



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **169366**

(13) B

(51) Int Cl<sup>5</sup> H 01 P 1/203

**Styret for det industrielle rettsvern**

(21) Søknadsnr 860694  
(22) Inng. dag 25.02.86  
(24) Løpedag 25.02.86  
(41) Alm. tilgj. 28.08.86  
(44) Utlegningsdag 02.03.92  
(62)

(86) Int. inng. dag og søknadsnummer

(85) Videreføringsdag  
(30) Prioritet 27.02.85, FR, 8502850

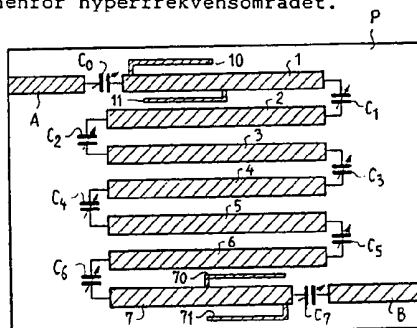
(71/73) Søker/Innehaver Alcatel Thomson Faisceaux Hertziens, 55, rue Greffulhe, F-92301 Levallois-Perret Cédex, FR  
(72) Oppfinner(e) Jean-Claude Cruchon, Bouffemont, FR  
Gilbert Prost, Paris, FR  
Jean-Pierre Marquet, St Leu la Foret, FR  
(74) Fullmektig Henrik Levkowetz, J.K. Thorsens Patentbureau AS, Oslo

(54) **Benevnelse Båndpassfilter for elektromagnetiske bølger i UHF- og mikrobølgeområdet**

(56) **Anførte publikasjoner** Europeisk (EP) patentsøknad, publ. nr. 71509, BRD (DE) off. skrift nr. 1925610.

(57) **Sammendrag**

Et båndpassfilter for elektromagnetiske bølger i hyperfrekvens- eller mikrobølgeområdet og fortrinnsvis utført ved hjelp av båndbølgelederkomponenter omfatter mellom sin inngangslinje (A) og sin utgangslinje (B) n halvbølgeresonatorer (1 - 7) i seriekobling. Passende kondensatorer (C0 - C7) danner hensiktsmessig kobling mellom påfølgende filterelementer i denne seriekobling. Filteret omfatter videre kvartbølgeresonatorer (10, 11, 70, 71) som hver har sin ene ytterende koblet til nevnte seriekobling og derved frembringer en bratt øvre avskjæringsflanke i den amplitude/frekvens-kurve som oppnås for filterets brede passbånd innenfor hyperfrekvensområdet.



Foreliggende oppfinnelse gjelder båndpassfiltre for elektromagnetiske bølger i UHF- og mikrobølgeområdet, og særlig bredbåndsfiltre samt filtre utført med båndbølgeledere.

Det er kjent teknikk å konstruere båndpassfiltre for desimeter- og mikrobølger, f.eks. innenfor det teknologiske felt som angår båndbølgeledere, ved seriekobling av et lavpassfilter og et høypassfilter, idet lavpassfilteret består av en rekke smale og brede linjeavsnitt som gjør tjeneste henholdsvis som induktive og kapasitive filterelementer, mens høypassfilteret består av smale linjeavsnitt som er jordet og gjør tjeneste som induktive elementer samt er innbyrdes sammenkoblet ved hjelp av åpne linjer eller kapasitanser. Sådanne filtre må nødvendigvis ha et stort antall polpunkter såvel i lavpass- som i høypassfilterdelen, og må med andre ord omfatte et stort antall linjeavsnitt. Filtrene blir derfor omfangsrike og kostnadskrevende.

En annen type sådanne filtre innenfor kjent teknikk består av en rekke resonatorer anordnet mellom filterets inngangsende og utgangsende, og som er anbragt tett inntil hverandre får å oppnå sterk innbyrdes kobling. Selv i båndbølgeleder- eller mikrostrimmelform er denne filtertype vanskelig å fremstille, da den ønskede kobling innebærer at hvilket som helst par av to påfølgende resonatorer må anordnes mindre enn 100  $\mu\text{m}$  fra hverandre og vedkommende kobling må være fullstendig uforandret fra filter til filter for å sikre sammenfallende egenskaper for alle filtre innenfor en gitt fremstillingsserie.

Det er derfor et formål for foreliggende oppfinnelse å overvinne eller i det minste redusere de ovenfor angitte ulemper.

I henhold til oppfinnelsen oppnås dette hovedsakelig ved hjelp av et filter av resonatortype og hvor på den ene side koblingen mellom påfølgende resonatorer er frembragt ved hjelp passende anordnede kapasitanser, mens det på den annen side også opprettes stoppbånd-egenskaper.

Oppfinnelsen gjelder således et båndpassfilter for elektromagnetiske bølger i UHF- og mikrobølgeområdet, og som omfatter et vilkårlig antall  $n$  lineære resonatorer av hovedsakelig samme gitte lengde  $\lambda_p/2$ , og som er åpne i begge ender samt koblet i elektrisk seriekobling mellom en inngangslinje og en utgangslinje, og minst ett par lineære hjelperesonatorer av lengde  $\lambda_s/4$ , hvor  $\lambda_p$  er midtbølgelengden i filterets passbånd og  $\lambda_s$  er bølgelengden av en bølge som skal avvises, samt mindre enn  $\lambda_p$ .

På denne bakgrunn av prinsipielt kjent teknikk fra publikasjonene DE-A-1 925 610 og EP-A-71 503 har så filteret i henhold til foreliggende oppfinnelse som særtrekk at et antall  $(n+1)$  kapasitanser er koblet mellom henholdsvis inngangslinjen og den første resonator i seriekoblingen og mellom hvert par av påfølgende seriekoblede resonatorer samt mellom den siste resonator i seriekoblingen og utgangslinjen, mens hver hjelperesonator i nevnte resonatorpar er koblet med sin ene ende til inngangs- eller utgangslinjen eller en av de seriekoblede resonatorer med innbyrdes elektrisk avstand mellom hjelperesonatorene på  $(2k+1)\lambda_p/4$ , hvor  $k$  er et helt tall større enn  $-1$ .

Oppfinnelsen vil nå bli nærmere forklart, og ytterligere særtrekk vil fremgå av følgende beskrivelse under henvisning til de vedføyde tegninger, på hvilke:

- Fig. 1 viser et første utførelseseksempel på et filter i henhold til foreliggende oppfinnelse,  
fig. 2 angir frekvenskurver for filteret vist i fig. 1, og  
fig. 3 - 5 viser et andre utførelseseksempel på et filter i henhold til oppfinnelsen.

I de forskjellige figurer er tilsvarende deler angitt med samme henvisningsbetegnelser. Som det vil fremgå av fig. 1, omfatter et filter i henhold til oppfinnelsen, og som er oppbygget av båndbølgeledere, et substrat P av polytetrafluoretylen, kommersielt kjent som teflon-glass, utført i form av en rektangulær plate som er 45 mm bred, 65 mm lang samt 1,6 mm

tykk. Den skjulte side av substratet P er i sin helhet overtrukket av et påført kobbersjikt som tjener som jordplan. På den synlige side er det anordnet kobberstrimler A, 1 - 7, 10, 11, 70, 71 samt B som henholdsvis danner en inngangslinje, syv lineære resonatorer som er åpne i begge ender, fire ekstra lineære resonatorer som hver er kortsluttet i den ene ende, samt en utgangslinje. Det skal gjøres oppmerksom på det forhold at skjønt de filtre som beskrives her samt i de etterfølgende patentkrav, er angitt å ha en inngangslinje, slik som A i fig. 1, og en utgangslinje, slik som B i samme figur, kan disse to linjer faktisk bytte arbeidsfunksjon, således at linje A gjør tjeneste som utgangslinje og linje B som inngangslinje.

Filteret i henhold til fig. 1 er av den art hvor båndbølgelederne er anordnet fysisk i parallell. For å sikre kompakt utførelse av filteret, består resonatorene 1 til og med 7 av linjeavsnitt anordnet i parallell mellom inngangslinjen A og utgangslinjen B. Resonatorene 1 - 7 er ledende bånd av halvbølgelengde, idet de alle har en lengdeutstrekning på hovedsakelig  $\lambda_D/2$ , hvor  $\lambda_D$  er den bølgelengde som tilsvarende midtfrekvensen i filterets passbånd. For å oppnå kraftig kobling mellom de påfølgende båndbølgelederavsnitt av filteret, samt for å sikre at denne kobling lett kan reproduseres fra filter til filter under seriefremstilling av filtrene, er variable kondensatorer  $C_0 - C_7$  anordnet for å forbinde henholdsvis inngangslinjen A med den første ende av den første resonator 1, den andre ende av resonator 1 med den første ende av resonator 2, osv. på samme måte frem til den andre ende av resonator 6 og den første ende av resonator 7 samt den andre ende av resonator 7 og utgangslinjen B. De nevnte linjeavsnitt 1 - 7 danner således sammen med kondensatorene  $C_1 - C_6$  et sikksakkmønster.

De fire ytterligere resonatorer 10, 11, 70 og 71, som utgjøres av kvartbølgelinjer, er kortsluttet, idet en av deres ender er koblet til en tilhørende hovedresonator, nemlig til hovedresonator 1 for ekstra-resonatorene 10 og 11, og hovedresona-

tor 7 for ekstra-resonatoren 70 og 71. Disse kortsluttende resonatorer er utført for å innføre et stoppbånd i filteret, slik det vil fremgå av fig. 2, således at filterets amplitude/frekvens-kurve vil få et passbånd med steilere avskjæringskant mot høyere frekvenser. Lengden av ekstra-resonatoren er således valgt lik  $\lambda_s/4$ , hvor  $\lambda_s$  er en bølgelengde som skal avvises og som er mindre enn  $\lambda_p$  samt hovedsakelig lik midtfrekvensen i det frekvensbånd som skal utelukkes av stoppbåndet.

Ekstra-resonatoren er videre anordnet i par, nemlig 10 - 11 og 70 - 71, og resonatorene innen hvert par er anordnet med en innbyrdes avstand som er lik  $(2k+1)\lambda_p/4$ , hvor  $k$  er et positivt helt tall, som i det beskrevne utførelseseksempel er satt lik 1. Dette valg av den innbyrdes avstand mellom ekstra-resonatoren gir en gjensidig kompensasjon innenfor filterets passbånd av de induktive og kapasitive forstyrrelser som frembringes av hver av resonatorene i samme par. Det skal også henvises til det forhold at nevnte ekstra-resonatorer som er tilordnet stoppbånd- eller avskjæringsfunksjonen faktisk kan anbringes hvor som helst langs den elektriske forplantningsbane mellom de to filterender, så lenge nevnte innbyrdes avstand på  $(2k+1)\lambda_p/4$  blir opprettholdt. Det nettopp beskrevne filter har et frekvenpassbånd innenfor 3 dB på 950 - 1700 MHz, med skarp svekning til 30 dB på begge sider av dette bånd.

En grafisk fremstilling av amplitude/frekvens-kurver for filteret angitt i fig. 1, er vist i fig. 2 og omfatter tre kurver  $G_1$ ,  $G_2$  og  $G_3$ .

Kurven  $G_1$  angir frekvensgangen for en krets som den vist i fig. 1 når den er utført med koblingskondensatorer  $C_0 - C_7$  med høy kapasitansverdi (dvs.  $C_0$  og  $C_7 = 20$  pF og  $C_1 - C_6 = 5$  pF), men uten hjelperesonatorer 10, 11, 70, 71. Denne kurve angir hovedsakelig frekvensgangen for et høypassfilter som gir en svekning på mer enn 30 dB for frekvenser under 200 MHz og veksler fra 30 dB til 1 dB mellom 200 og 500 MHz, hvorefter

det forekommer variasjoner av størrelsesorden 1 - 2 dB mellom 500 og 1600 MHz og større variasjoner fra 1 til 11 dB over resten av det frekvensområde som dekkes av målingen, dvs. mellom 1600 og 3750 MHz. Denne frekvensgang ligger fjernt fra det passbånd som tilsiktes for filteret vist i fig. 1, nemlig et passbånd på 950 - 1700 MHz.

Kurven  $G_2$  i fig. 2 angir amplitude/frekvens-kurven for en krets som den vist i fig. 1 når den er utført uten hjelpe-resonatorer 10, 11, 70, 71, men med samme kapasitansverdier som for filteret i henhold til oppfinnelsen, og som er representert ved kurven  $G_3$  (dvs.  $C_0, C_7 = 15$  pF,  $C_1$  og  $C_6 = 3$  pF,  $C_2 - C_5 = 1,5$  pF). Frekvensgangen er da som ønsket for de lave frekvenser, men for de høye frekvenser er sveknings-flanken ikke tilstrekkelig skarp.

Kurven  $G_3$  representerer således amplitude/frekvens-kurven for filterkretsen vist i fig. 1, og en sammenligning av denne kurve med den angitt kurve  $G_2$  gjør det klart at ved å legge til stoppfilteret, som gir et stoppbånd tilnærmet omkring midtfrekvensen 2300 MHz ved hjelp av de tidligere nevnte kvartbølgelinjer hvis resonansfrekvenser er valgt å ligge i båndet 1850 - 2500 MHz, oppnås den virkning at en utpreget svekningsforandring opptrer i nærheten av båndpassfilterets høyfrekvensområde. Det oppnås da en svekning på mindre enn 3 dB under 1750 Mhz og av størrelsesorden 20 - 30 dB for frekvenser fra 1800 MHz til mer enn 2500 MHz, mens svekningen atter avtar for frekvenser av størrelsesorden 2700 MHz og høyere. De sistnevnte frekvenser ligger imidlertid tilstrekkelig langt fra filterets båndbredde (950 - 1700 MHz) til at alle uheldige virkninger unngås i de fleste anvendelser av filteret.

En annen utførelse av filteret i henhold til oppfinnelsen vil nå bli beskrevet under henvisning til fig. 3 - 5. Dette filter har faktisk samme filtreringsegenskaper som filteret i henhold til fig. 1, men er fremstilt med to ledende lag samt et jordplan på bøyelige substrater, og filterets kondensatorer

tilsvarende kondensatorene  $C_1 - C_6$  i fig. 1, er oppnådd ved å overlappe ytterendene av bølgelederlinjene, som da er adskilt ved tykkelsen av et bøyelig substrat.

Fig. 3 viser et bøyelig substrat  $S_1$  av polyamid, hvorpå det er anordnet seks kobberstrimler, nemlig A, 1 (+ 10 og 11), 3, 5, 7 (+ 70 og 71), samt B. Fig. 4 viser et annet bøyelig polyamidsubstrat  $S_2$  hvorpå det er påført tre kobberstrimler, 2, 4 og 6. Nevnte substrater  $S_1$  og  $S_2$  utgjøres av to rektangulære plater på 35 x 44 mm og som er limt ovenpå hverandre for å frembringe den kretssammenstilling som er angitt i fig. 5. På undersiden av platene  $S_1$  og  $S_2$  er det videre fastlimt et jordplan bestående av et polyamidsubstrat som på sin ene side er påført et kobberovertrekk. Dette jordplan er ikke synlig i fig. 5.

For å frembringe et filter som er sammenlignbart med filteret i fig. 1 ved hjelp av den angitte sammenstilling av platene  $S_1$  og  $S_2$  samt deres påførte strimmelbånd og nevnte jordplan, er det bare nødvendig å legge til to faste miniatyrkondensatorer, hver på 15 pF, som angitt i fig. 5 ved betegnelsene  $C_0$  og  $C_7$ . På samme måte som i fig. 1 er inngangslinjen og utgangslinjen angitt ved henholdsvis A og B, mens halvbølgeresonatorene er angitt ved 1 - 7 og kvartbølgeresonatorene ved 10, 11, 70 og 71. Den kapasitive kobling mellom linjen A og resonator 1 samt mellom resonator 7 og linje B er opprettet henholdsvis ved kondensatorene  $C_0$  og  $C_7$ . De kapasitive koblinger innbyrdes mellom halvbølgeresonatorne er imidlertid i dette tilfellet oppnådd ved at de ytterender av linjene som skal sammenkobles, anordnes overfor hverandre, således at de flater av disse linjeender som ligger vendt mot hverandre og er adskilt ved hjelp av dielektrisk polyamidsubstrat, danner de to plater i vedkommende koblingskondensatorer, som i fig. 5 er angitt ved betegnelsene  $C_1 - C_6$ .

Forskjellige andre konstruksjoner av et båndpassfilter av denne art er mulig uten å gå utenfor oppfinnelsens ramme. Filteret i henhold til oppfinnelsen kan f.eks. være oppbygget

av tre plater, idet vedkommende resonatorer da befinner seg i mellomrommet mellom to parallelle jordplan. På grunnlag av den viste utførelse i fig. 1 kan likeledes kondensatorene  $C_1 - C_7$  være frembragt ved anvendelse av metall-lapper eller -tunger påført et dielektrisk substrat. Sådanne lapper skulle i såfall anordnes slik at de f.eks. erstatter kondensatoren  $C_1$  i fig. 1 ved at de to ender av vedkommende metall-lapp ligger i flukt med de respektive ender av de resonatorer 1 og 2 som nevnte kondensator  $C_1$  var koblet mellom. De overflater som befinner seg rett overfor hverandre, bestemmer da koblingen mellom påfølgende resonatorer. Kondensatorer slik som  $C_0$  og  $C_7$  i fig. 1 og 5 kan likeledes være frembragt ved hjelp av den teknikk som går ut på å bringe kobberbelagte overflateområder rett overfor hverandre, eller eventuelt ved den teknikk som er anskueliggjort i fig. 5, eller tilsvarende. Dette er mulig ved å gjøre de områder av linjenes ytterender som ligger rett overfor hverandre tilstrekkelig store, avhengig av det mellomliggende materials tykkelse og dielektrisitetskonstant, til at den tilsiktede kapasitans oppnås.

Det er også mulig å frembringe et filter bare ved hjelp av en eneste halvbølgeresonator og et enkelt par av kvarbølgeresonatorer.

#### PATENTKRAV:

1. Båndpassfilter for elektromagnetiske bølger i UHF- og mikrobølgeområdet, og som omfatter et vilkårlig antall  $n$  lineære resonatorer (1-7) av hovedsakelig samme gitte lengde  $\lambda_b/2$ , og som er åpne i begge ender samt koblet i elektrisk seriekobling mellom en inngangslinje (A) og en utgangslinje (B), og minst ett par lineære hjelperesonatorer (10-11, 70-71) av lengde  $\lambda_s/4$ , hvor  $\lambda_b$  er midtbølgelengden i filterets passbånd og  $\lambda_s$  er bølgelengden av en bølge som skal avvises, samt mindre enn  $\lambda_b$ ,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at et antall  $(n+1)$  kapasitanter er koblet mellom henholdsvis inngangslinjen (A)



og den første resonator (1) i seriekoblingen og mellom hvert par av påfølgende seriekoblede resonatorer (1-7) samt mellom den siste resonator (7) i seriekoblingen og utgangslinjen (B), mens hver hjelperesonator i nevnte resonatorpar (10,11 eller 70,71) er koblet med sin ene ende til inngangs- eller utgangslinjen (A,B) eller en av de seriekoblede resonatorer (1-7) med innbyrdes elektrisk avstand mellom hjelperesonatorene på  $(2k+1)\lambda_p/4$ , hvor  $k$  er et helt tall større enn -1.

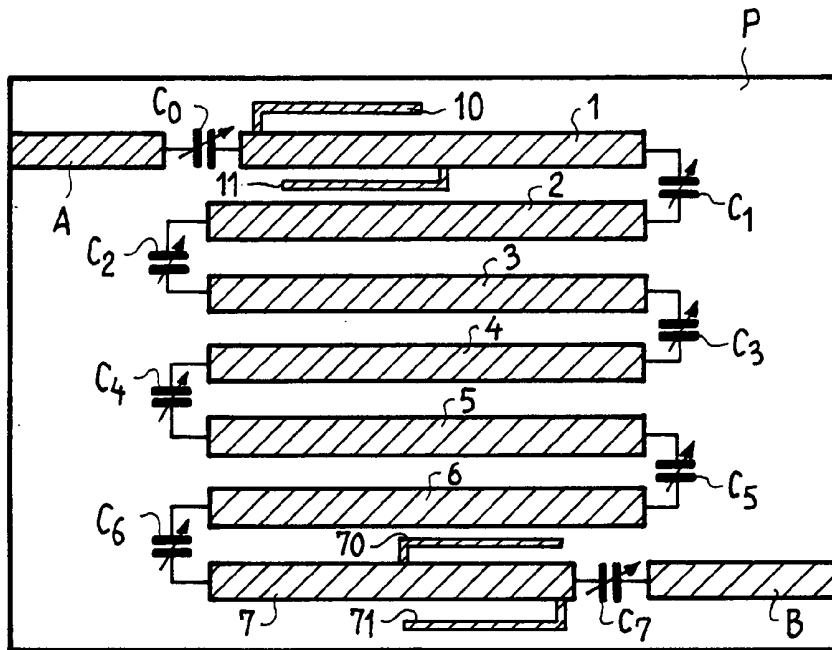
2. Båndpassfilter som angitt i krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d at de lineære resonatorer (1-7) utgjøres av ledende halvbølgestrimler, som er anordnet parallelt og kolineært over i det minste en del av sin lengde samt slik at hver av hjelperesonatorene kan plasseres hvor som helst på inngangs- og utgangslinjene og de seriekoblede resonatorer, så lenge nevnte elektriske avstand opprettholdes.

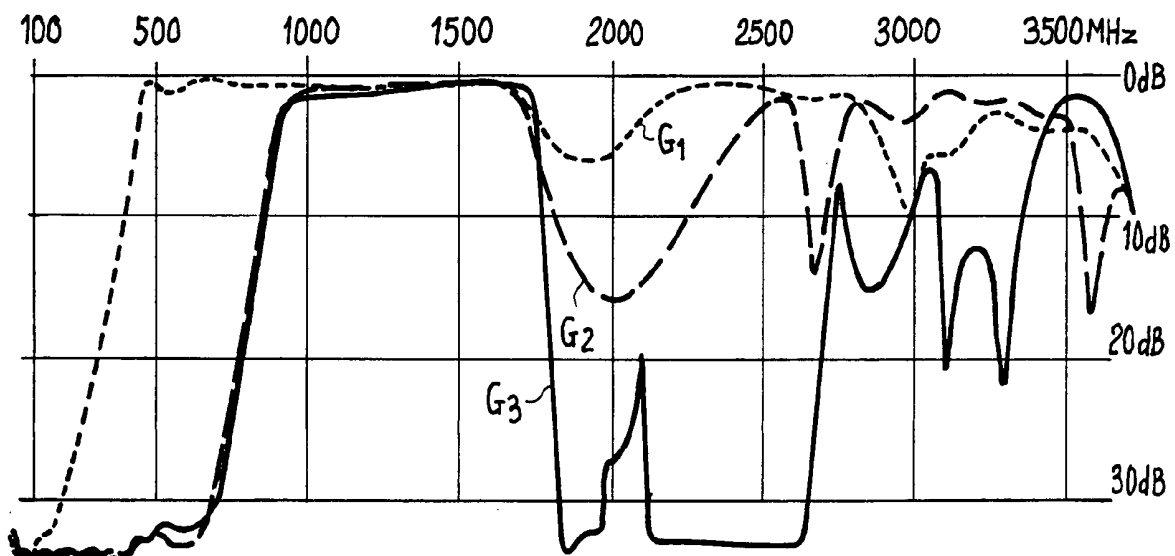
3. Båndpassfilter som angitt i krav 2 og hvor også inngangs- og utgangslinjen (A,B) er utført som ledende strimler,

k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte inngangs- og utgangslinjer (A,B) og de seriekoblede resonatorer er fordelt på de to sider av ett og samme dielektriske substrat ( $S_1$ ), idet minst en av nevnte  $n+1$  kapasitanser ( $C_1 - C_6$ ) mellom to filterelementer er oppnådd ved å anbringe den ene ytterende av det ene element rett overfor den tilordnede ytterende av det annet element, idet de to nevnte elementer for dette formål er anordnet på innbyrdes motsatte sider av substratet og de overlappende flateområder av de to ytterender er fastlagt i samsvar med den kapasitans som tilsiktes.

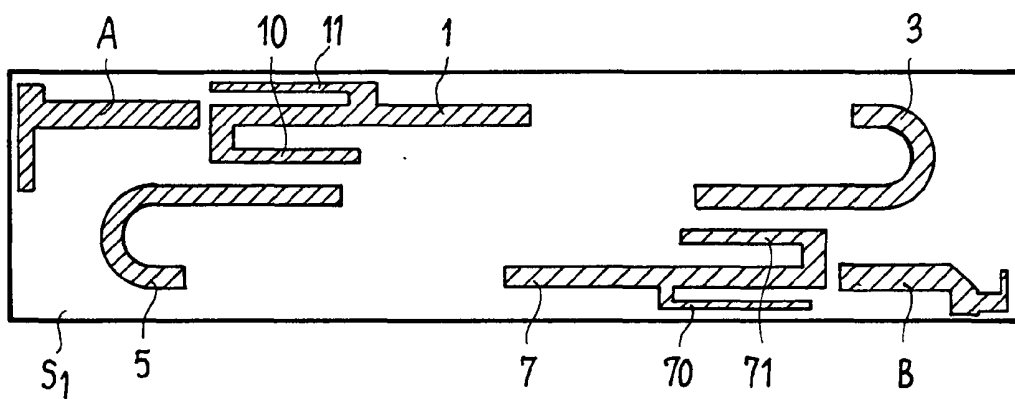
FIG\_1



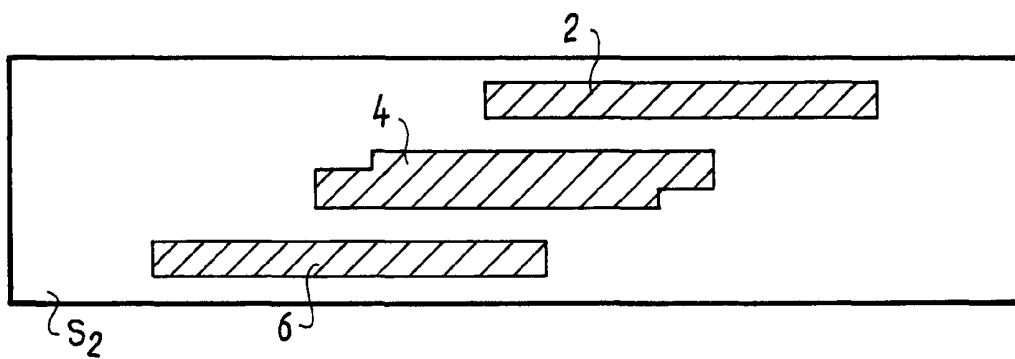
FIG\_2



FIG\_3



FIG\_4



FIG\_5

