



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

11

642 477

21 Gesuchsnummer: 3724/79

73 Inhaber:
LGZ Landis & Gyr Zug AG, Zug

22 Anmeldungsdatum: 20.04.1979

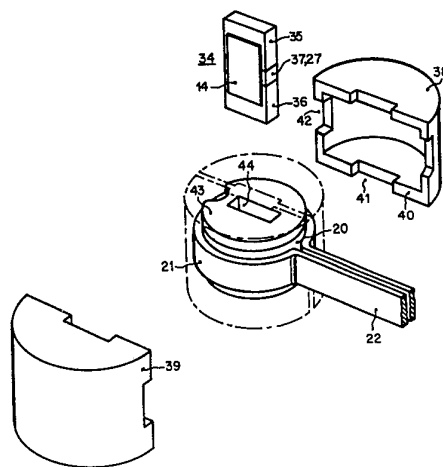
24 Patent erteilt: 13.04.1984

72 Erfinder:
Gernot Schneider, Baar
Werner Trinkler, Zug
Mathis Halder, Baar
Eva Blazso, Baar
Jacob de Vries, Allenwinden
Konrad Schürmann, Cham
Hans Muntwyler, Baar

45 Patentschrift
veröffentlicht: 13.04.1984

54 Messwandler zum potentialfreien Messen von Strömen oder Spannungen.

57 Der Messwandler besteht aus einem Messleiter (22), einer Vormagnetisierungswicklung (20), einem Magnetkern (35, 36, 38, 39) und einem Magnetfilm (14), der einen Luftspalt (37) des Magnetkerns (35, 36, 38, 39) überbrückt und abwechselnd in beide Sättigungsrichtungen gesteuert wird. Zur Erzielung einer hohen Messgenauigkeit sind die Vormagnetisierungswicklung (20), die durch den Messleiter (22) gebildete Windung (21) und der Magnetfilm (14) im wesentlichen konzentrisch angeordnet. Der Magnetkern (35, 36, 38, 39) ist ein Schalenkern, dessen Schalenteil (38, 39) der Messleiter (22) und die Vormagnetisierungswicklung (20) umschliesst und dessen Mittelkern (35, 36) den Luftspalt (37) aufweist. Zwei Polstücke (35, 36) und der den Luftspalt (37) zwischen diesen überbrückende Magnetfilm (14) sind zu einem Einsatzteil (34) vereinigt, das den Mittelkern des Schalenkerns (35, 36, 38, 39) bildet und dessen Enden spielfrei in entsprechenden Öffnungen (41) des Schalenteils (38, 39) liegen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Messwandler zur potentialfreien Messung von Strömen oder Spannungen, mit einem den Messstrom führenden Messleiter, einer einen Vormagnetisierungsstrom führenden Vormagnetisierungswicklung, einem Magnetkern und einem Magnetfilm, der einen Luftspalt des Magnetkerns überbrückt und durch das vom Vormagnetisierungsstrom und vom Messstrom erzeugte Magnetfeld abwechselnd in beide Sättigungsrichtungen gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Vormagnetisierungswicklung (5, 6; 20), die durch den Messleiter (1; 22) gebildete Windung (2; 21) oder Wicklung, der den Luftspalt (13; 26; 37; 49; 71) aufweisende Teil (10, 11; 24, 25; 30, 31; 35, 36; 47, 48; 69, 70) des Magnetkerns und der den Luftspalt überbrückende Magnetfilm (14; 52; 56) im wesentlichen konzentrisch angeordnet sind.

2. Messwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetkern ein Schalenkern ist, dessen Schalen teil (8, 9; 38, 39; 45, 46; 59; 60; 65, 66; 67, 68) den Messleiter (1; 22) und die Vormagnetisierungswicklung (5, 6; 20) umschliesst und dessen Mittelkern (10, 11; 24, 25; 30, 31; 35, 36; 47, 48; 61; 69, 70) den vom Magnetfilm (14; 52; 56) überbrücken Luftspalt (13; 26; 37; 49; 71) aufweist.

3. Messwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Polstücke (10; 11; 24; 25; 30; 31; 35; 36) und der den Luftspalt (13; 26; 37) zwischen diesen überbrückende Magnetfilm (14) zu einem Einsatzteil (15; 23; 29; 34) vereinigt sind, das den Mittelkern des Schalenkerns bildet und dessen Enden spielfrei in entsprechenden Öffnungen (16; 41) des Schalentails (8, 9; 38, 39) liegen.

4. Messwandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetfilm (14) auf ein Substrat (17) aus magnetisch nichtleitendem Material aufgetragen und mit diesem zusammen auf eine plane Fläche (18) der beiden Polstücke (10; 11) aufgeklebt ist.

5. Messwandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Polstücke (24, 25; 35, 36) mittels eines magnetisch nichtleitenden, den Luftspalt (26; 37) ausfüllenden Materials (27) miteinander verbunden sind und eine gemeinsame plane Fläche (28) aufweisen, auf die der Magnetfilm (14) aufgetragen ist.

6. Messwandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetfilm (14) auf ein Substrat (17) aus magnetisch nichtleitendem Material aufgetragen ist, dass die Enden des Substrats (17) und des Magnetfilms (14) jeweils in eine Ausnehmung (32) der Polstücke (30; 31) eintauchen und dass der Magnetfilm (14) in der Ausnehmung (32) mittels einer Feder (33) gegen eine plane Fläche der Polstücke (30; 31) gedrückt wird.

7. Messwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelkern (47, 48; 61) des Schalenkerns eine axiale Öffnung (53; 63) aufweist, dass der Magnetfilm (52; 56) auf mindestens einen Teil der Mantelfläche eines stabförmigen Substrates (51; 55) aus magnetisch nichtleitendem Material aufgetragen ist und dass das Substrat (51; 55) mit dem Magnetfilm (14) spielfrei in der Öffnung (53; 63) liegt.

8. Messwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelkern (69, 70) des Schalenkerns beidseitig des Luftspaltes (71) eine plane Fläche (72) aufweist und dass der Magnetfilm (14) auf ein Substrat (17) aufgetragen ist und mittels einer Feder (73) gegen die Fläche (72) gedrückt wird.

9. Messwandler nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalentail des Schalenkerns aus zwei Schalenhälften (38; 39; 65; 66) besteht, deren Berührungsflächen (40) in Richtung des magnetischen Flusses liegen.

10. Messwandler nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Mittelkern (47, 48; 61) des Schalenkerns als Spulenkörper für die Vormagnetisierungswicklung (20) ausgebildet ist.

11. Messwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetfilm (75; 83, 84; 84, 86) als magnetoresistives Element (84) ausgebildet ist und zugleich Kontakte (83, 86) zur Stromzuführung bildet.

12. Messwandler nach Anspruch 3 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Einsatzteil (74; 82; 85) in eine Aussparung (78) einer Leiterplatte (79) eingesteckt ist.

13. Messwandler nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das magnetoresistive Element (84) eine Leiterbahn ist, die den Luftspalt (37) mehrmals in einer gegenüber dem Luftspaltfluss um 45° geneigten Richtung überquert.

14. Messwandler nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass auf Kontaktflächen (86) des Magnetfilms (84, 86) eine Magnetschicht (89; 90) und auf dem magnetoresistiven Element (84) eine weitere, von diesem isolierte Magnetschicht (88) liegt.

Es ist ein Messwandler der im Oberbegriff des Anspruches 1 genannten Art bekannt (DE-PS 2734729), bei dem ein Magnetkern einen Messleiter zangenförmig umschliesst und eine Vormagnetisierungswicklung trägt. Ausserhalb der Vormagnetisierungswicklung weist der magnetische Rückschluss des Magnetkerns einen Luftspalt auf, welcher durch einen sehr dünnen Magnetfilm überbrückt ist. Beim Nulldurchgang des durch den Vormagnetisierungsstrom und durch den Messstrom erzeugten Magnetfeldes wird der Magnetfilm jeweils in die andere Sättigungsrichtung ummagnetisiert, wodurch in der Vormagnetisierungswicklung ein Ausgangsimpuls induziert wird. Der durch den Ausgangsimpuls markierte Zeitpunkt des Magnetfeld-Nulldurchgangs stellt ein analoges Mass für die Grösse des Messstromes dar.

Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die mit dem Messwandler erzielbare Messgenauigkeit weiter zu steigern.

Beim Messwandler nach der Erfindung wird die durch den Vormagnetisierungsstrom und durch den Messstrom erzeugte magnetische Durchflutung unmittelbar am Ort des Magnetfilms in das den Magnetfilm ummagnetisierende Magnetfeld umgesetzt. Das Magnetfeld, in dem sich der Magnetfilm befindet, ist deshalb sowohl zum Messstrom als auch zum Vormagnetisierungsstrom streng proportional, so dass sich eine sehr hohe Messgenauigkeit ergibt.

Die Ummagnetisierungsgeschwindigkeit des Magnetfilms ist sehr hoch, und ein Magnetisierungswechsel vollzieht sich in beispielsweise 5 Mikrosekunden. Der resultierende schnelle Induktionswechsel muss beim bekannten Messwandler vom Magnetkern bis zur Vormagnetisierungswicklung geleitet werden, um sich dort als entsprechende Spannungsänderung auswirken zu können. Die endliche Grenzfrequenz des weichmagnetischen Materials des Magnetkerns wirkt sich in einer scheinbaren Erhöhung der dynamischen Koerzitivfeldstärke, einer verminderten Signalspannung, einer geringeren Signalsteilheit und einer grösseren Impulsbreite aus. Der Messwandler nach der Erfindung erweist sich diesbezüglich als bedeutend besser. Es ergeben sich grössere, steilere Ausgangsimpulse, die mit grösserer Genauigkeit detektiert werden können.

Mit der Ausgestaltung des Messwandlers nach Anspruch 2 wird der Magnetfilm von äusseren Störfeldern abgeschirmt und dadurch die Messgenauigkeit weiter verbessert. Ausserdem wird durch diese Massnahme verhindert, dass der Messwandler selber Störfelder ausstrahlt.

Nachfolgend werden einige Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Messwandler in auseinandergezogener Darstellung,

Fig. 2 ein Einsatzteil mit einem Magnetfilm in auseinandergezogener Darstellung,

Fig. 3 eine Vormagnetisierungswicklung und einen Messleiter,

Fig. 4 und 5 weitere Einsatzteile,

Fig. 6 das Einsatzteil nach Fig. 5 in auseinandergezogener Darstellung,

Fig. 7 einen weiteren Messwandler in auseinandergezogener Darstellung,

Fig. 8 einen Schalenkern im Schnitt,

Fig. 9 und 10 weitere Einsatzteile,

Fig. 11 bis 13 Schalenkerne mit bewickelter Mittelkern im Schnitt,

Fig. 14 den Schalenkern nach der Fig. 13 in der Draufsicht,

Fig. 15 einen Messwandler im Schnitt,

Fig. 16 eine Schalenhälfte des Messwandlers nach der Fig. 15 in der Draufsicht,

Fig. 17 einen Messwandler mit einem magneto-resistiven Magnetfilm,

Fig. 18 ein Einsatzteil mit einem magneto-resistiven Magnetfilm und

Fig. 19 ein weiteres Einsatzteil in verschiedenen Herstellungsstufen.

In der Fig. 1 bedeutet 1 einen Messleiter, der den zu messenden Strom führt und im dargestellten Beispiel eine einzige Windung 2 um den Mittelkern eines weiter unten beschriebenen Schalenkerns bildet. Bei zusammengebautem Messwandler liegt die Windung 2 koaxial zwischen zwei Spulenkörpern 3, 4, die eine scheibenförmige Wicklung 5, 6 tragen. Diese Wicklungen 5, 6 werden elektrisch in Reihe gehalten und bilden eine Vormagnetisierungswicklung. Ein ringförmiger Ansatz 7 des Spulenkörpers 4 zentriert die Windung 2 des Messleiters 1.

Eine obere Schalenhälfte 8, eine koaxiale untere Schalenhälfte 9 und zwei koaxiale zylindrische, stumpfhalbkegelförmig zugespitzte Polstücke 10, 11 bilden einen Schalenkern aus Ferrit. Der aus den Schalenhälften 8, 9 gebildete Schalentheil dieses Schalenkerns umschliesst die Windung 2 und die Vormagnetisierungswicklung 5, 6, wobei Öffnungen 12 den Durchtritt der Wicklungsanschlüsse und des Messleiters 1 ermöglichen. Die Polstücke 10, 11 bilden den die Spulenkörper 3, 4 durchdringenden Mittelkern des Schalenkerns. Ihre Polflächen sind in geringem Abstand voneinander angeordnet, so dass zwischen ihnen ein Luftspalt 13 liegt, welcher von einem Magnetfilm 14 überbrückt ist. Die Polstücke 10, 11 können zur optimalen Konzentration des Magnetfeldes im Luftspalt 13 mit Polschuhen aus hochpermeablem Material bestückt sein. Die Vormagnetisierungswicklung 5, 6, die Windung 2 des Messleiters 1, der den Luftspalt 13 aufweisende Mittelkern des Schalenkerns und der den Luftspalt 13 überbrückende Magnetfilm 14 sind also im wesentlichen konzentrisch angeordnet.

Die Polstücke 10, 11 und der Magnetfilm 13 sind zu einem Einsatzteil 15 vereinigt, dessen durch den zylindrischen Teil der Polstücke 10, 11 gebildeten Enden spielfrei in entsprechenden Öffnungen 16 der Schalenhälften 8, 9 liegen. Dies hat den Vorteil, dass das Einsatzteil 15 mit dem mechanisch empfindlichen Magnetfilm 14 nach erfolgtem Zusammenbau der übrigen Teile des Messwandlers in den Schalentheil des Magnetkerns eingeführt werden kann.

Im Beispiel der Fig. 1 und 2 ist der Magnetfilm 14 auf ein Substrat 17 aus magnetisch nichtleitendem Material aufgetragen und mit diesem zusammen auf eine plane Fläche 18 des stumpfhalbkegelförmigen Teils der Polstücke 10, 11 aufgeklebt.

Der Magnetfilm 14 ist vorzugsweise sehr dünn und magnetisch anisotrop. Einzelheiten sind aus der DE-PS 27 34 729 bekannt und werden daher hier nicht erläutert. Es ist auch möglich, den Magnetfilm 14 aus magneto-resistivem

Material herzustellen und mit Kontakten zum Anschluss an eine Strom- oder Spannungsquelle zu versehen.

Je nach der Grösse des zu messenden Stromes kann der Messleiter 1 eine oder mehrere Windungen 2 bilden. Zur Messung sehr grosser Ströme kann er Bestandteil eines Stromteilers sein. Spannungsmessungen sind z.B. durch Reihenschaltung des Messleiters 1 mit einem hochohmigen Widerstand möglich.

Anstelle der beiden Wicklungen 5, 6, die die Windung 2 des Messleiters 1 zwischen sich einschliessen, kann gemäss der Fig. 3 eine auf einen Spulenkörper 19 gewickelte Vormagnetisierungswicklung 20 dienen, die von einer Windung 21 eines Messleiters 22 umschlungen ist. Der Messleiter 22 ist vorteilhaft ein gebogener Flachdraht, der Messleiter 1 dagegen ein Stanzteil.

Die Fig. 4 zeigt ein anstelle des Einsatzteils 15 verwendbares Einsatzteil 23, dessen Polstücke 24, 25 mittels eines den Luftspalt 26 ausfüllenden, magnetisch nichtleitenden Materials 27 miteinander verbunden sind, aus einem zylindrischen und einem halbzyklindrischen Teil bestehen und eine gemeinsame plane Fläche 28 aufweisen, auf die der Magnetfilm 14 aufgetragen ist. Als Material 27 kann Glas dienen, mit dem die Polstücke 24, 25 verlötet oder durch ein Sinterverfahren verbunden sind.

Ein in der Fig. 5 zusammengebaut dargestelltes Einsatzteil 29 besteht gemäss der Fig. 6 aus zwei zylindrischen Polstücken 30, 31 mit einer quaderförmigen Ausnehmung 32, aus dem den Magnetfilm 14 tragenden Substrat 17 und aus einer Blattfeder 33. Die Enden des Substrats 17 tauchen in die Ausnehmungen 32 der Polstücke 30 und 31 ein, wobei der Magnetfilm 14 durch die Kraft der Blattfeder 33 gegen eine plane Innenfläche der Polstücke 30, 31 gedrückt wird.

In der Fig. 7 ist ein Messwandler auseinandergezogen dargestellt, dessen Einsatzteil 34 wiederum den Mittelkern eines Schalenkerns bildet, jedoch zwei quaderförmige Polstücke 35, 36 besitzt. Diese sind mit einem den Luftspalt 37 ausfüllenden Material 27 miteinander verbunden, und der Luftspalt 37 ist mit dem Magnetfilm 14 überbrückt. Der Schalentheil des Schalenkerns besteht aus zwei Schalenhälften 38, 39, die seitlich zusammengefügt werden, so dass ihre Berührungsflächen 40 im Gegensatz zu jenen der Schalenhälften 8, 9 (Fig. 1) nicht senkrecht zum magnetischen Fluss, sondern in dessen Richtung liegen und somit keinen magnetisch wirksamen Luftspalt einschliessen. Einschnitte 41 der Schalenhälften 38, 39 bilden Öffnungen zur Aufnahme der Enden des Einsatzteils 34, und Einschnitte 42 ermöglichen den Durchtritt des Messleiters 22 und der Anschlüsse der Vormagnetisierungswicklung 20, die hier auf einem Spulenkörper 43 mit rechteckförmiger Kernöffnung 44 angeordnet ist.

Die Herstellung des Messwandlers nach der Fig. 7 ist besonders einfach, weil nur wenige Flächen, nämlich die Berührungsflächen zwischen den Schalenhälften 38, 39 und den Polstücken 35, 36 eine hohe Oberflächengüte aufweisen müssen und weil diese Flächen plan sind. Das Einsatzteil 34 eignet sich besonders für die Massenherstellung, da eine Vielzahl solcher Einsatzteile an einem Stück hergestellt werden kann, wobei die Einsatzteile erst nach dem Auftragen der Magnetfilme 14 z.B. durch Brechen vereinzelt werden.

Die Fig. 8 zeigt einen aus zwei koaxialen Schalenhälften 45, 46 bestehenden Schalenkern, dessen Mittelkern durch je einen an der Schalenhälfte 45 bzw. 46 angeformten Hohlzapfen 47 bzw. 48 gebildet ist. Zwischen den fluchtenden Hohlzapfen 47, 48 befindet sich ein Luftspalt 49. Ein in der Fig. 9 dargestelltes Einsatzteil 50 besteht aus einem zylinderförmigen Substrat 51 und einem Magnetfilm 52, der die Mantelfläche des Substrats 51 bedeckt. Dieses Einsatzteil wird nach dem Zusammenfügen der Schalenhälften 45, 46 in eine axiale Öffnung 53 der Hohlzapfen 47, 48 eingeführt und von dieser spielfrei aufgenommen.

Anstelle des Einsatzteils 50 kann auch das in der Fig. 10

mit 54 bezeichnete Einsatzteil dienen, dessen stabförmiges Substrat 55 einen halbkreisförmigen Querschnitt aufweist. Ein Magnetfilm 56 bedeckt nur einen verhältnismässig schmalen Längsstreifen auf der Mantelfläche des Substrates 55. Das Einsatzteil 54 kann zusammen mit einer nicht dargestellten Feder in die Öffnung 53 eingeführt werden, so dass die Feder den Magnetfilm 56 gegen die Wandung der Öffnung 53 drückt.

Ebenso möglich ist die Verwendung des quaderförmigen Substrats 17 mit dem Magnetfilm 14 (Fig. 2) als Einsatzteil, wenn die Öffnung 53 der Hohlzapfen 47, 48 entsprechend ausgestaltet ist.

Der magnetische Kreis des gemäss den Fig. 8 bis 10 ausgestalteten Messwandlers zeichnet sich durch eine minimale Anzahl von Bauelementen aus und ist in magnetischer Hinsicht optimal.

Der Schalenkern nach der Fig. 11 unterscheidet sich in der Schnittdarstellung praktisch nicht vom Schalenkern nach der Fig. 8, besteht jedoch aus drei Schalenkernteilen 57, 58, 59. Die Schalenkernteile 57 und 58 weisen die Hohlzapfen 47 und 48 auf, sind mit einem magnetisch nichtleitenden Material, das den Luftspalt 49 ausfüllt, miteinander verbunden und dienen als Spulenkörper für die Vormagnetisierungswicklung 20 und die Windung 21 des Messleiters. Der Schalenkernteil 59 besitzt die Form eines Topfes mit einer zentralen Öffnung und ist auf die aus den Schalenkernteilen 57 und 58 bestehende Einheit aufgesteckt.

In der Fig. 12 ist ein Schalenkern dargestellt, der aus einem topfförmigen Schalenkernteil 60 und einem einen Hohlzapfen 61 und einen Ringflansch aufweisenden Schalenkernteil 62 besteht. Der Schalenkernteil 62 dient wiederum als Spulenkörper. Der Luftspalt 49 befindet sich zwischen der Stirnfläche des Hohlzapfens 61 und dem Boden des Schalenkernteils 60, der eine mit einer Öffnung 63 des Hohlzapfens 61 fluchtende Öffnung 64 aufweist.

Die Fig. 13 und 14 zeigen einen vierteiligen Schalenkern, dessen Mittelkern durch zwei gleiche, als Spulenkörper dienende Schalenkernteile 57 gebildet ist. Die Hohlzapfen 47 der Schalenkernteile 57 sind mit einem magnetisch nichtleitenden Material miteinander verbunden, das den Luftspalt 49 ausfüllt. Zwei seitlich zusammengefügte Schalenhälften 65, 66 umschliessen die beiden Schalenkernteile 57.

Es versteht sich, dass das Einsatzteil 50 bzw. 54 (Fig. 9 und 10) nach dem Zusammenbau der in den Fig. 8 bis 14 dargestellten Anordnungen in deren zentrale Öffnung eingeführt wird.

Der in den Fig. 15 und 16 dargestellte Messwandler vereinigt die Vorteile eines einfachen, nur zweiteiligen Schalenkerns und eines planen, leicht herstellbaren Magnetfilms. Der Schalenkern dieses Messwandlers besteht aus zwei axial zusammengefügte Schalenhälften 67, 68 mit angeformten Mittelzapfen 69, 70, die den Mittelkern bilden und deren Stirnflächen einen Luftspalt 71 einschliessen. Die Enden der Mittelzapfen 69, 70 weisen einen halbkreisförmigen Querschnitt und somit eine plane Fläche 72 auf. Eine Feder 73 drückt den Magnetfilm 14, der auf das Substrat 17 aufgetragen ist, gegen die Flächen 72.

Beim Zusammenbau dieses Messwandlers werden der Spulenkörper 19 mit der Vormagnetisierungswicklung 20 und der Windung 21 des Messleiters, das Substrat 17 mit dem Magnetfilm 14 und die Feder 73 in die untere Schalenhälfte 68 eingeführt. Die Feder 73 ist so beschaffen, dass sie vorerst noch keinen Druck auf das Substrat 17 ausübt, so dass die obere Schalenhälfte 67 leicht aufgesteckt werden kann. Beim Zusammendrücken der beiden Schalenhälften 67, 68 wird die Feder 73 in Längsrichtung gestaucht, so dass sie sich seitlich ausbuchtet.

Der Magnetfilm 14, 52 oder 56 kann, wie bereits erwähnt, aus magneto-resistivem Material hergestellt und an eine Strom- oder Spannungsquelle angeschlossen werden. Ein sol-

cher magneto-resistiver Magnetfilm ändert jeweils im Null-durchgang des Magnetfeldes seinen Widerstand sprunghaft. Diese Widerstandsänderung äussert sich in einem nadelförmigen Spannungs- oder Stromimpuls, der den Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Magnetfeldes eindeutig und mit grosser Genauigkeit markiert.

In der Fig. 17 ist ein Messwandler dargestellt, der ähnlich aufgebaut ist wie der Messwandler nach der Fig. 7, dessen Einsatzteil 74 jedoch einen solchen magneto-resistiven Magnetfilm 75 aufweist. Dieses Einsatzteil 74 besteht aus Polstücken 76, 77, die mit einem den Luftspalt 37 ausfüllenden, magnetisch nichtleitenden Material 27 miteinander verbunden sind, und aus dem Magnetfilm 75, der unmittelbar auf das durch die Polstücke 76, 77 und das Material 27 gebildete Substrat 76, 27, 77 aufgetragen ist und den Luftspalt 37 überbrückt.

Es wäre auch möglich, den Magnetfilm 75 auf ein gesondertes Substrat aus magnetisch und elektrisch nichtleitendem Material, z.B. auf das Substrat 17 (Fig. 1 und 2), aufzutragen und mit diesem zusammen auf die Teile 76, 77, 27 zu kleben. Zwischen den Polstücken 76, 77 und dem Magnetfilm 75 sowie zwischen dem Magnetfilm 75 und der Schalenhälfte 39 kann eine dünne Isolationsschicht angeordnet werden. Dies ist jedoch nicht unbedingt erforderlich, da der elektrische Widerstand der Polstücke 76, 77 und der Schalenhälfte 39 im allgemeinen gross ist im Vergleich zu jenem des Magnetfilms 75.

Im dargestellten Beispiel weist der Magnetfilm 75 die Form eines U auf, dessen Schenkel den Luftspalt 37 überbrücken und dessen Schenkelenden als elektrische Kontakte dienen. Das Polstück 77 ragt unten etwas aus den Schalenhälften 38, 39 heraus und ist in eine E-förmige Aussparung 78 einer Leiterplatte 79 eingesteckt. Durch die Aussparung 78 bilden sich federnde Zungen 80, die z.B. auf der oberen Fläche sowie auf der Stirnfläche elektrische Leiterbahnen 81 aufweisen, welche gegen die Schenkelenden des Magnetfilms 75 gepresst werden und allenfalls mit diesen verlötet sind.

Die Fig. 18 zeigt ein Einsatzteil 82, dessen magneto-resistiver Magnetfilm 83, 84 zwei als Stromzuführung und Kontakte dienende parallele Streifen 83 sowie eine als magneto-resistives Element wirkende mäanderförmige Leiterbahn 84 bildet. Die im Vergleich zu den Streifen 83 sehr schmale Leiterbahn 84 überquert den Luftspalt 37 mehrmals in einer gegenüber dem Luftspaltfluss um 45° geneigten Richtung. Die Herstellung der Streifen 83 und der Leiterbahn 84 kann durch Aufdampfen eines Magnetfilms auf das Substrat 76, 27, 77 und nachträgliche teilweise Entfernung dieses Magnetfilms durch ein photolithographisches Verfahren erfolgen. Durch entsprechende Wahl der Breite der Leiterbahn 84 kann der gewünschte elektrische Widerstand dieser Leiterbahn bei einheitlicher Schichtdicke des Magnetfilms 83, 84 realisiert werden. Durch die Schrägstellung der Leiterbahn 84 wird die Widerstandsänderung beim Schalten des Magnetfilms maximal.

Das Einsatzteil 85 nach der Fig. 19a besteht vorerst aus dem Substrat 76, 27, 77 und einem magneto-resistivem Magnetfilm 84, 86, der die Leiterbahn 84 und zwei Kontaktflächen 86 bildet. Gemäss der Fig. 19b wird eine sehr dünne Isolationsschicht 87, z.B. eine Glasschicht, aufgetragen, welche die Leiterbahn 84 bedeckt, die Kontaktflächen 85 jedoch frei lässt. Sodann werden gemäss der Fig. 19c in einem Arbeitsgang drei Magnetschichten 88, 89, 90 aufgetragen, die wesentlich dicker sind als der Magnetfilm 84, 86 und sich gegenseitig nicht berühren. Die Magnetschicht 88 liegt auf der Isolationsschicht 87 und dient in an sich bekannter Weise der Einkopplung des Magnetfeldes in die als magneto-resistives Element wirkende Leiterbahn 84. Die Magnetschichten 89, 90 liegen zum Teil auf den Kontaktflächen 86 des Magnetfilms 84, 86 und dienen als Stromzuführung.

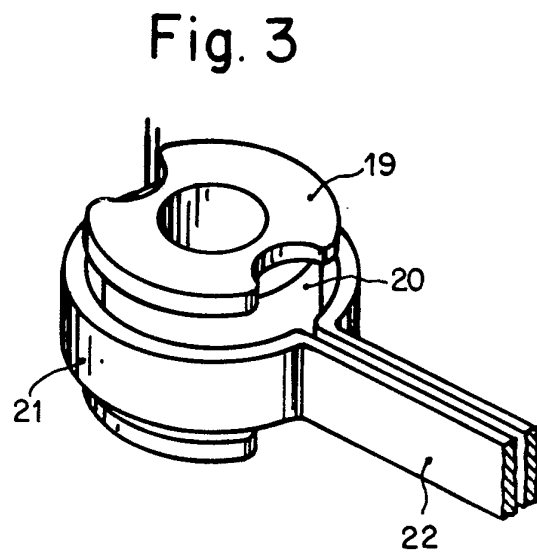
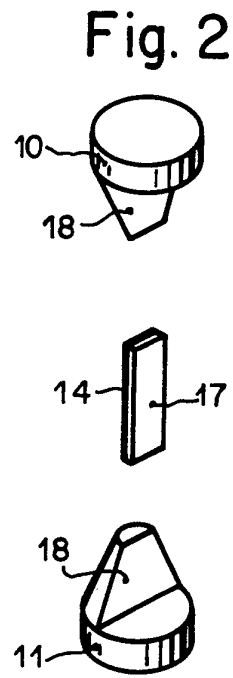
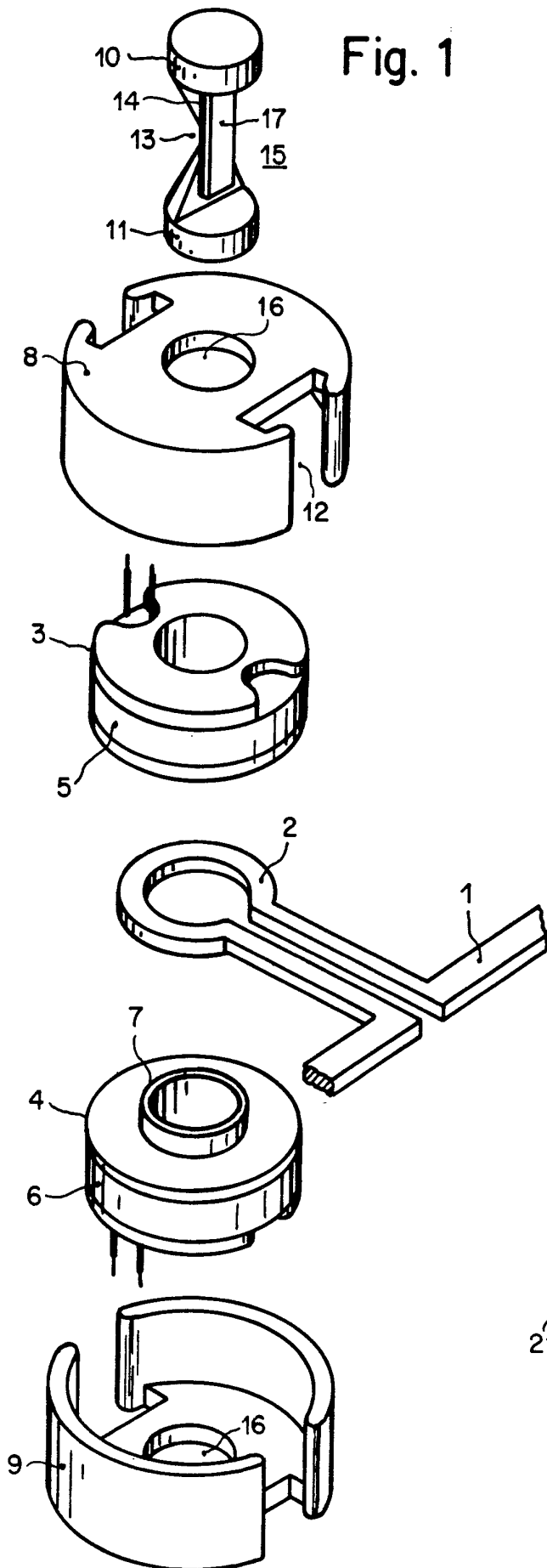


Fig. 4

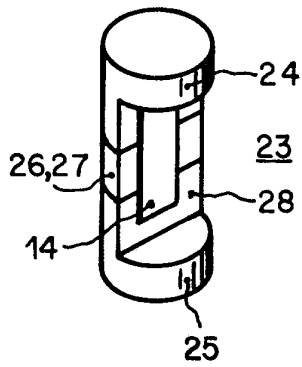


Fig. 5

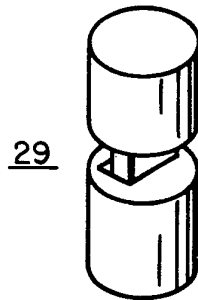


Fig. 6

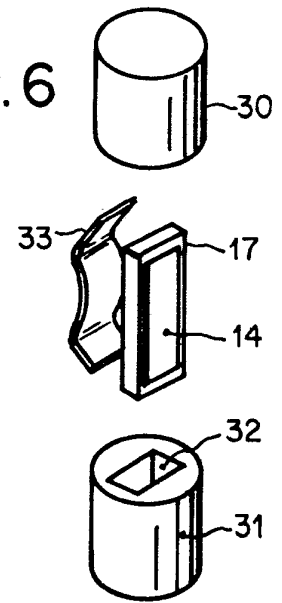


Fig. 7

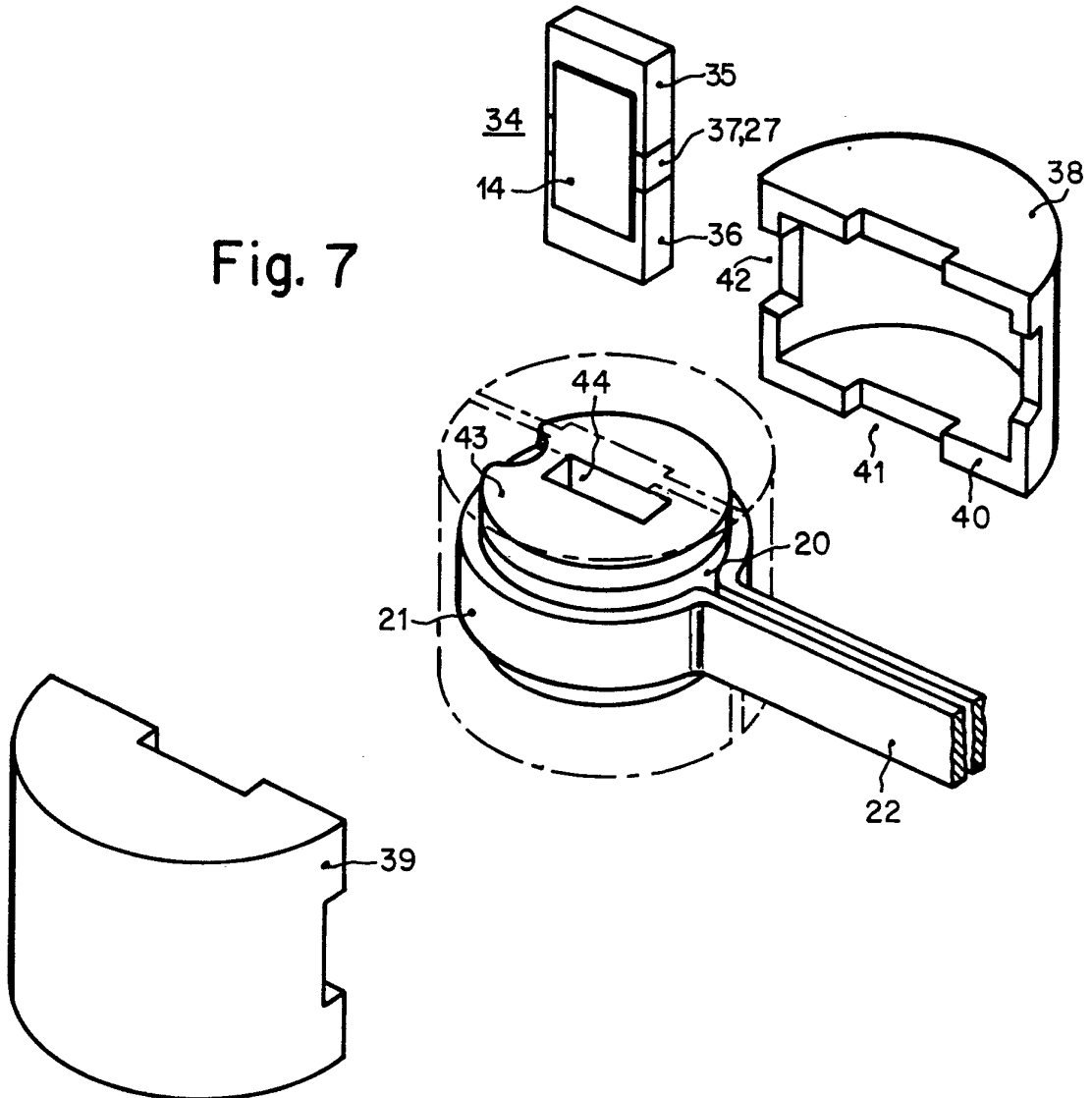


Fig. 8

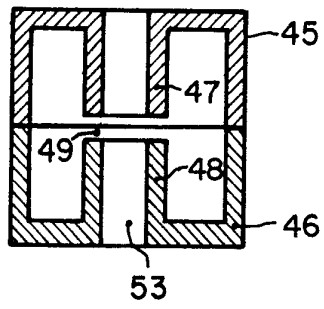


Fig. 9

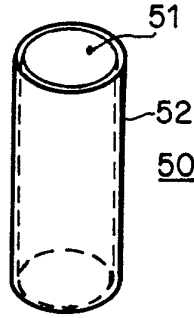


Fig. 10

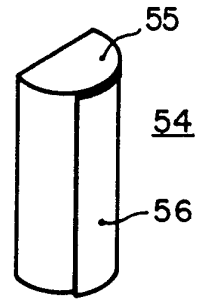


Fig. 11

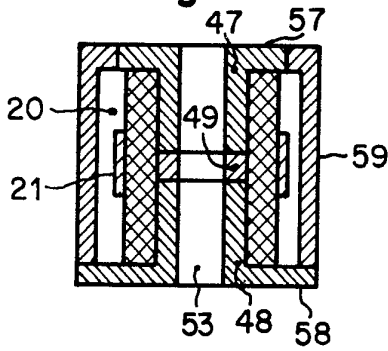


Fig. 12

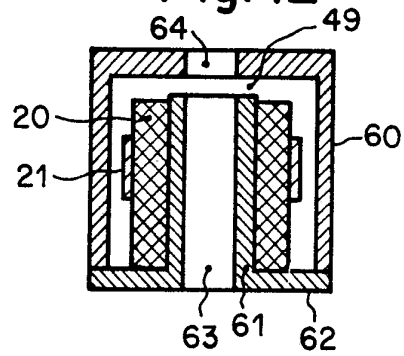


Fig. 13

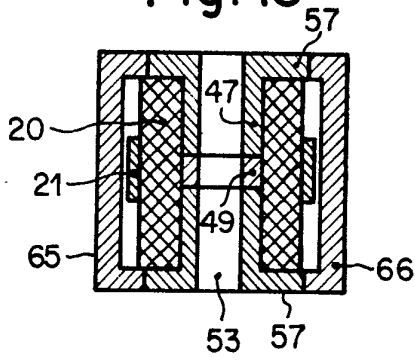


Fig. 15

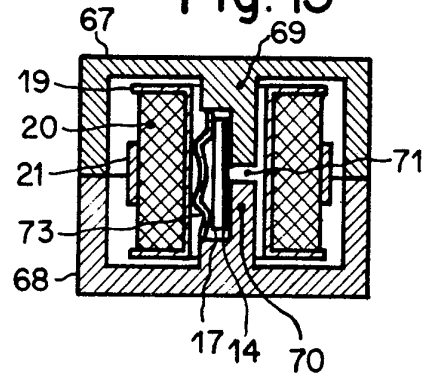


Fig. 14

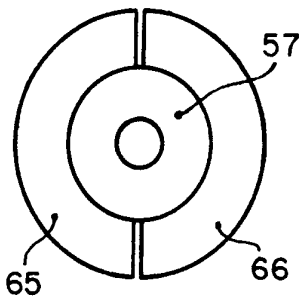


Fig. 16

