

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 704 867 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.12.1999 Bulletin 1999/48

(51) Int Cl.⁶: **H01F 38/30, H01F 38/08**

(21) Numéro de dépôt: **95410110.1**

(22) Date de dépôt: **19.09.1995**

(54) **Dispositif de déclenchement comportant au moins un transformateur de courant**

Auslösevorrichtung mit mindestens einem Stromwandler

Release device with at least a current transformer

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT

(30) Priorité: **29.09.1994 FR 9411814**

(43) Date de publication de la demande:
03.04.1996 Bulletin 1996/14

(73) Titulaire: **Schneider Electric Industries SA**
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(72) Inventeur: **Houbre, Pascal**
F-38050 Grenoble Cedex 09 (FR)

(74) Mandataire: **Jouvray, Marie-Andrée et al**
Schneider Electric SA,
Sce. Propriété Industrielle
38050 Grenoble Cédex 09 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 012 629 EP-A- 0 039 485
EP-A- 0 254 464 WO-A-81/01218
DE-B- 1 638 602 GB-A- 1 094 225
US-A- 3 962 661

EP 0 704 867 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un dispositif de déclenchement comportant :

- au moins un transformateur de courant, associé à un conducteur d'un circuit à protéger traversé par un courant primaire, comportant un circuit magnétique principal entourant le conducteur du circuit à protéger et au moins un enroulement secondaire, une partie du circuit magnétique principal constituant le noyau de l'enroulement secondaire, et
- une unité de traitement connectée audit enroulement secondaire du transformateur de courant.

[0002] Dans les dispositifs de déclenchement connus, des transformateurs de courant fournissent l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement à propre courant de circuits électriques ou électroniques associés. Les transformateurs de courant sont installés sur des conducteurs d'un circuit de puissance à protéger. Ils fournissent à des circuits électroniques de déclenchement des courants secondaires de faible intensité proportionnels à des courants primaires très forts.

[0003] De manière connue, les courants secondaires alternatifs sont redressés et régulés dans le but de fournir des tensions d'alimentation continues aux circuits de déclenchement. La consommation des circuits étant stable ou peu variable, l'énergie excédentaire fournie par les transformateurs est dissipée par des circuits de régulation et par les transformateurs eux-mêmes.

[0004] Généralement le courant secondaire minimal de fonctionnement correspond à la consommation des circuits de déclenchement. Lorsque le dispositif de déclenchement est installé dans un disjoncteur, le fonctionnement doit être habituellement assuré entre 0,1 et 10 fois le courant nominal.

[0005] Les dispositifs doivent comporter des transformateurs de grande dimension aptes à dissiper l'énergie excédentaire transformée en chaleur. Pour les mêmes raisons les composants électroniques de puissance des circuits de régulation doivent être surdimensionnés et fixés sur des dispositifs de refroidissement volumineux.

[0006] Des transformateurs de courant à fer saturé permettent de réduire le courant secondaire à fort niveau de courant et de limiter la puissance fournie aux circuits de régulation. Cependant, le fonctionnement des transformateurs à fer saturé ne permet pas de résoudre efficacement les problèmes de taille et d'échauffement sur toute la plage de fonctionnement du dispositif de déclenchement.

[0007] L'invention a pour but un dispositif de déclenchement comportant au moins un transformateur de courant fournissant une puissance réduite à fort courant primaire.

[0008] Ce but est atteint par le fait que le transformateur comporte un shunt magnétique disposé en dériva-

tion sur la partie du circuit magnétique principal constituant le noyau de l'enroulement secondaire, le shunt magnétique comportant un entrefer total ou partiel réduisant localement la section dudit shunt.

5 **[0009]** La réponse en courant dudit transformateur n'est pas linéaire sur toute la plage de fonctionnement.

[0010] Selon un mode préférentiel de réalisation de l'invention, le shunt magnétique est positionné entre le conducteur primaire et l'enroulement secondaire.

10 **[0011]** Dans un mode particulier de réalisation, la section du shunt magnétique à proximité de l'entrefer est supérieure à la section du circuit magnétique à l'endroit du noyau de l'enroulement secondaire.

[0012] La dimension de l'entrefer peut varier en différents endroits de la section du shunt.

15 **[0013]** L'entrefer peut être situé sensiblement au milieu du shunt magnétique ou entre le shunt et le circuit magnétique principal.

[0014] Selon un développement de l'invention, le shunt et le circuit magnétique principal forment une même pièce.

[0015] De préférence, au moins un enroulement secondaire comporte un blindage électromagnétique.

20 **[0016]** Dans des dispositifs selon un mode de réalisation de l'invention, ledit transformateur de courant, fournissant essentiellement l'énergie électrique de fonctionnement, est associé à un capteur de mesure de courant. Le capteur de mesure de courant est de préférence un tore de Rogowski.

25 **[0017]** Le dispositif selon l'invention est en particulier destiné à être utilisé dans des disjoncteurs. D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre, de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et représentés aux dessins annexés sur lesquels :

30 **[0018]** La figure 1 représente un schéma bloc d'un dispositif de déclenchement installé dans un disjoncteur.

40 **[0019]** La figure 2 représente un transformateur de courant connu.

[0020] La figure 3 représente un transformateur de courant selon un mode de réalisation de l'invention pouvant faire partie d'un dispositif de déclenchement selon la figure 1.

45 **[0021]** Les figures 4 et 5 montrent deux variantes de transformateurs de courant selon la figure 3.

[0022] La figure 6 représente les courbes des réponses en courant des transformateurs des figures 2 et 3.

50 **[0023]** Les figures 7a, 7b et 7c illustrent les courants pour un point particulier de la courbe 6.

[0024] Les figures 8 à 11 montrent des variantes d'entrefer des transformateurs de courant des figures 3 à 5.

[0025] La figure 12 montre un transformateur selon un mode de réalisation de l'invention associé à un tore de rogowski.

[0026] Le schéma bloc de la figure 1 représente un dispositif de déclenchement installé dans un disjoncteur

pour protéger un réseau électrique 1 contre des surcharges ou des courts-circuits. Des contacts 2 du disjoncteur, contrôlés par le dispositif de déclenchement, établissent ou interrompent le courant dans les conducteurs du réseau. L'ouverture des contacts 2 est commandée par un relais 3.

[0027] Le dispositif de déclenchement comporte des transformateurs de courant 4a, 4b et 4c associés aux conducteurs du réseau pour fournir l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de circuits électroniques d'une unité de traitement 25. Les enroulements secondaires des transformateurs de courant sont connectés à un circuit d'alimentation 5 qui redresse le courant alternatif fourni par les enroulements secondaires des transformateurs et fournit une ou plusieurs tensions continues régulées. Par exemple, une première tension continue V1 est fournie à des circuits de mesure et de traitement, respectivement 6 et 7, alors qu'une seconde tension continue V2 alimente le relais 3. L'unité de traitement 25 comprend le relais 3 et les circuits 5, 6 et 7.

[0028] Des capteurs 8a, 8b et 8c de mesure de courant, associés aux conducteurs du réseau, ont des enroulements secondaires connectés au circuit de mesure 6. Le circuit 6 amplifie et met en forme des signaux représentatifs des courants des conducteurs venant des capteurs 8a, 8b et 8c. Ensuite, il les envoie au circuit 7 de traitement. Le circuit 7 envoie un ordre de déclenchement 9 lorsque les signaux représentatifs des courants des conducteurs dépassent des seuils prédéterminés pendant des temps prédéterminés. Les capteurs 8a, 8b et 8c peuvent être, par exemple, des transformateurs de mesure, des tores de Rogowski ou des cellules à effet Hall.

[0029] La figure 2 représente un transformateur de courant connu pouvant être utilisé comme transformateurs 4a, 4b ou 4c. Ledit transformateur de courant connu comporte un circuit magnétique 10 et un enroulement secondaire représenté par une bobine 11 et deux fils de sortie 12. Le circuit magnétique, constitué généralement de tôles empilées, entoure complètement un conducteur 13 du réseau 1 où circule le courant primaire du transformateur. Une partie 14 du circuit magnétique 10 passe au centre de l'enroulement secondaire et forme le noyau de la bobine 12.

[0030] Les transformateurs de courant comme celui de la figure 2 ont une réponse en courant sensiblement linéaire sur une large plage de fonctionnement. Lorsque le courant primaire augmente, le courant secondaire augmente aussi et une grande partie de la puissance excédentaire est dissipée dans le transformateur et le circuit d'alimentation 5.

[0031] Selon l'invention, les transformateurs 4a, 4b et 4c du dispositif de déclenchement de la figure 1 sont des transformateurs de courant comportant un shunt magnétique à entrefer.

[0032] La figure 3 montre un mode de réalisation d'un transformateur de ce type. Un shunt magnétique 15, mis en dérivation sur le noyau magnétique 14 de l'enroule-

ment secondaire, comporte un entrefer 16.

[0033] A bas niveau de courant primaire, seule une très faible portion du flux magnétique peut passer par le shunt et traverser l'entrefer. La quasi totalité du flux passe alors par le noyau magnétique. Lorsque le courant primaire augmente la proportion de flux magnétique pouvant passer par le shunt augmente et la proportion de flux passant par le noyau diminue. L'entrefer du shunt provoque un comportement non linéaire du transformateur. Le flux magnétique traversant l'entrefer augmente très rapidement lorsque l'induction magnétique produite par le courant primaire circulant dans le conducteur 13 dépasse un certain seuil, qui est déterminé par la taille et la forme de l'entrefer.

[0034] Les figures 4 et 5 montrent des variantes de transformateurs selon deux autres modes de réalisation de l'invention. La partie du circuit magnétique entourant le conducteur primaire a une forme arrondie comportant le shunt magnétique 15. Le transformateur de la figure 4 comporte un entrefer situé sensiblement au milieu de shunt. L'entrefer du transformateur de la figure 5 est situé entre une extrémité du shunt et une partie du circuit magnétique principal 10 reliant une zone proche du conducteur primaire et le noyau de l'enroulement secondaire. Dans ce cas la section du shunt 15 magnétique à proximité de l'entrefer est supérieure à la section du circuit magnétique à l'endroit du noyau 14 de l'enroulement secondaire.

[0035] Dans un mode préféré de réalisation, le circuit magnétique principal 10 et le shunt 15 forment une même pièce. Ladite pièce peut être constituée par des tôles empilées ou par d'autres matériaux magnétiques.

[0036] Des courbes de réponse du courant secondaire I_s en fonction du courant primaire I_p des transformateurs de courant des figures 2 et 3 sont représentées sur la figure 6. Une première courbe 17 représente la réponse en courant efficace d'un transformateur de type connu ne comportant pas de shunt. L'allure de la courbe 17 est quasi linéaire. Le courant secondaire I_s est sensiblement proportionnel au courant primaire I_p . Une seconde courbe, 18, représente la réponse en courant efficace d'un transformateur selon un mode de réalisation de l'invention comportant un shunt à entrefer.

[0037] Tant que le courant primaire I_p est faible les courants secondaires des deux transformateurs correspondant aux courbes 17 et 18, ont des valeurs voisines. Lorsque le courant augmente, la courbe de réponse 18 du transformateur comportant un shunt à entrefer devient plus faible que la courbe 17 du transformateur sans shunt. Par exemple, pour un courant de 800A le transformateur avec un shunt à entrefer, fournit un courant secondaire de l'ordre de 0, 25 A (point 19 sur la courbe 18) alors que le transformateur sans shunt fournit un courant de 0,8 A.

[0038] Les formes des courants primaire et secondaire sont illustrées sur les courbes des figures 7a, 7b et 7c. Le courant primaire I_p sinusoïdal, ayant une valeur de 800 A, traverse le primaire d'un premier transforma-

teur selon la figure 2 et le primaire d'un second transformateur selon la figure 3. La figure 7b montre un courant secondaire I_{s1} du premier transformateur. La valeur efficace du courant I_{s1} est de 0,8 A et sa forme est sensiblement sinusoïdale. La figure 7c montre un courant secondaire I_{s2} du second transformateur comportant un shunt magnétique selon un mode de réalisation de l'invention. Le courant I_{s2} est déformé et sa valeur, environ 0,25 A, est très inférieure à celle du courant I_{s1} . Pour un courant primaire $I_p = 800$ A la puissance dissipée dans l'enroulement secondaire du premier transformateur sans shunt est de 9 W alors que la puissance dissipée dans l'enroulement du second transformateur comportant un shunt magnétique n'est que de 0,9W.

[0039] La réponse, du courant secondaire I_s en fonction du courant primaire I_p , des transformateurs comportant un shunt à entrefer dépend de la forme, de la surface et de l'épaisseur de l'entrefer. Les transformateurs des figures 3 à 5 ont des entrefers d'épaisseur constante et ouvrant la totalité de la section des shunts 15. Cependant d'autres formes d'entrefer sont possibles. Les figures 8 à 11 montrent diverses variantes d'entrefer.

[0040] L'épaisseur de l'entrefer peut être variable pour améliorer la réponse à fort niveau de courant. La figure 8 montre un entrefer ayant une épaisseur différente en différents endroits de la section du shunt.

[0041] La figure 9 montre un shunt comportant un entrefer partiel. Dans ce mode de réalisation, une grande partie du circuit magnétique du shunt est coupée par l'entrefer et une petite partie reste reliée. Dans ce cas, l'atténuation commence avec des courants primaires plus bas.

[0042] Le shunt magnétique 15 peut comporter plusieurs entrefers, par exemple un entrefer 16 a total et un entrefer 16 b partiel comme représenté sur la figure 10.

[0043] La figure 11 représente un shunt comportant un entrefer complexe. L'entrefer comprend une première partie 21 et une seconde partie 22 transversales et une partie longitudinale 23 reliant les première et seconde parties transversales. Les effets de l'entrefer étant essentiellement dans la partie longitudinale, cette disposition permet d'avoir une grande surface d'entrefer et une circulation du flux magnétique importante à fort courant primaire.

[0044] L'entrefer du shunt magnétique est généralement une entaille laissée à l'air libre mais il peut être rempli totalement ou partiellement par un matériau non magnétique solide. L'entrefer de la partie longitudinale 23 du shunt de la figure 11 comporte un composant non magnétique solide 24. Ledit composant non magnétique solide évite que des impuretés puissent se mettre dans l'épaisseur de l'entrefer. Un entrefer de faible épaisseur peut être avantageusement constitué par un écran en matériau non magnétique solide.

Le courant électrique fourni par les transformateurs décrits ci-dessus alimente les circuits électroniques d'ali-

mentation ou de régulation, mais il peut aussi être utilisé pour des fonctions de déclenchement. Le courant est alors mesuré et traité par les circuits électroniques pour fournir un ordre de déclenchement si certaines valeurs sont dépassées.

[0045] Les transformateurs de courant avec circuits magnétiques peuvent être associés à des transformateurs à air de type Rogowski. Sur la figure 12, le conducteur primaire 13 traverse le circuit magnétique d'un transformateur selon l'invention et le centre d'un tore de Rogowski 26. Le secondaire du premier transformateur selon l'invention alimente des circuits électroniques et le secondaire du tore de Rogowski fournit à des circuits de mesure et de traitement le signal représentatif du courant circulant dans le conducteur primaire. Le transformateur et le tore de Rogowski sont de préférence fixés l'un à l'autre, par exemple par un surmoulage.

[0046] Pour des courants primaires I_p de valeurs très élevées, il est possible que la partie du circuit magnétique entourée par un enroulement secondaire ne soit pas saturée. Des forts courants primaires de conducteurs voisins peuvent alors induire des flux électromagnétiques extérieurs et générer des courants secondaires supplémentaires dans l'enroulement secondaire.

[0047] Pour limiter ces effets, le dispositif de la figure 12 comporte un blindage électromagnétique 27.

[0048] Les transformateurs de courant d'un dispositif selon l'invention, peuvent avoir des formes très variées. Dans les circuits magnétiques décrits ci-dessus et montrés sur les figures, le shunt avec entrefer est disposé entre le conducteur primaire et l'enroulement secondaire. Cependant il est tout à fait possible de disposer le shunt en dérivation sur le noyau de la bobine secondaire à l'opposé du conducteur primaire. L'enroulement secondaire se trouverait alors entre le conducteur primaire et le shunt. Cette disposition peut être avantageuse en fonction du volume alloué au transformateur de courant.

[0049] Les circuits principaux des transformateurs montrés sur les figures 3 à 5 sont généralement fermés mais ils peuvent eux mêmes comporter des entrefers. Par exemple, un transformateur selon l'invention peut comporter un circuit magnétique avec un noyau de l'enroulement secondaire comportant un entrefer partiel ou total et un shunt magnétique comportant lui aussi un entrefer partiel ou total. Cette disposition peut permettre de mieux répartir le flux magnétique entre le shunt et le noyau en fonction de la valeur du courant primaire.

[0050] Dans les modes de réalisation décrits plus haut les transformateurs comportent un seul enroulement secondaire, et un seul shunt mais l'invention s'applique également à des dispositifs comportant des transformateurs à plusieurs enroulements secondaires et/ou à plusieurs shunts.

Revendications

1. Dispositif de déclenchement comportant :

- au moins un transformateur de courant (4a, 4b, 4c), associé à un conducteur (13) d'un circuit (1) à protéger traversé par un courant primaire (Ip), comportant un circuit magnétique principal (10) entourant le conducteur du circuit à protéger et au moins un enroulement (11, 12) secondaire, une partie (14) du circuit magnétique principal constituant le noyau de l'enroulement secondaire (11), et
- une unité de traitement (25) connectée audit enroulement secondaire du transformateur de courant,

dispositif caractérisé en ce que le transformateur comporte un shunt magnétique (15) disposé en dérivation sur la partie (14) du circuit magnétique principal constituant le noyau de l'enroulement secondaire, le shunt magnétique (15) comportant un entrefer (16) total ou partiel réduisant localement la section dudit shunt.

2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le shunt magnétique est positionné entre le conducteur primaire (13) et l'enroulement secondaire (11).

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce que l'épaisseur de l'entrefer (16) est variable.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la section du shunt magnétique (15) à proximité de l'entrefer est supérieure à la section du circuit magnétique à l'endroit du noyau (14) de l'enroulement secondaire.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que l'entrefer (16) est disposé sensiblement au milieu du shunt magnétique (15).

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que l'entrefer (16) est disposé entre le shunt (15) et le circuit magnétique principal (10).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le shunt (15) et le circuit magnétique principal (10) forment une même pièce.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte un transformateur de courant (4a, 4b, 4c) connecté à un circuit (5) d'alimentation de l'unité de traitement (25), et un capteur de courant (8a, 8b, 8c, 26) connecté à un circuit (6) de mesure de l'unité de traitement,

le transformateur de courant étant associé au capteur de courant (8a, 8b, 8c, 26) sur le même conducteur (13) du circuit à protéger.

9. Dispositif selon la revendication 8 caractérisé en ce que le capteur de mesure de courant (8a, 8b, 8c, 26) est un tore de Rogowski.

10. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que au moins un enroulement secondaire comporte un blindage (27) électromagnétique.

Patentansprüche

1. Auslösevorrichtung mit

- mindestens einem Stromwandler (4a, 4b, 4c), der einem, von einem Primärstrom (Ip) durchflossenen Leiter (13) eines zu schützenden Stromkreises (1) zugeordnet ist und einen, um den Leiter des zu schützenden Stromkreises geführten Hauptmagnetkreis (10) sowie mindestens eine Sekundärwicklung (11, 12) umfaßt, wobei ein Teil (14) des Hauptmagnetkreises den Kern der Sekundärwicklung (11) bildet, und
- einer, an die genannte Sekundärwicklung des Stromwandlers angeschlossenen Verarbeitungseinheit (25),

dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler einen magnetischen Nebenschlußzweig (15) umfaßt, der parallel zu dem, den Kern der Sekundärwicklung bildenden Teil (14) des Hauptmagnetkreises geführt ist, wobei der magnetische Nebenschlußzweig (15) einen, den Querschnitt des genannten Nebenschlußzweigs örtlich vermindern, Voll- oder Teilluftspalt (16) aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der magnetische Nebenschlußzweig zwischen dem Primärleiter (13) und der Sekundärwicklung (11) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite des Luftspalts (16) variieren kann.

4. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des magnetischen Nebenschlußzweigs (15) im Bereich des Luftspalts größer ist als der Querschnitt des Magnetkreises im Bereich des Kerns (14) der Sekundärwicklung.

5. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftspalt (16)

annähernd in der Mitte des magnetischen Nebenschlußzweigs (15) ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftspalt (16) zwischen dem magnetischen Nebenschlußzweig (15) und dem Hauptmagnetkreis (10) ausgebildet ist.
7. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Nebenschlußzweig (15) und der Hauptmagnetkreis (10) einstückig ausgeführt sind.
8. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen an eine Stromversorgungsschaltung (5) der Verarbeitungseinheit (25) angeschlossenen Stromwandler (4a, 4b, 4c) sowie einen, an eine Meßschaltung (6) der Verarbeitungseinheit angeschlossenen Meßstromwandler (8a, 8b, 8c, 26) umfaßt, wobei der Stromwandler dem Meßstromwandler (8a, 8b, 8c, 26) des gleichen Leiters (13) des zu schützenden Stromkreises zugeordnet ist
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßstromwandler (8a, 8b, 8c, 26) als Rogowskispule ausgeführt ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Sekundärwicklung eine elektromagnetische Abschirmung (27) aufweist.

Claims

1. A trip device comprising :

- at least one current transformer (4a, 4b, 4c), associated to a conductor (13) of a circuit (1) to be protected through which a primary current (Ip) flows, comprising a main magnetic circuit (10) surrounding the conductor of the circuit to be protected and at least one secondary winding (11, 12), a part (14) of the main magnetic circuit forming the core of the secondary winding (11), and
- a processing unit (25) connected to said secondary winding of the current transformer,

a device characterized in that the transformer comprises a magnetic shunt (15) branch-connected on the part (14) of the main magnetic circuit forming the core of the secondary winding, the magnetic shunt (15) comprising a total or partial air-gap (16) locally reducing the cross section of said shunt.

2. The device according to claim 1 characterized in that the magnetic shunt is positioned between the primary conductor (13) and the secondary winding (11).
3. The device according to one of the claims 1 and 2 characterized in that the thickness of the air-gap (16) is variable.
4. The device according to any one of the claims 1 to 3 characterized in that the cross section of the magnetic shunt (15) near to the air-gap is larger than the cross section of the magnetic circuit at the place where the core (14) of the secondary winding is situated.
5. The device according to any one of the claims 1 to 4 characterized in that the air-gap (16) is arranged appreciably in the middle of the magnetic shunt (15).
6. The device according to any one of the claims 1 to 4 characterized in that the air-gap (16) is arranged between the shunt (15) and the main magnetic circuit (10).
7. The device according to any one of the claims 1 to 6 characterized in that the shunt (15) and the main magnetic circuit (10) form a single part.
8. The device according to any one of the claims 1 to 7 characterized in that it comprises a current transformer (4a, 4b, 4c) connected to a power supply circuit (5) of the processing unit (25), and a current sensor (8a, 8b, 8c, 26) connected to a measuring circuit (6) of the processing unit, the current transformer being associated to the current sensor (8a, 8b, 8c, 26) on the same conductor (13) of the circuit to be protected.
9. The device according to claim 8 characterized in that the current measuring sensor (8a, 8b, 8c, 26) is a Rogowski toroid.
10. The device according to claim 1 characterized in that at least one secondary winding comprises an electromagnetic shielding (27).

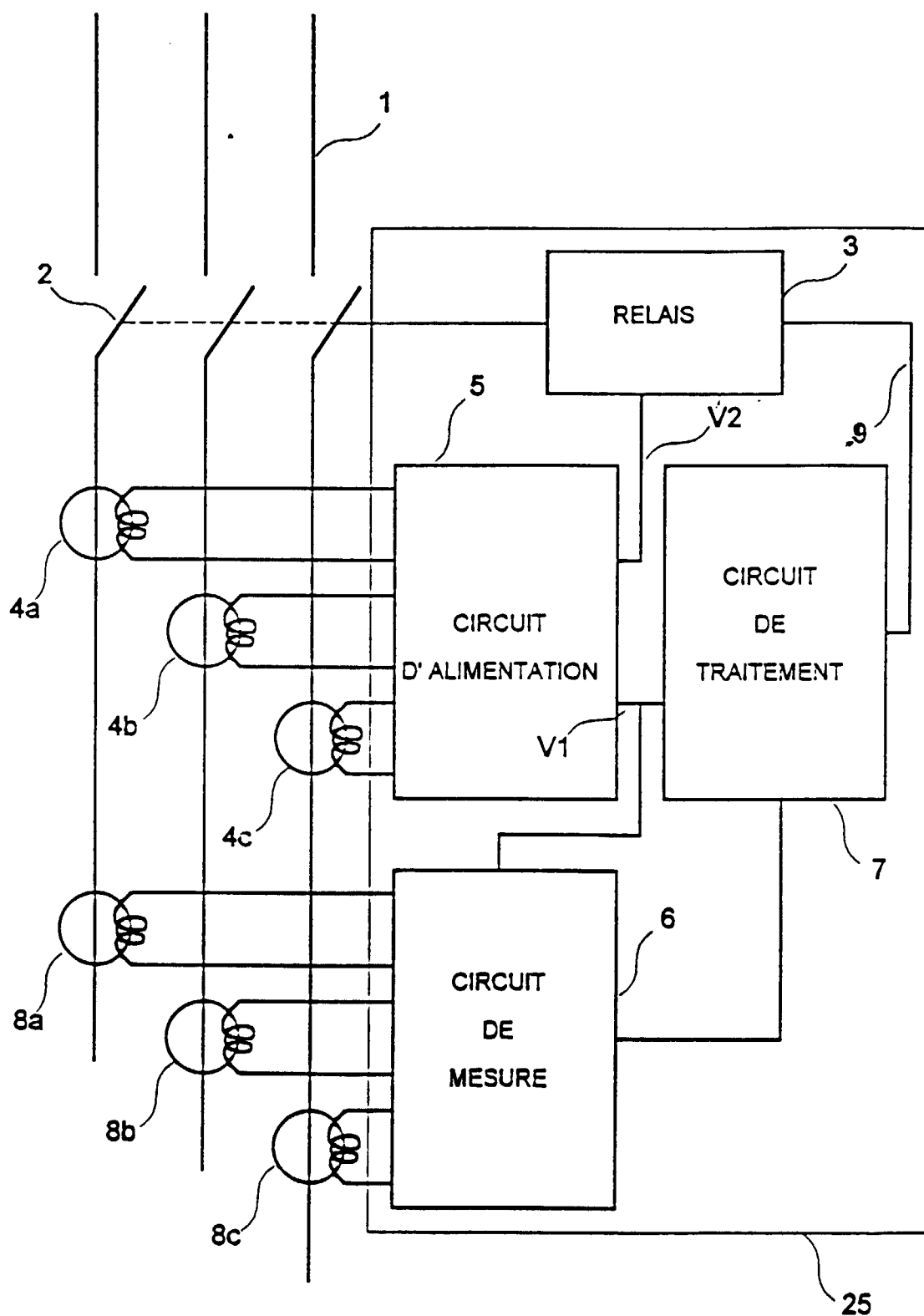


FIG. 1 (Art Antérieur)

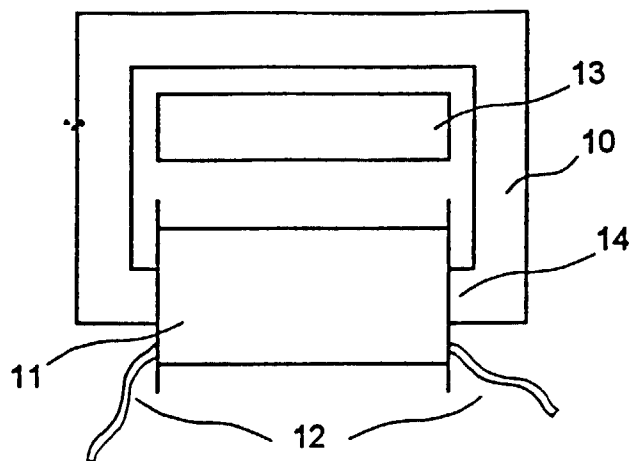


FIG. 2 (Art Antérieur)

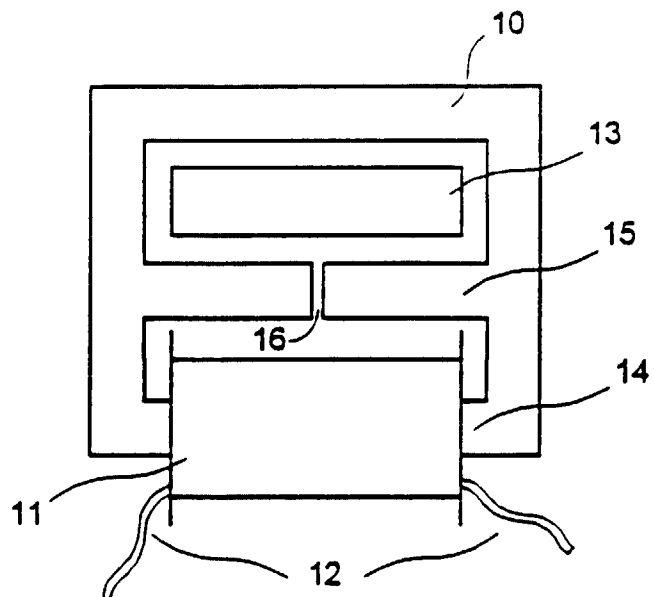


FIG. 3

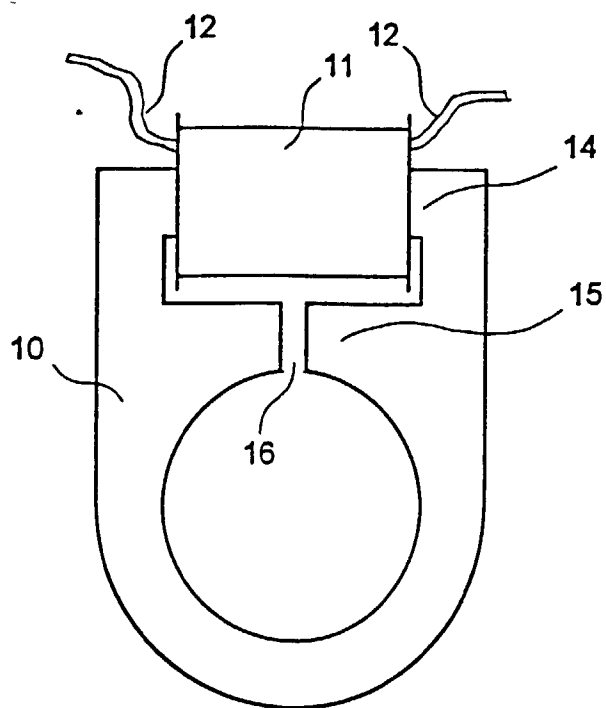


FIG. 4

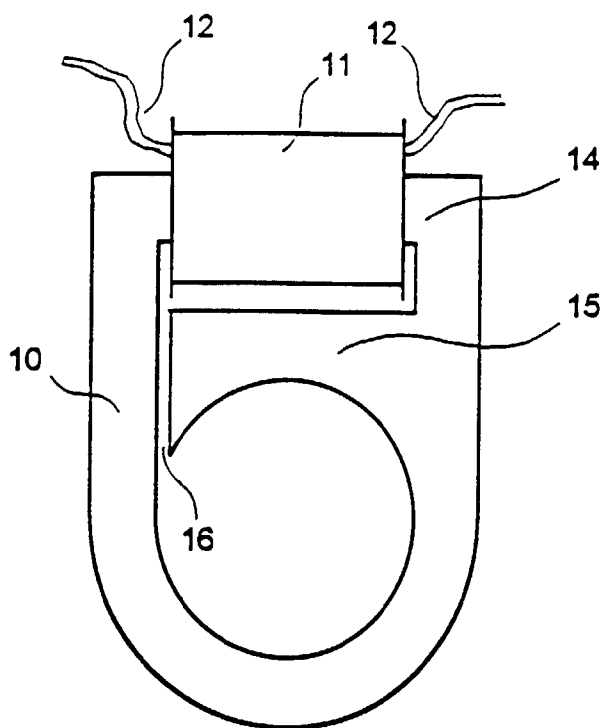


FIG. 5

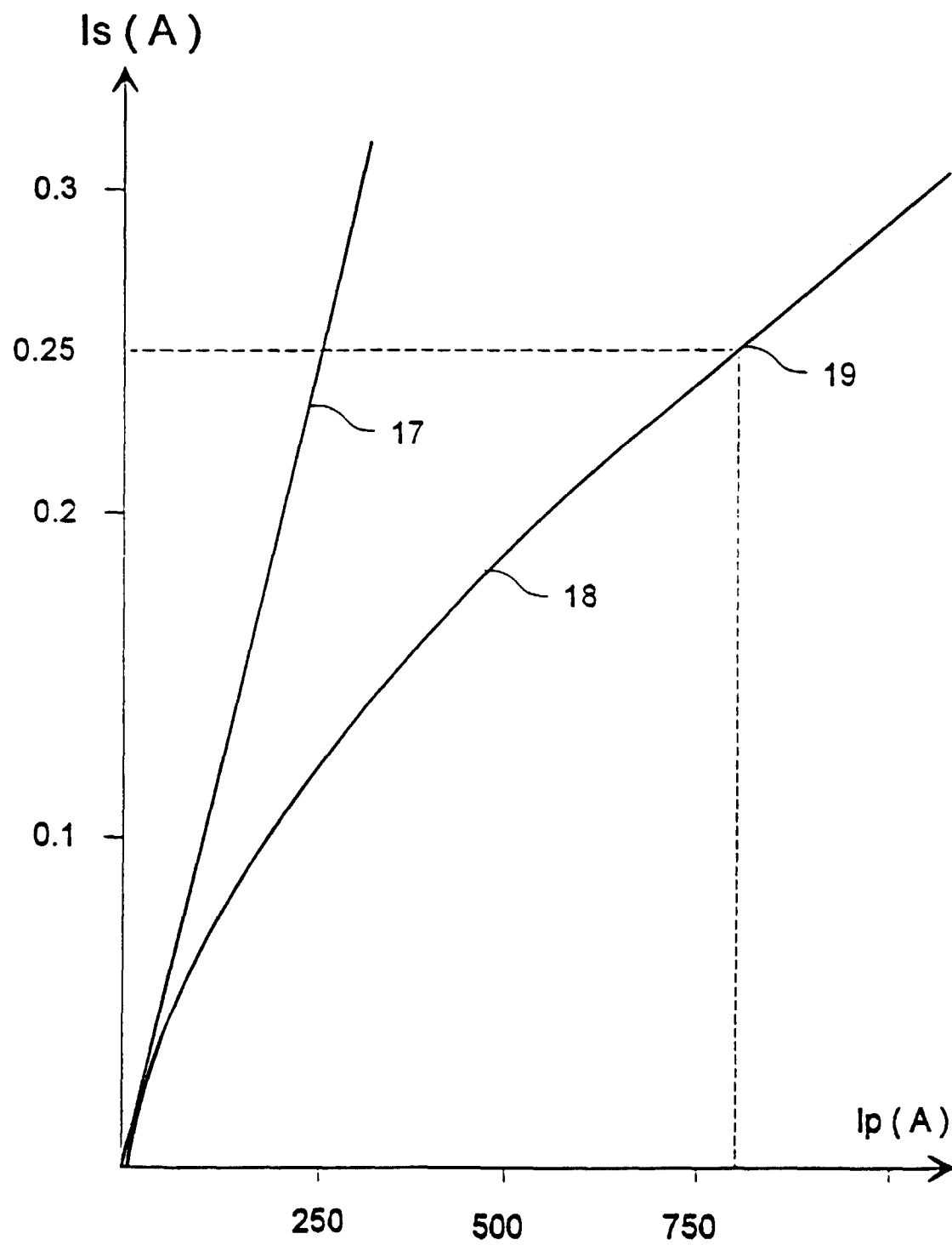
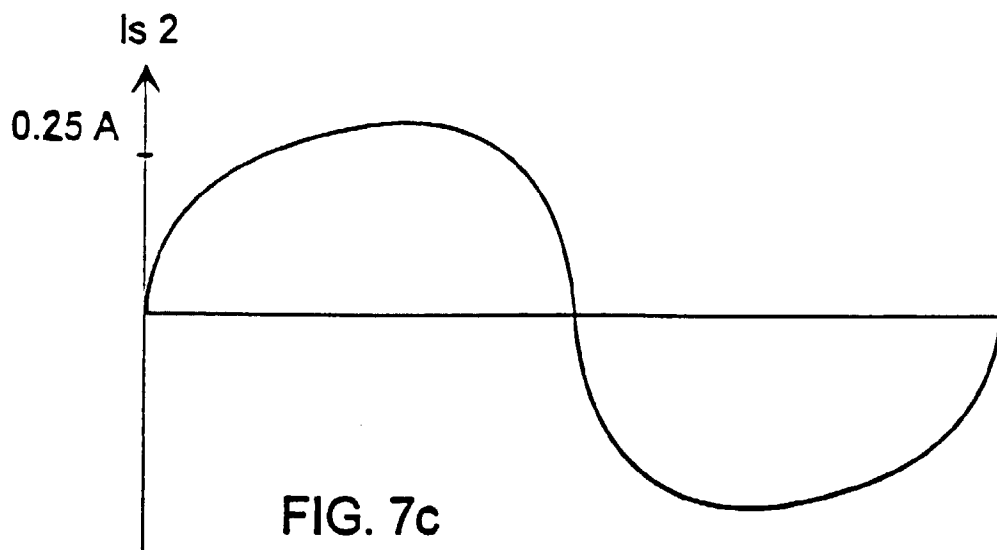
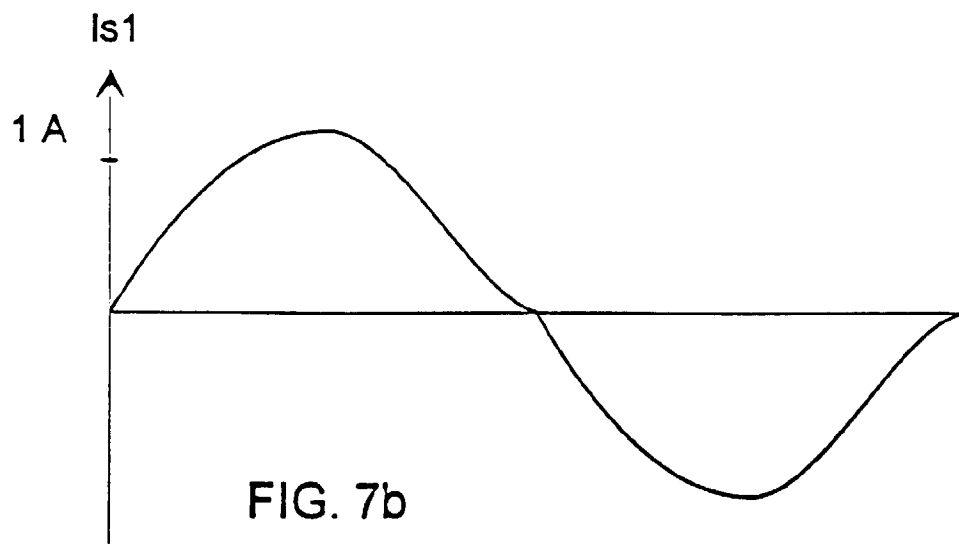
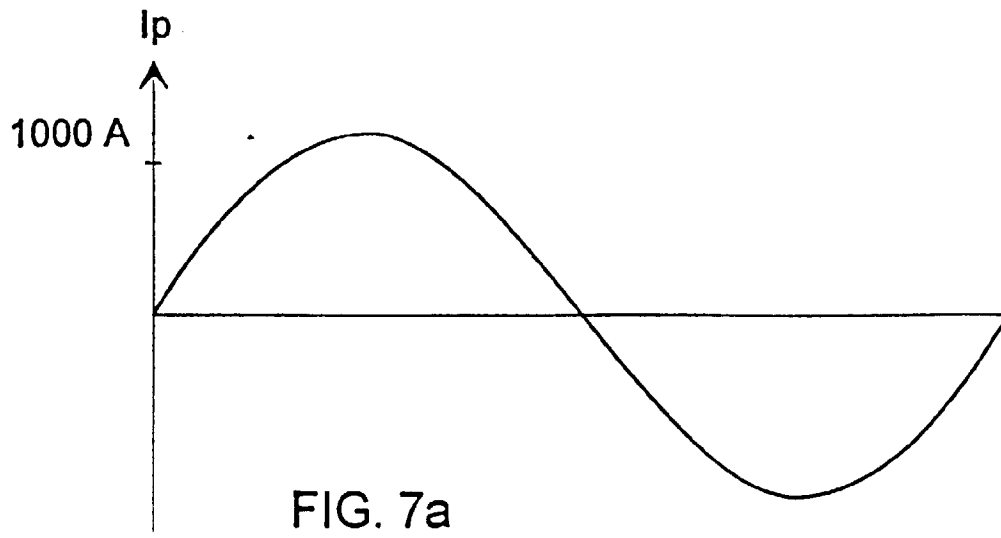


FIG. 6



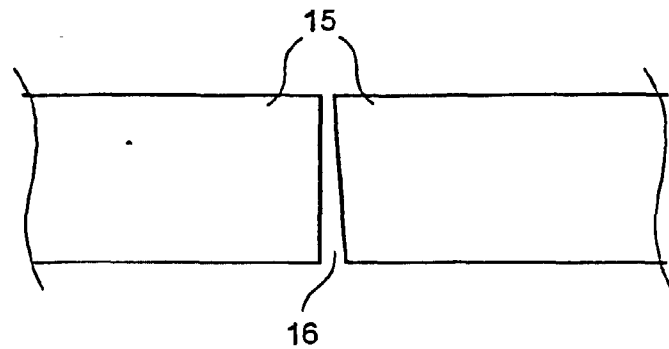


FIG. 8

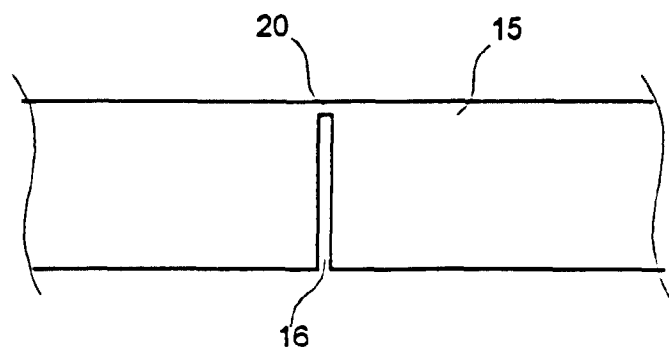


FIG. 9

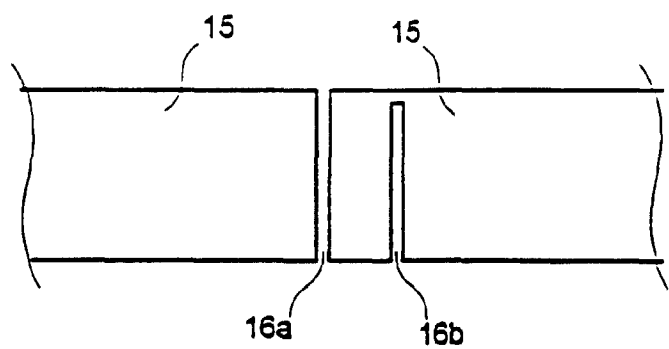


FIG. 10

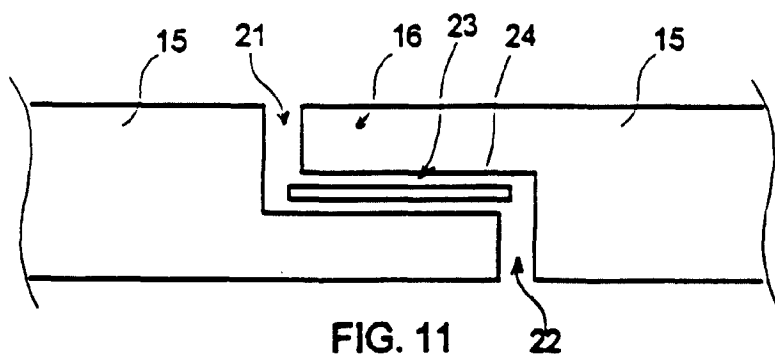


FIG. 11

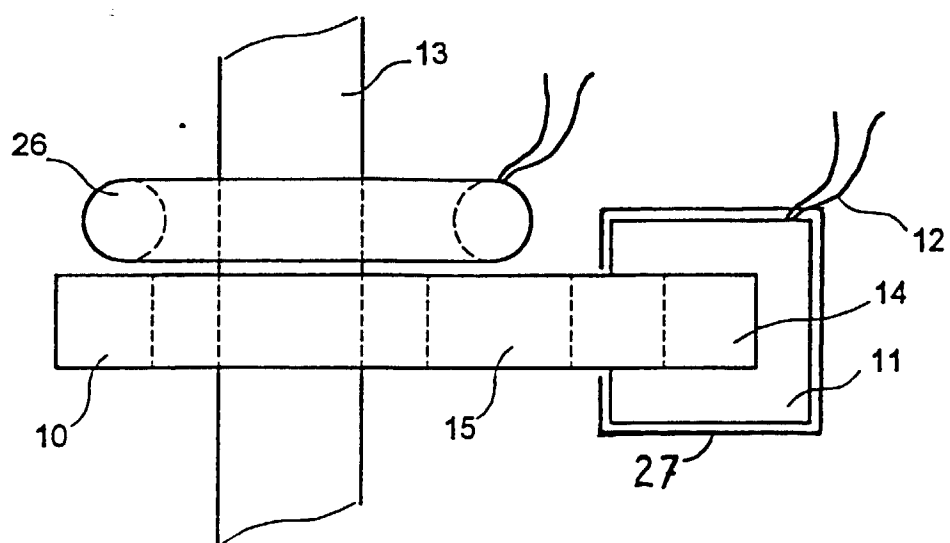


FIG. 12