Octrooiraad

(10) A **Terinzagelegging** (11) **8103382**

Nederland (19) **NL**

(54) **Temperatuurgestabiliseerde microgolf-holten.**

(51) Int.Cl³.: H01P 7/00, H01P 11/00, H01P 5/08, H03B 7/14.

(71) Aanvrager: Telettra - Telefonia Elettronica e Radio S.p.A. te Milaan, Italië.

(74) Gem.: Ir. H. Mathol c.s.
Octrooi- en Merkenbureau van Exter
Willem Witsenplein 3 & 4
2596 BK 's-Gravenhage.

(21) Aanvrage Nr. 8103382.

(22) Ingediend 16 juli 1981.

(32) Voorrang vanaf 16 juli 1980.

(33) Land van voorrang: Italië (IT).

(31) Nummer van de voorrangsaanvrage: 2347680 .

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 16 februari 1982.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Korte aanduiding: Temperatuurgestabiliseerde microgolf-holten.

Door Aanvraagster worden als uitvinders genoemd: Amedeo DONAZZAN en Enzo POME'.

De uitvinding heeft betrekking op temperatuurgestabiliseerde resonerende microgolf-holten die geen hermetische afdichting vereisen.en gemakkelijk in frequentie afstelbaar zijn.

Het is bekend dat oscillators en filters vele typen microgolf-holten vormen met een metalen wand en gevuld met gas, waarvan de belangrijkste zijn:

1) TEM mode coaxiale holte;
2) TE_{10} mode golfgeleider-holte;
3) TE_{11} mode cirkelvormige golfgeleider-holte;
4) TE_{01} mode cirkelvormige golfgeleider-holte.

Het is ook bekend dat het grootste op te lossen probleem ligt in de stabilisatie van de resonantiefrequentie van de holte voor een verandering van omgevingsomstandigheden (temperatuur en luchtvochtigheid) steeds wanneer een hoge frequentiestabiliteit in de orde van 1 ppm/^{o}C moet worden verkregen.

Er zijn in het algemeen drie fundamentele factoren die de resonantiefrequentie van een holte beinvloeden, namelijk:

1) Uitzetting tengevolge van de temperatuur van het metaal van de holte;
2) De dielektrische constante van het gas in de holte;
3) De belastingsimpedantie aan de poorten die de holte met het uitwendige koppelen.

Voor wat betreft de derde faktor wordt de invloed van de belasting verwaarloosbaar door het geschikt verminderen van de koppelingssterkte met de belasting en, indien nodig, door het aanbrengen van een isolator tussen de holte en de belasting.

Met betrekking tot de eerste faktor is het bekend de holte uit te voeren in een metaal met een lage temperatuur-uitzettingscoëfficient zoals Invar en Super Invar met een uitzettingscoëfficient kleiner dan of gelijk aan 1,5 ppm/^{o}C respektievelijk kleiner of gelijk aan 0,7 ppm/^{o}C.

Verder wordt aan deze materialen voor de stabilisatie ervan vóór en nà dat ze verwerkt zijn een bepaalde warmtebehandeling gegeven. Hierdoor behoudt ook het eindprodukt de gespecificeerde waarden van de uitzettingscoëfficient.

Voor wat betreft de tweede faktor is het tenslotte noodzakelijk de holte hermetisch af te sluiten (dat wil zeggen vocht- en gasdicht) voordat hij wordt gevuld met een droog inert gas (bijvoorbeeld stikstof) waardoor het drukverschil ten opzichte van het uitwendige wordt opgeheven. Deze oplossing is bijzonder riskant omdat alle lassen van de delen waaruit de holte bestaat, en ook de koppelirissen en de afstemstellingen afgedicht moeten worden. In dit opzicht heeft Aanvraagster in haar oudere Nederlandse octrooiaanvrage 8005682 holten beschreven die geen gasvulling vereisen doordat de metalen wand van de holte voorzien is van een kwartscylinder. In die oudere octrooiaanvrage wordt een beschrijving gegeven van holten met een inwendig deel dat geringe dikte heeft en bestaat uit een speciale legering (Invar), terwijl het buitenste deel ervan dikker is en bestaat uit een minder kostbare legering.

Met de voortzetting van het onderzoekingswerk is Aanvraagster er niet alleen in geslaagd de vulling van de holte met inert gas overbodig te maken, maar ook volledig het gebruik achterwege te laten van holtelichamen met wanden die uit min of meer kostbare legeringen bestaan.

De nieuwe holten volgens de onderhavige uitvinding hebben niet langer een lichaam met een metalen wand van een min of meer kostbare legering, maar ze hebben in plaats daarvan een lichaam van zuiver amorf kwarts, waarvan de buitenzijde gemetalliseerd is met uitzondering van kleine oppervlakken die gebruikt worden voor het koppelen.

Omdat het gemetalliseerde amorfe kwartslichaam volgens de uitvinding geschikte vorm en afmetingen kan hebben, is het mogelijk om temperatuurgestabiliseerde holten te verkrijgen met een fijne afstelling van de resonantiefrequentie en speciaal geschikt als stabiele microgolfbronnen door ze te koppelen met een geschikte aktieve keten.

Met de holten volgens de uitvinding kunnen alle microgolfholten met een metalen oppervlak vervangen worden, dat wil zeggen:

- de TEM mode coaxiale holte met $1 = \lambda/4$ en $1 = \lambda/2$;
- de TE_{101} mode rechthoekige golfgeleiderholte;
- de TE_{010}, TE_{111} en TE_{011} moden cirkelvormige golfgeleiderholten.

Ten opzichte van de traditionele holten met metalen wanden, speciaal die waarin legeringen werden gebruikt met een zeer lage warmteuitzettingscoëfficient, kunnen onder meer de volgende voordelen van de holten volgens de uitvinding worden genoteerd:

- een verdere kostenbesparing door een drastische vereenvoudiging van de constructiefasen, doordat de zogenaamde moeilijke legeringen zoals Invar en Super Invar niet worden gebruikt, hetgeen een besparing aan aanschaf-

fingskosten en aan bewerkingskosten betekent. De nieuwe methode maakt de uitvinding meer concurerend, zelfs in vergelijking met de holten volgens Aanvraagster's oudere octrooiaanvrage.

- Een verdere kostenbesparing door de overbodigheid van de hermetische afdichting van de holte. Ook in dit opzicht wordt door de uitvinding de holtekwaliteit van de genoemde oudere octrooiaanvrage drastisch verbeterd, dat wil zeggen:

1) men bereikt beslist een verbetering van de afdichting van de holten;

2) het wordt mogelijk om cylindervormige, rechthoekige en TEM mode holten te creëren, terwijl de holten volgens de oudere aanvrage slechts kunnen worden gerealiseerd in de TE_{011} mode of in modes die gekenmerkt worden door een verwaarloosbaar elektrisch veld E (zelfs in samenstelling met loodrechte hoek) in de nabijheid van de metaaloppervlakken die de holte zelf begrenzen.

3) Vermindering van gewicht en afmetingen, waardoor een grotere flexibiliteit in de toepassing wordt bereikt, met nieuwe en belangrijke mogelijkheden bijvoorbeeld om oscillators met vaste frequentie direkt met microgolven te verkrijgen, waardoor moeilijkheden worden voorkomen van onderdelen of reserve-onderdelen die gewoonlijk bij traditionele oplossingen nodig zijn.

De uitvinding zal hierna worden toegelicht aan de hand van de bijgaande tekening.

Fig. 1 is een vereenvoudigd schema van de behandeling;

Fig. 2, 2A, 3A en 3B zijn schematische perspektivische voorstellingen, gedeeltelijk met uiteengenomen onderdelen, en

Fig. 3A', 3B', 4, 4A en 5 zijn equivalente ketens;

Fig. 6 is een schematisch bovenaanzicht, gedeeltelijk dwarsdoorsnede, van een speciale uitvoeringsvorm.

Men ziet in Fig. 1 op vereenvoudigde wijze weergegeven hoe de holten volgens de uitvinding worden gemaakt.

Fase I : en kwartsstaaf wordt gesneden tot kleine kwartscylinders QU met de benodigde afmetingen (diameter en lengte).

Fase II: metalliseren. De buitenzijde van QU wordt bedekt met een dunne laag metaal (ME), bij voorkeur in de orde van microns, bijvoorbeeld door onderdompeling in een koperbad of een bad van een ander geleidend metaal.

Fase III: de aldus met een dunne metaallaag bedekte kwartscylinder QU wordt voorzien van een tweede laag INS, een zogenaamde verdikkingslaag, van een metaal dat hetzelfde is of verschillend is van het metaal van de laag ME.

Bij voorkeur ligt de verdikkingslaag INS in de orde van een tiende van een millimeter en wordt hij aangebracht door een galvanisch bad. De laag ME in Fase II en de laag INS in Fase III kunnen ook op een andere manier worden aangebracht, bijvoorbeeld door bespuiten met geleidende verf (koper, zilver of een gelijk materiaal) of door spuiten gevolgd door een galvanisch bad. In alle gevallen moeten de volgende karakteristieken worden bereikt:

Kwartskwaliteit: er wordt gebruik gemaakt van een zuiver amorf kwarts, bij voorkeur van optische kwaliteit, vervaardigd uit gestrekte en bewerkte staven.

Metalliseren: dit dient ertoe dat om het kwarts een metaaloppervlak met hoge geleidbaarheid wrdt gecreëerd, dat intens met het kwartsoppervlak is verbonden waardoor wordt voorkomen dat er lucht of een ander gas aan de binnenzijde van de resonantieholte wordt vastgehouden, dat wil zeggen het kwartsvolume binnen het metaaloppervlak.

De eerste metaallaag, die moet zorgen voor een hoge elektrische geleidbaarheid en een dikte die in staat is om de totale elektrische stroom op te nemen die gepaard gaat met het resonerende elektromagnetische veld, wordt bedekt door geleidend materiaal INS, bij voorkeur door middel van een galvanische methode, ter verbetering van de mechanische sterkte. Hierdoor zullen mechanische en elektrische verbindingen worden vergemakkelijkt met de aktieve inrichting of met de gekoppelde inrichtingen waaraan de holten de vereiste elektrische eigenschappen moeten geven.

Fig. 2, 3A en 3B (respektievelijk schematisch, gedeeltelijk en met uiteengenomen delen) illustreren drie typen koppeling tussen holten C_M volgens de uitvinding en de microstrip MST. In Fig. 2 wordt door L de transmissielijn voorgesteld met de dielektrische ondersteuning ervan, terwijl FCC het element is dat zorgt voor de elektrische continuiteit van het geheel. CAL is een aluminiumlichaam dat bestaat uit een plaat CAL' die een ondersteuningsbasis CAL" draagt die haaks staat ten opzichte van CAL', en verder met een pen CIN die eveneens haaks staat ten opzichte van CAL'. De gemetalliseerde en versterkte holte CM volgens de uitvinding is cylindervormig en voorzien van een gas 10 in het midden waarin de moer 11 van de van draad voorziene pen CIN kan worden opgenomen en vastgehouden. CM is een coaxiale $\lambda/2$ holte met een gasF_{SO} voor het opnemen van de sone SO die de $\lambda/2$ holte koppelt met de microstrip MST.

De pen CIN bestaat bij voorkeur uit Invar. Fig. 2A toont een overzicht van de verschillende elementen, terwijl Fig. 2 de losse elementen uit elkaar genomen toont.

Fig. 3A toont een schema van de microstripkoppeling naar de cirkelvormige holte CM via de iris IR.

Fig. 3A' toont de equivalente keten van de genoemde microstripkoppeling naar de holte via de iris CM.

Fig. 3B laat het geval zien waarin de enkele microstrip MST uit Fig. 2A vervangen is door de microstrip MST' met twee verbindingen 15-15'; één van deze verbindingen kan worden gebruikt voor de fijnafstelling van de resonantiefrequentie van de CM-holte op dezelfde wijze als die welke in Fig. 2A is weergegeven.

Fig. 3B' laat het equivalente schema zien van Fig. 3B met de microstripverbindingen 15-15' gekoppeld met de CM-holten via de iris IR, doordat de CM-holte in de holle drager S is gestoken.

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk dat één van de belangrijkste aspecten van de holten volgens de uitvinding is dat het holten zijn die in principe een vaste frequentie hebben, zodat ze dus, door ze te koppelen met een aktieve keten, met voordeel kunnen worden gebruikt voor stabiele oscillators.

Voor een uiterste kostenbesparing van de mechanische behandeling van het kwarts is er een fijninstelling van de frequentie aanwezig, die mogelijk wordt gemaakt door een zwakke koppeling naar een geschikt reactief netwerk dat kan bestaan uit halfgeleiderinrichtingen.

Koppelingen naar de inrichtingen: zelfs hoewel inductieve koppelingen mogelijk zijn, blijken toch capacitieve koppelingen, of in elk geval koppelingen van het type elektrisch veld E, zeer gunstig te zijn en dit geldt speciaal voor de twee mogelijkheden van Fig. 2 en 3A, dat wil zeggen:

- Op de eerste plaats capacitieve koppeling via een sonde die gestoken is in een holte die uitgespaard is in het kwarts en gelijmd is met kunstharsen. De sonde SO uit Fig. 2 bestaat bij voorkeur uit een metaallegering met een geringe uitzetting en het koppelvlak ervan is behandeld ter verbetering van het geleidingsvermogen. De sonde kan ook worden verkregen door metalen.
- Op de tweede plaats elektrische veldkoppeling via iris IR (Fig. 3A) verkregen uit het gemetalliseerde kwartsoppervlak, door verwijdering van metaal van een geschikt oppervlak.

Vervaardiging van oscillators die worden gestabiliseerd met de holten volgens de uitvinding is bijzonder interessant. De met de holte gekoppelde aktieve inrichting kan opgebouwd zijn uit halfgeleiderelementen zoals bipolaire transistors, FET's, Gunn diodes enzovoort. De stand van de holte kan verschillende configuraties hebben, bijvoorbeeld

seriegeschakeld met de belasting, parallel-geschakeld met de belasting, in terugkoppeling, parallel-geschakeld met het aktieve element, enzovoort.

Een speciale eigenschap is de mogelijkheid de oscillatiefrequentie te veranderen door eenvoudige vervanging van de resonantieholte door een ander exemplaar met iets andere afmetingen, terwijl de aktieve keten ongewijzigd blijft. Daartoe moet een netwerk worden geplaatst in en geintegreerd met de aktieve inrichting; door middel van een zwakke holtekoppeling maakt dit netwerk een fijninstalling van de resonantiefrequentie van de holte zelf mogelijk.

Hierna volgen enkele voorbeelden van stabiele oscillators die gemaakt zijn volgens de hierboven beschreven technieken en voorzien van holten volgens de uitvinding.

Allereerst toont Fig. 4 een inrichting op microstrip MST, bestaande uit het aktieve bipolaire element AT. De inrichting kan ontworpen zijn met een serie LC resonantieketen met negatieve weerstand (-R) en een lage Q. Via de iris IR is een ronde holte volgens de uitvinding met deze inrichting verbonden en om redenen van dimensionering wordt hij bekrachtigd in de TM_{010} mode.

Ook is een reactieve keten zwak gekoppeld via dezelfde iris. Ook deze keten is aangebracht op een plaat van de aktieve inrichting (koppeling zoals weergegeven in Fig. 3B).

De equivalente keten kan zijn zoals weergegeven in Fig. 5, waarin de symbolen het volgende betekenen:
A = Aktieve inrichting, B = belasting, C = Resonantieholte, D = Fijninstelling.

Als $Q_2 >> Q_1$ $|f2-f1| < K f_o$ met $K << 1$ en als $|-R| < Z_o$, door geschikte variatie van de koppeling (n:1) worden de oscillatie-omstandigheden bij strips MM' bereikt, dat wil zeggen:

$$Z_o // R_{eq} = |-R| \quad X_{eq} = -X$$

De mechanische configuratie van de inrichting is weergegeven in Fig. 6 en deze is zodanig dat de oscillatiefrequentie kan worden veranderd door eenvoudig de holte te vervangen. De symbolen in Fig. 6 betekenen het volgende: 1 = aluminiumlichaam; 2 = de aan de holte 4 gelaste ring; 3 = stangen; 4 = holte voorzien van de ring 2; 5 = schroeven; 6 = microstrip; A = koppelvlak.

De ring 2 van Invar wordt aan de holte 4 gesoldeerd door kloppen met het lichaam 1 van de inrichting. Kloppen wordt gedaan door middel van staven 3 of dergelijke delen die zorgen voor de mechanische positie van de holte ten opzichte van de as van de koppelingsholte en door verbinding naar aarde.

De uitvinding is uiteraard niet beperkt tot de beschre-

ven uitvoeringsvormen maar kan door de vakman op verschillende manieren worden gevarieerd, bijvoorbeeld om te worden toegepast in een enkele fase in plaats van in twee of drie fasen.

CONCLUSIES:

1. Resonerende microgolfholten met een hol lichaam, m e t h e t k e n m e r k, dat het lichaam bestaat uit zuiver amorf kwarts en bedekt wordt door tenminste een metaallaag.

2. Holte volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat het rechthoekige, vierhoekige of cylindrisch lichaam bestaat uit amorf kwarts van optische kwaliteit.

3. Holge volgens conclusie 1 of 2, m e t h e t k e n m e r k, dat de uitwendige metalen bekleding bestaat uit een eerste dunne laag van een metaal met hoge geleidbaarheid en uit een tweede, verdikkingslaag.

4. Holte volgens één der voorgaande conclusies, m e t h e t k e n m e r k, dat het metaal verwijderd is van kleine oppervlakken voor koppeling naar externe ketens.

5. Holte volgens conclusie 4, m e t h e t k e n m e r k, dat de koppeling van het capacitieve type is, in het bijzonder via een sonde in een holte die uitgespaard is in het kwartslichaam.

6. Holte volgens conclusie 4, m e t h e t k e n m e r k, dat de koppeling over het elektrische veld geschiedt, speciaal via irissen.

7. Holte volgens één der voorgaande conclusies, m e t h e t k e n m e r k, dat hij gekoppeld is met een aktieve keten die een oscillator vormt, welke gestabiliseerd wordt door de frequentie van diezelfde holte.

8. Holte volgens conclusie 7, m e t h e t k e n m e r k, dat de configuratie seriegeschakeld is met de belasting, parallel geschakeld met de belasting, in terugkoppeling of parallelgeschakeld met het aktieve element.

9. Holte volgens conclusie 7, m e t h e t k e n m e r k, dat de frequentie van de oscillator met vaste frequentie wordt gevarieerd door vervanging van de holte.

10. Werkwijze voor de vervaardiging van holten volgens één der voorgaande conclusies, m e t h e t k e n m e r k, dat een kwartsstaaf tot kleine staven wordt gesneden met de vereiste afmetingen, dat tenminste een eerste dunne metaallaag wordt aangebracht op die kleine staven, en dat de tweede, dikkere metaallaag op de eerste metaallaag wordt aangebracht.

11. Werkwijze volgens conclusie 10, m e t h e t k e n m e r k, dat de eerste laag ofwel wordt aangebracht door een geleidend metaalbad of door bespuiten met een metaalverf, terwijl de tweede laag

wordt aangebracht door middel van een galvanische methode.

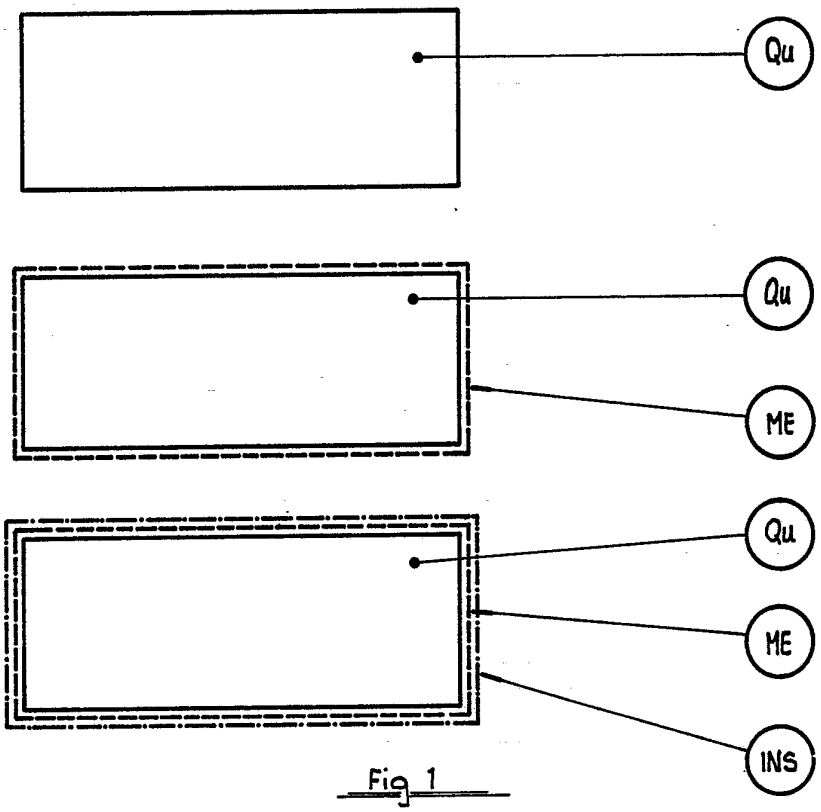


Fig 1

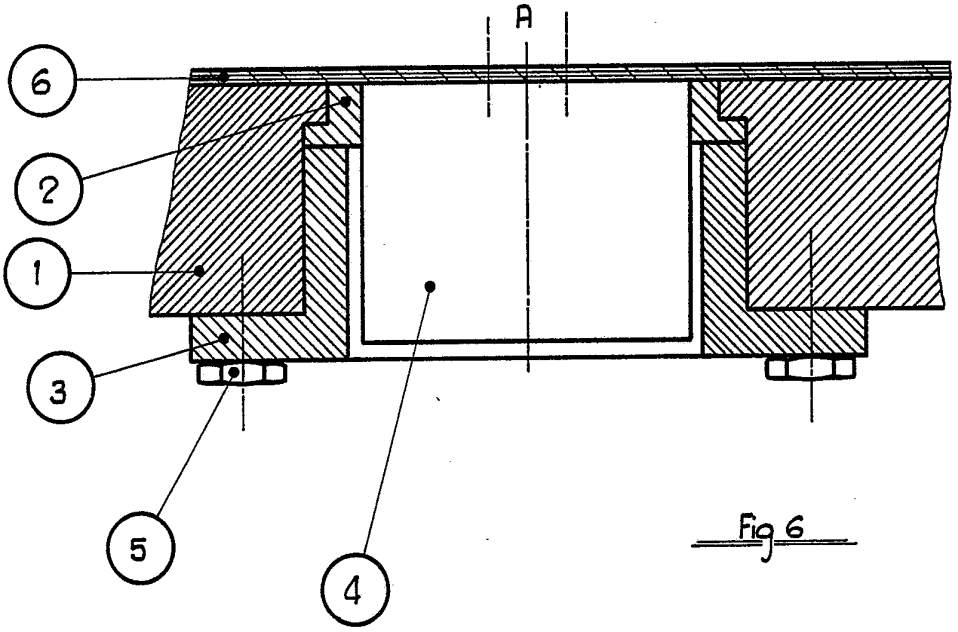
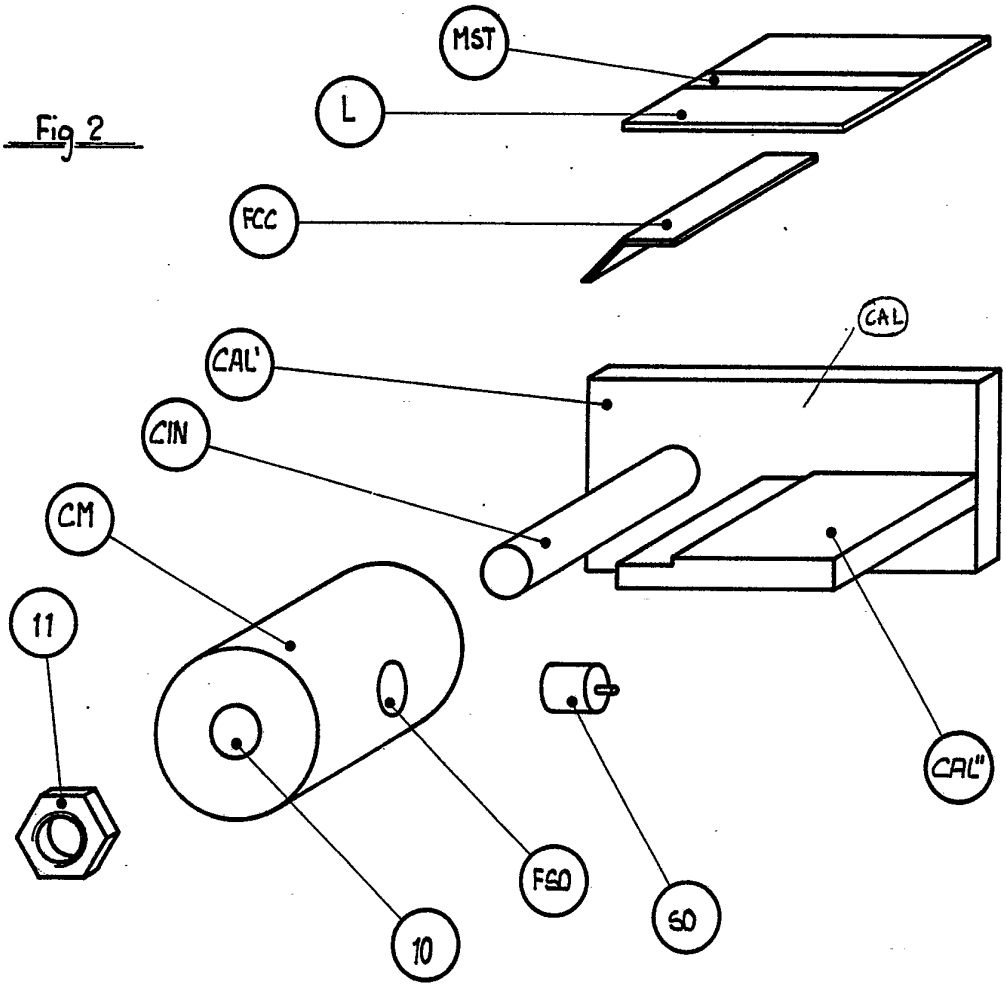


Fig 6

Fig 2


MST
L
FCC
CAL
CAL'
CIN
CM
11
CAL"
FSO
SO
10

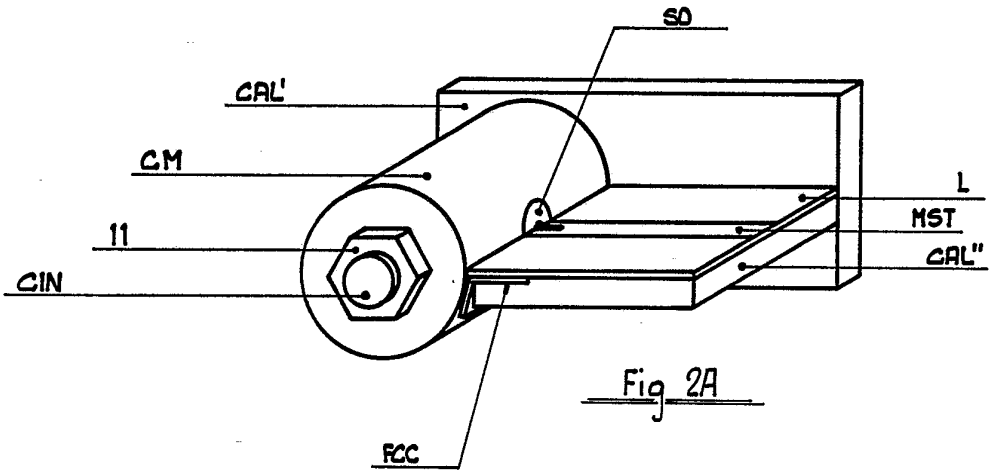

SO
CAL'
CM
11
CIN
L
MST
CAL"
FCC

Fig 2A

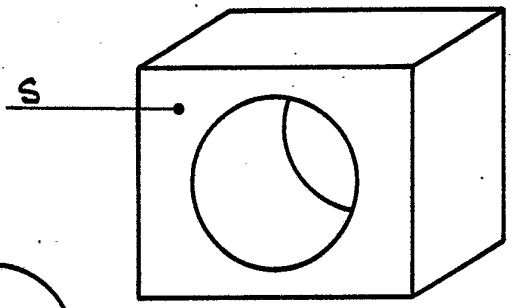
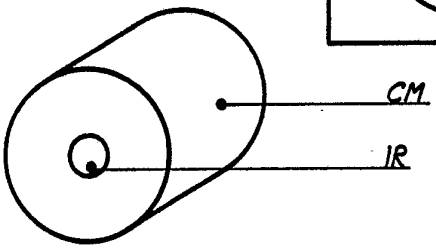
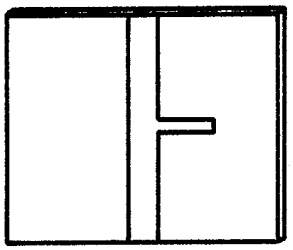


Fig 3A



MST



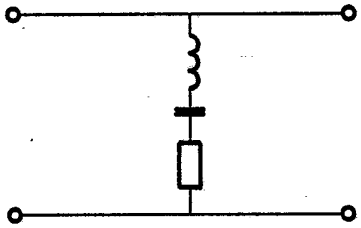


Fig 3A'

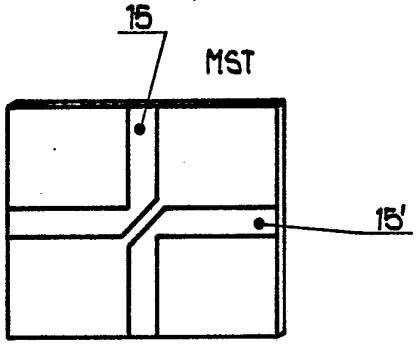


Fig 3B

Fig 3B'

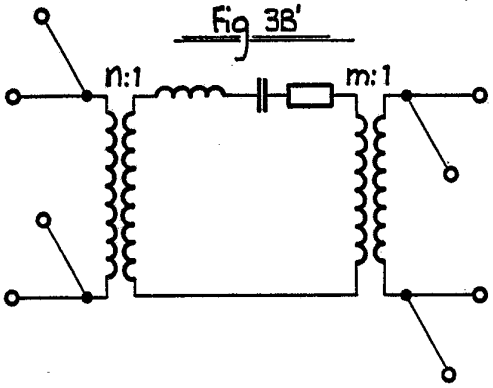


Fig 3

8103382

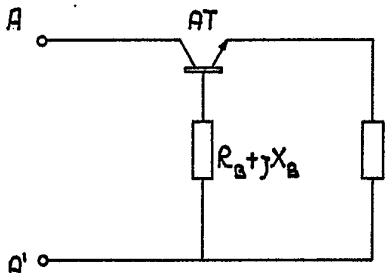


Fig 4

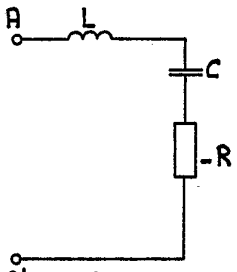


Fig 4A

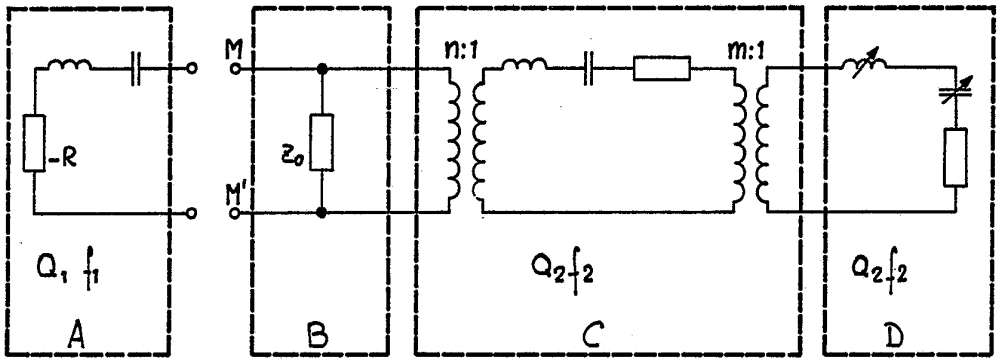


Fig 5