitesse d'un écoulement gazeux ionisable. Elle vise notamment à réaliser la mesure simultanée des composantes algébriques de ce vecteur suivant deux directions, 5 perpendiculaires entre elles ou inclinées l'une sur l'autre.

L'invention permet la mesure locale et quasi-instantanée d'un tel vecteur dans son plan de mesure et par conséquent de déterminer la vorticité (variation locale et temporelle du vecteur vitesse d'écoulement), ce qui était difficile, 10 sinon impossible, à réaliser avec les dispositifs antérieurs.

Elle met en oeuvre la création d'ions par effet corona dans l'écoulement gazeux et la mesure de l'influence dudit vecteur vitesse sur le déplacement de ces ions.

15 Il existe déjà des appareils de mesure de la vitesse d'écoulement, en fait d'une composante de celle-ci, mettant en oeuvre des ions engendrés par effet corona. Ces appareils se divisent en deux classes :

- la classe des appareils dans lesquels le jet d'ions 20 est perpendiculaire à la vitesse d'écoulement, dans lesquels le faisceau d'ions est déplacé plus ou moins d'une première électrode collectrice à une seconde électrode collectrice, la source d'ions et les deux électrodes collectrices (placées côte à côte) étant disposées de part et d'autre du jet 25 qui sert à mesurer la vitesse;

- la classe des appareils dans lesquels le jet d'ions est parallèle à la vitesse d'écoulement, mettant en oeuvre des grilles dont l'une émet des ions et l'autre où les autres recueillent des ions, ces grilles parallèles étant traversées 30 successivement par l'écoulement gazeux; à titre d'exemple on peut citer le brevet français n° 2.250.981 déposé le 13 novembre 1973 par Monsieur Jean ZIZINE.

Dans les deux classes d'appareils on réalise des mesures de la vitesse moyenne d'un écoulement, à savoir celui 35 qui passe entre la source d'ions et les électrodes collec-

trices dans les appareils à jet d'ions perpendiculaires à l'écoulement ou celui qui traverse les grilles dans les appareils à jet d'ions parallèle à l'écoulement.

Au contraire, le dispositif selon l'invention permet de réaliser une mesure locale et rapide du vecteur vitesse suivant deux directions, sans nécessiter une orientation relative particulière entre le jet d'ions et l'écoulement du fluide dans le plan de mesure.

L'invention a d'abord pour objet un dispositif élémentaire pour mesurer une composante du vecteur vitesse d'un écoulement gazeux ionisable, caractérisé par le fait qu'il comprend, en combinaison, un tronçon de fil conducteur, des moyens pour porter ledit tronçon de fil à un potentiel électrique élevé afin qu'il engendre des ions par effet corona, sur sa périphérie, une paire de conducteurs disposés parallèlement audit tronçon de fil et à égale distance de celui-ci, les deux conducteurs étant placés symétriquement par rapport audit tronçon de fil, et des moyens pour déterminer la différence de courant entre les deux conducteurs résultant de la collection par ces conducteurs d'ions émis par ledit tronçon de fil.

L'invention a également pour objet un dispositif pour la mesure simultanée de deux composantes du vecteur vitesse d'un écoulement gazeux ionisable, caractérisé par le fait qu'il comprend, en combinaison, un tronçon de fil conducteur, des moyens pour porter ledit tronçon de fil à un potentiel électrique élevé afin qu'il engendre des ions par effet corona sur sa périphérie, au moins deux paires de conducteurs disposés parallèlement audit tronçon de fil et à égale distance de celui-ci, les deux conducteurs d'une même paire étant placés symétriquement par rapport audit tronçon de fil, et des moyens pour déterminer la différence de courant entre les deux conducteurs de chaque paire résultant de la collection par ces conducteurs d'ions émis par ledit tronçon de fil.

De préférence le dispositif comporte également des moyens pour déterminer la somme des courants des deux conducteurs de la paire ou de chaque paire de conducteurs et

des moyens pour effectuer, pour la paire ou chaque paire, le rapport entre ladite différence de courant et lesdites sommes de courant.

Dans le cas d'un dispositif à deux paires de conducteurs :

- dans un mode de réalisation préféré, le plan contenant les deux conducteurs de la première paire est perpendiculaire au plan contenant les deux conducteurs de la seconde paire, ces deux plans se coupant suivant l'axe dudit tronçon de fil;

- dans un autre mode de réalisation, ces deux plans au lieu d'être perpendiculaires entre eux sont obliques l'un par rapport à l'autre.

L'invention pourra, de toute façon, être bien comprise à l'aide du complément de description qui suit, ainsi que des dessins ci-annexés, lesquels complément et dessins sont, bien entendu, donnés surtout à titre d'indication.

Les figures 1 à 4 concernent un dispositif élémentaire selon l'invention à une seule paire de conducteurs : la figure 1 illustre une partie d'un tel dispositif, savoir le tronçon de fil apte à engendrer des ions et la paire de conducteurs, tandis que les figures 2 à 4 montrent les trajets des ions en l'absence d'écoulement (figure 2), en présence d'écoulement (figure 3) et dans la zone utile du tronçon de fil (figure 4).

La figure 5 illustre un mode de réalisation du montage électronique des moyens permettant de déterminer une composante de la vitesse d'écoulement à partir des courants engendrés dans une paire de conducteurs.

La figure 6 illustre schématiquement ce qui se passe dans le cas d'un dispositif selon l'invention comportant deux paires de conducteurs perpendiculaires entre elles.

Les figures 7 et 8 représentent deux modes de réalisation d'un dispositif à deux paires de conducteurs doté des perfectionnements selon l'invention, les plans contenant chacun une paire de conducteurs étant perpendiculaires (figure 7) ou obliques (figure 8) entre eux.

La figure 9, enfin, est analogue à la figure 6, mais dans le cas où les deux paires de conducteurs ne sont pas

perpendiculaires entre elles.

Selon l'invention et plus spécialement selon celui de ses modes d'application, ainsi que selon ceux des modes de réalisation de ses diverses parties, auxquels il semble qu'il y ait lieu d'accorder la préférence, se proposant, par exemple, de réaliser un dispositif pour la mesure d'une seule composante ou la mesure simultanée de deux composantes du vecteur vitesse d'un écoulement gazeux, on s'y prend comme suit ou d'une manière analogue.

10 On va d'abord, avec référence aux figures 1 à 5, expliquer l'invention par un dispositif élémentaire comportant une seule paire de conducteurs collecteurs ou électrodes disposés symétriquement par rapport à un tronçon de fil constituant la source d'ions.

15 La figure 1 montre en perspective un tel dispositif avec un tronçon 1 de fil conducteur porté, par une source haute tension 2, à un potentiel électrique élevé, par exemple de plusieurs milliers de volts. Le fil 1 a un diamètre très faible, par exemple de l'ordre de quelques dizaines de microns. Du fait de sa minceur et du potentiel élevé qui leur est appliqué, ce fil conducteur 1 va émettre des ions par effet corona lorsqu'il est placé dans un écoulement gazeux.

20 De part et d'autre de ce fil 1 et symétriquement par rapport à celui-ci, sont disposés deux conducteurs 3 et 4 de plus grand diamètre, par exemple de l'ordre de 1 mm, qui vont collecter une partie des ions émis par le fil 1, d'où passage de courants I_1 , I_2 dans les fils 5 et 6 reliant les conducteurs 3 et 4 respectivement à la masse.

La distance D entre le fil 1 et chaque conducteur 3, 30 4 est grande par rapport au diamètre du conducteur 1, par exemple égale à 100 fois ce diamètre.

Le fil 1 peut être réalisé en acier inoxydable, en tungstène, en platine ou en constantan, tandis que les conducteurs peuvent être réalisés en acier inoxydable, en cuivre, en platine ou en constantan.

35 Sur la figure 1, on a représenté schématiquement par des flèches i_1 et i_2 les ions émis par le fil 1 et se dirigeant vers les conducteurs 3 et 4 respectivement; I_1 et I_2 sont les sommes respectivement des "courants ioniques élé-

mentaires" des ions i_1 et i_2 respectivement.

La figure 2, en coupe par le plan II-II. de la figure 1, va permettre de mieux expliquer le phénomène.

La zone d'ionisation qui entoure le fil 1 va émettre, dans le sens des flèches, des ions i_1 qui atteignent le conducteur collecteur 3 et des ions i_2 qui atteignent le conducteur collecteur 4. En l'absence de toute vitesse dans le gaz, dans lequel est plongée la cellule élémentaire de la figure 1 (ou plus exactement de composante, dans le plan de coupe 10 II-II, parallèle au plan défini par 1, 3, 4), la figure 2 est symétrique tant par rapport à l'axe XX' passant par les éléments 1, 3, 4 que par l'axe YY' perpendiculaire à XX' et coupant XX' au centre du fil 1 dans le plan II-II. Dans ce cas les courants I_1 et I_2 seront identiques, les électrodes 15 3 et 4 recueillant le même nombre d'ions par seconde.

Si l'on suppose maintenant, comme illustré sur la figure 3 (qui est également une coupe par II-II de la figure 1), que le dispositif de la figure 1 est plongé dans un courant gazeux dont la vitesse a , dans le plan II-II, une com- 20 posante V_1 parallèle à l'axe XX' dans le sens allant de X' vers X, les ions qui quittent le fil 1 sont soufflés par la composante V_1 de la vitesse. Les ions tels que i'_1 et i'_2 dont les trajectoires sont voisines de l'axe XX' ne sont pas sensiblement affectés (simplement leur vitesse s'accroît pour 25 les ions i'_1 et diminue pour les ions i'_2); par contre les trajectoires des ions qui s'éloignent le plus de l'axe XX' sont affectées : lorsque l'intensité de V_1 croît, un nombre d'ions de plus en plus grand, qui se seraient dirigés vers l'électrode 4 en l'absence de V_1 , vont se diriger vers l'é- 30 lectrode 3 (sur la figure 3 on a illustré un nombre de trajectoires d'ions i_1 plus grand que le nombre de trajectoires d'ions i_2). Il en résulte donc que I_1 sera plus grand que I_2 , la différence $I_1 - I_2$ croissant avec l'intensité de V_1 .

On voit donc que le dispositif de la figure 1, avec 35 une paire de conducteurs collecteurs 3 et 4 disposés de part et d'autre et à égale distance du fil émetteur 1 porté à potentiel électrique élevé, permet de déterminer l'intensité de la composante suivant l'axe XX' de la vitesse d'écoulement du gaz dans lequel ce dispositif est placé. On comprendra

aisément que si l'on disposait une autre paire de conducteurs, également identique à la paire de conducteurs 3, 4 mais telle que le plan des conducteurs de cette autre paire fasse un angle (par exemple de 90°) avec le plan des conducteurs 3, 4 (comme c'est le cas pour un dispositif à deux paires de conducteurs illustré sur les figures 7 et 8), on pourrait également déterminer la composante de la vitesse de déplacement du fluide suivant une direction V_2 faisant un angle (par exemple de 90°) avec V_1 dans le plan I-I et donc de déterminer la projection \vec{V} de la vitesse de déplacement sur le plan I-I.

Un des avantages du dispositif de la figure 1 à une paire de conducteurs, par rapport aux dispositifs antérieurs, est constitué par le fait qu'il permet la mesure justement de l'intensité et de l'orientation d'une composante (et un dispositif à deux paires de conducteurs permet, comme indiqué ci-dessus, d'obtenir la projection \vec{V} dans le plan II-II), d'une part, et le fait qu'elle permet de déterminer une vitesse locale, en fait la vitesse au niveau du tronçon de fil 1, d'autre part. En effet, comme on le voit sur la figure 4, les zones 7a sur la périphérie du fil 1 ne sont pas affectées par V_1 , les trajectoires des ions de types i'_1 ou i'_2 n'étant pas sensiblement modifiées par V_1 , tandis que seules les zones 7 de cette périphérie sont affectées, les ions qui quittent ces zones se dirigeant soit également vers les conducteurs 3 et 4 en l'absence de composante de la vitesse de déplacement suivant l'axe XX' (figure 2), soit plutôt vers le conducteur 3 si V_1 est dirigé de X' vers X (figure 3), soit enfin plutôt vers le conducteur 4 si la composante de la vitesse d'écoulement suivant l'axe XX' est dirigée de X vers X' .

La différence $I_1 - I_2$ est donc représentative de la direction et de l'intensité de la composante de la vitesse de déplacement du gaz, dans lequel plonge le dispositif de la figure 1, suivant l'axe XX' .

On va maintenant, avec référence à la figure 5, voir comment on peut effectivement déterminer la composante suivant XX' , telle que V_1 (figure 3). Sur la figure 5 on retrouve le fil 1, les conducteurs 3 et 4 et les courants I_1

et I_2 .

Le conducteur 3 est connecté à la première entrée 8a d'un amplificateur opérationnel 8, tandis que le conducteur 4 est connecté à la première entrée 9a d'un autre amplificateur opérationnel 9, les secondes entrées 8b, 9b de ces amplificateurs étant connectées à travers des résistances égales 10, à la masse; enfin on prévoit des résistances de réaction 12.

Les sorties des deux montages amplificateurs opérationnels à réaction, proportionnelles à I_1 et I_2 , et donc aux ions recueillis par les conducteurs 3 et 4 par unité de temps, sont soustraites dans l'amplificateur différentiel 13 et additionnées dans l'amplificateur sommateur 14 et les sorties des amplificateurs 13 et 14 sont traitées dans une unité 15 effectuant la division de la sortie de 13 par la sortie de 14. La sortie 16 de l'unité 15 est donc proportionnelle à $\frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2}$. Il suffit d'étalonner l'appareil pour déterminer l'intensité de V_1 en fonction de la sortie de l'unité 15, car cette sortie est une fonction croissante de l'intensité de V_1 .

On voit donc finalement qu'un dispositif du type illustré sur la figure 1, en combinaison avec le montage électronique de la figure 5, permet de déterminer V_1 .

On va maintenant expliquer comment peut être réalisé et fonctionner un dispositif selon l'invention avec deux paires de conducteurs, c'est-à-dire comportant deux unités selon les figures 1 et 5, soit avec deux paires de conducteurs à angle droit (figures 6 et 7), soit avec deux paires de conducteurs inclinés l'un par rapport à l'autre (figures 8 et 9).

On se référera d'abord aux figures 6 et 7. Le dispositif illustré (figure 6) comporte un tronçon de fil 1 disposé entre deux paires de conducteurs 3, 4 et 3', 4'. Les plans 3, 4 et 3', 4' d'axes XX' et YY' respectivement se coupent à angle droit suivant le fil 1.

Les conducteurs 3 et 4 sont connectés à une électronique du type illustré sur la figure 5 et permettent de déterminer la composante de \vec{V} suivant XX' ; de même les conducteurs

3' et 4' sont connectés à une électronique de même type et permettent de déterminer la composante de \vec{V} suivant YY' ; l'ensemble permet donc de déterminer la direction, le sens le module de \vec{V} .

5 Le mode de réalisation de la figure 7, donné à titre d'exemple non limitatif, est le suivant.

Le tronçon de fil 1 et les conducteurs 3, 4, 3', 4' sont portés par deux pièces isolantes 17 et 18, une des extrémités 19 des conducteurs 3, 4, 3', 4' étant recourbée et
10 servant de connexion vers les amplificateurs opérationnels 8 et 9. Un ressort 20 permet de tendre le fil 1 qui est porté par une gaine isolante 21 de manière que seule une zone réduite, de longueur d , du fil 1 soit active, c'est-à-dire ionisante. La haute tension est appliquée à la connexion 22
15 qui est reliée par un conducteur 23 au fil 1, une gaine isolante 24 permettant l'amenée du conducteur haute tension à la connexion 22.

Dans le mode de réalisation de la figure 8, on retrouve le fil 1, les conducteurs 3, 4, 3', 4' (voir la figure 9
20 qui correspond à une coupe transversale de la figure 8). Les sorties des conducteurs 3, 4, 3', 4' sont disponibles en 19a et la haute tension est applicable en 22a grâce à une source haute tension 2. Dans le montage de la figure 8, on prévoit également deux pièces isolantes 17a, 18a dans lesquelles sont
25 fixés le fil 1, d'une part, et les conducteurs 3, 4, 3', 4', d'autre part. Des ressorts 20a et 20b permettent de maintenir tendu le fil 1.

Sur la figure 9 on constate que les plans XX' des conducteurs 3 et 4 et le plan ZZ' des conducteurs 3', 4' ne
30 sont pas perpendiculaires mais obliques l'un par rapport à l'autre. Dans ce cas on déterminera les composantes de \vec{V} , projection de la vitesse d'écoulement sur le plan de la figure 9, non pas suivant deux directions orthogonales XX' et YY' , comme dans le cas de la figure 6, mais suivant les di-
35 rections XX' et ZZ' qui ne sont pas orthogonales.

Les figures 8 et 9 montrent donc que l'angle entre les plans des conducteurs 3, 4 et 3', 4' n'a pas besoin d'être égal à 90° . Le montage des figures 8 et 9 peut être avantageux dans le cas où la composante principale de \vec{V} est

dans la direction W (parallèle à la bissectrice de l'angle le plus grand formé par les axes XX' et ZZ'), car dans ce cas l'écoulement pénètre plus facilement à l'intérieur de la zone déterminée par les conducteurs 3, 4, 3', 4'.

5 On remarquera que dans tous les cas les conducteurs 3, 4, 3', 4' produisent une très faible perturbation de l'écoulement gazeux, notamment au voisinage du fil 1 au niveau duquel s'effectue la mesure, contrairement à ce qui se passe dans les dispositifs à jet d'ions de la technique antérieure,
10 par exemple celui décrit dans le brevet français n° 2.250.981 précité qui comporte des grilles avec de nombreux conducteurs.

On voit qu'en définitive le dispositif selon l'invention permet de mesurer une ou deux composantes d'un écoulement gazeux et notamment de déterminer \vec{V} , projection dans un
15 plan déterminé (perpendiculaire à l'axe du dispositif) de la vitesse d'écoulement. Le dispositif mesure pratiquement \vec{V} en un point déterminé, donc rapidement, et, du fait qu'il s'agit d'une mesure vectorielle, permet de déterminer la vorticité.

20 Sa construction est simple et robuste et son prix de revient est réduit.

Le dispositif selon l'invention permet, entre autres, toutes les mesures de vent, y compris les vents tourbillonnants, ainsi que la mesure de la turbulence en soufflerie.

25 Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes d'application et de réalisation qui ont été plus spécialement envisagés; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

30 Si le courant gazeux à étudier n'est pas ionisable, il suffit de le rendre tel avant son passage dans le dispositif.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour la mesure d'une composante du vecteur vitesse d'un écoulement gazeux ionisable, caractérisé par le fait qu'il comprend, en combinaison, un tronçon de
5 fil conducteur, des moyens pour porter ledit tronçon de fil conducteur à un potentiel électrique élevé afin qu'il engendre des ions par effet corona sur sa périphérie, une paire de conducteurs disposés parallèlement audit tronçon de fil et à égale distance de celui-ci, les deux conducteurs étant
10 placés symétriquement par rapport audit tronçon de fil, et des moyens pour déterminer la différence de courant entre les deux conducteurs résultant de la collection par ces conducteurs d'ions émis par ledit tronçon de fil.

2. Dispositif pour la mesure simultanée d'au moins
15 deux composantes du vecteur vitesse d'un écoulement gazeux ionisable, caractérisé par le fait qu'il comprend, en combinaison, un tronçon de fil conducteur, des moyens pour porter ledit tronçon de fil à un potentiel électrique élevé afin qu'il engendre des ions par effet corona sur sa périphérie,
20 au moins deux paires de conducteurs disposés parallèlement audit tronçon de fil et à égale distance de celui-ci, les deux conducteurs d'une même paire étant placés symétriquement par rapport audit tronçon de fil, et des moyens pour déterminer la différence de courant entre les deux conducteurs de
25 chaque paire résultant de la collection par ces conducteurs d'ions émis par ledit tronçon de fil.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il comporte également des moyens pour déterminer la somme des courants des deux conducteurs de la
30 paire ou de chaque paire de conducteurs et des moyens pour effectuer, pour la paire ou chaque paire le rapport entre ladite différence de courant et lesdites sommes de courant.

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que, le dispositif comportant deux paires
35 de conducteurs, le plan contenant les deux conducteurs de la première paire est perpendiculaire au plan contenant les deux conducteurs de la seconde paire, ces deux plans se coupant suivant l'axe dudit tronçon de fil.

5. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caracté-

risé par le fait que, le dispositif comportant deux paires de conducteurs, le plan contenant les deux conducteurs de la première paire fait un angle compris entre 0 et 90° avec le plan contenant les deux conducteurs de la seconde paire, ces deux plans se coupant suivant l'axe dudit tronçon de fil.

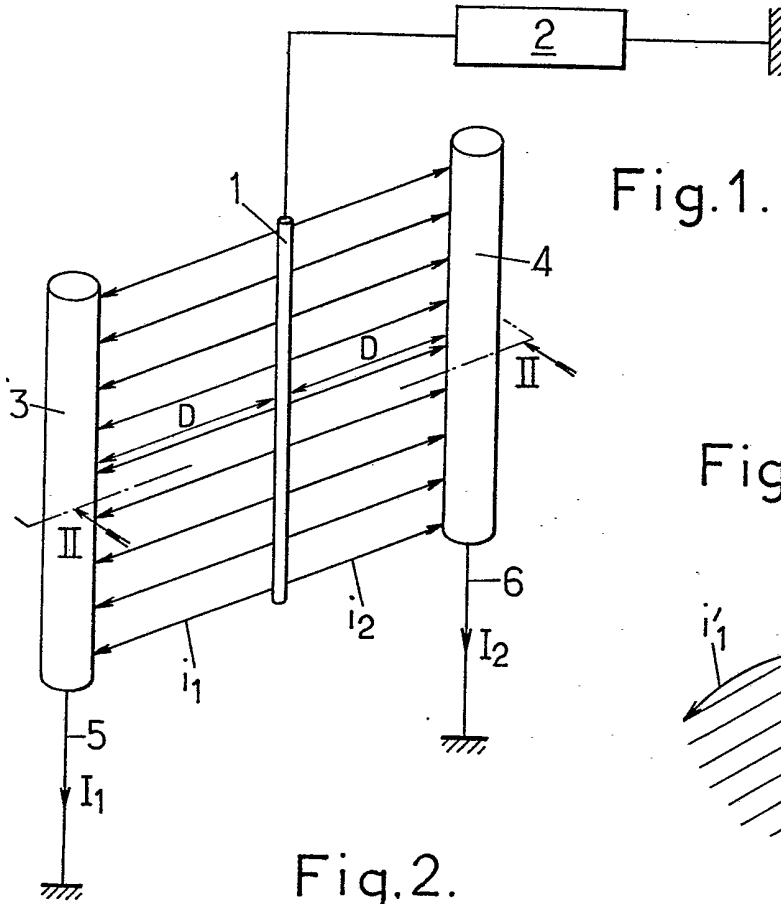


Fig. 1.

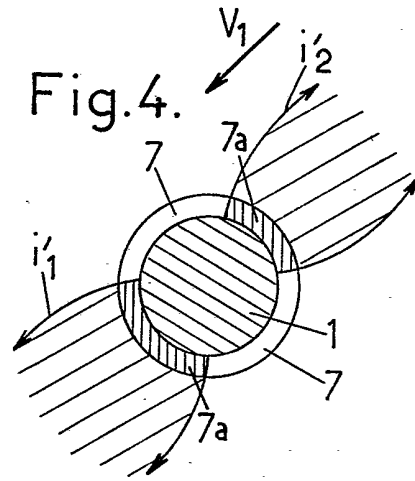


Fig. 4.

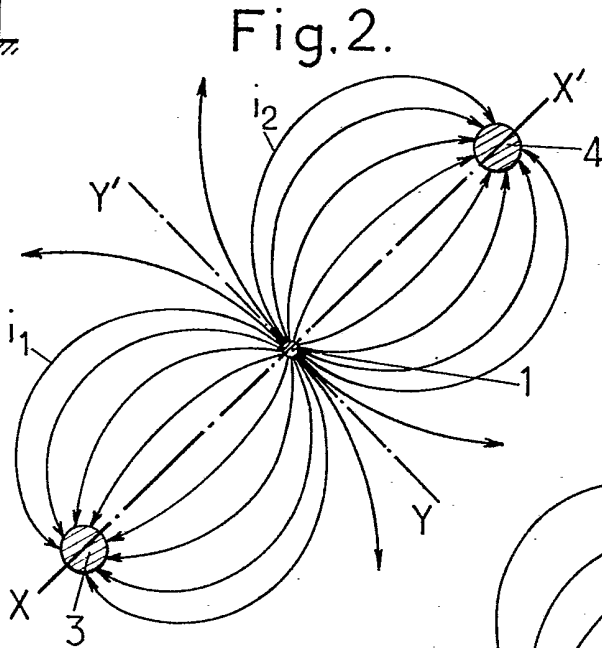


Fig. 2.

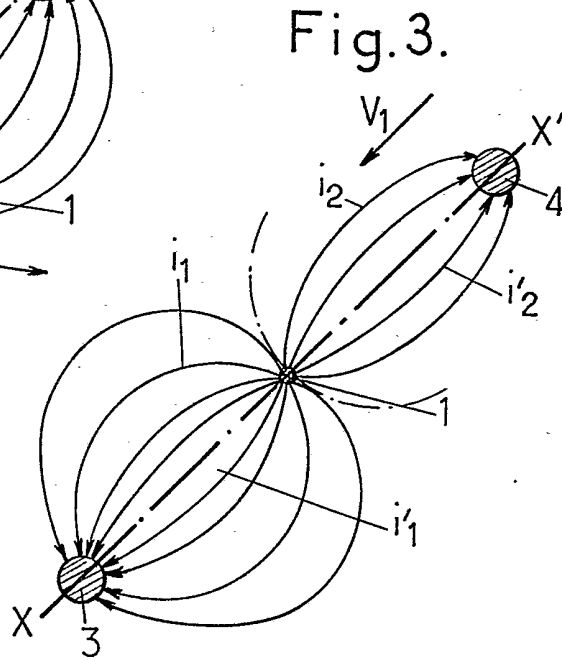


Fig. 3.

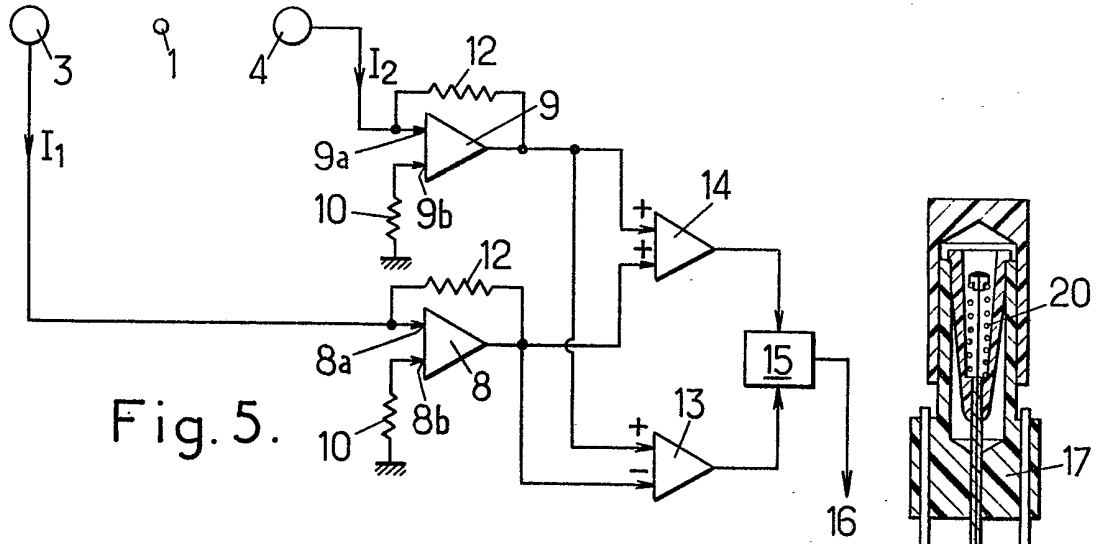


Fig. 5.

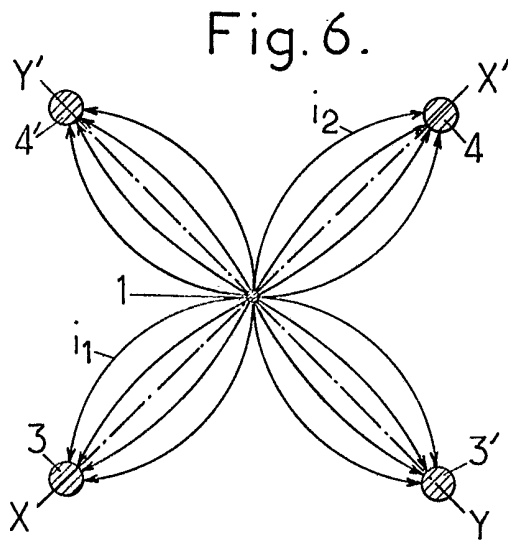


Fig. 6.

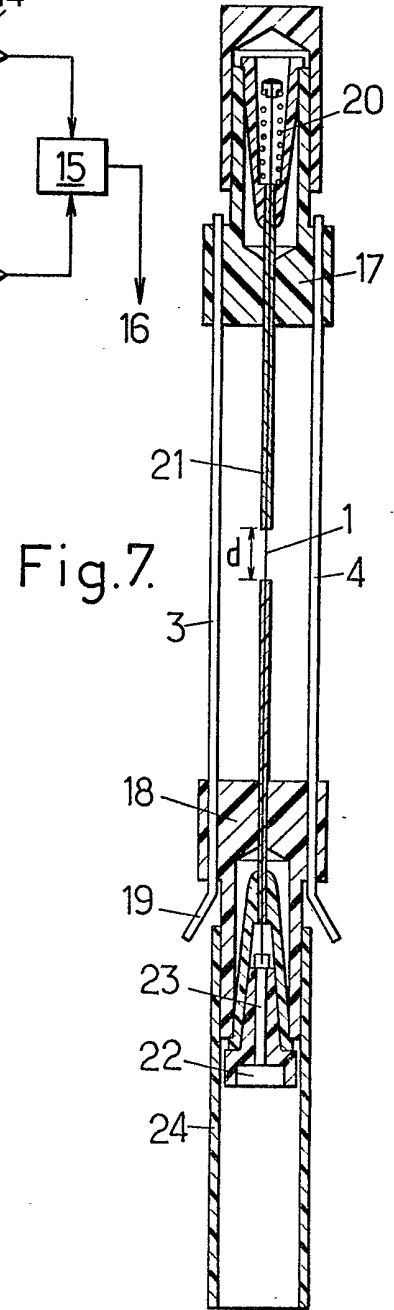


Fig. 7.

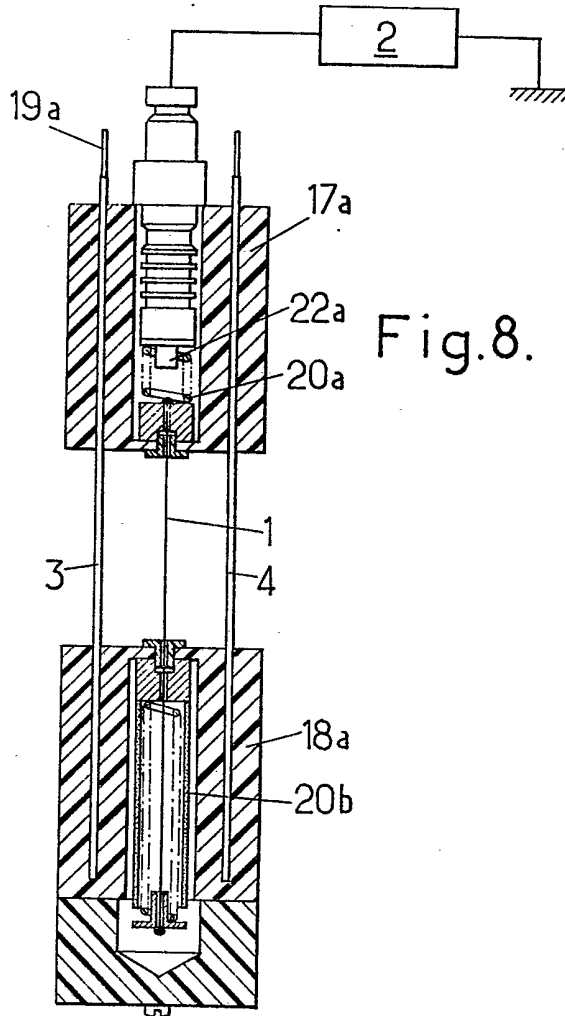


Fig. 8.

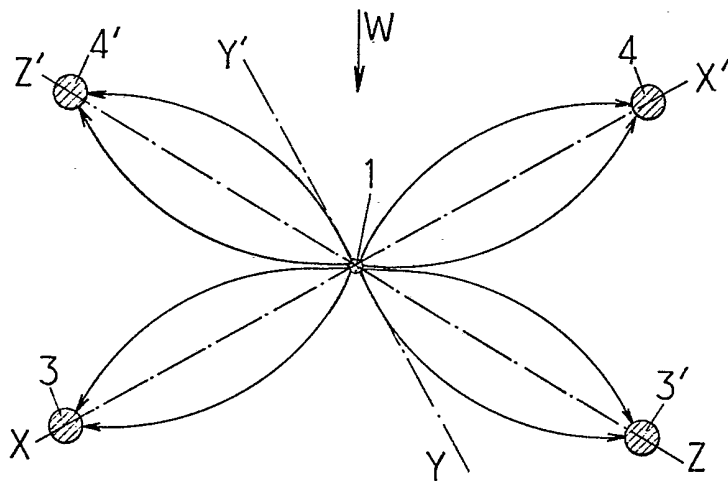


Fig. 9.