



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGGNINGSSKRIFT 63844

C (45) Patenti on julkaistu 10.10.1983
Patent publicat

(51) Kv.Ik.³/Int.Cl.³ H 03 H 7/06, H 01 G 4/40

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	800740
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	11.03.80
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	25.03.80
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	26.09.81
(44) Nähtävöksiänon ja kuul.julkaisuun pvm. — Ansökan utlagd och utskriften publicerad	29.04.83
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	

(71)(72) Juha Heikki Antero Rapeli, Kuikkatie 4 E 6, 90150 Oulu 15,
Seppo Ilmari Leppävuori, Hiukkavaarantie 1 A 9, 90650 Oulu 65,
Suomi-Finland(FI)

(74) Ins. tsto Olli Heikinheimo Ky

(54) Sähköiseltä impedanssiltaan viritettävä komponentti -
Till sin elektrisk impedans avstämbbar komponent

Keksinnön kohteena on jakautuneista RC-rakenteista kokoonpantu resistiivis-kapasitiivisen impedanssin toteuttava sähköinen komponentti sähköisen piirin taajuusviritystä varten kompleksista impedanssia muuttamalla.

Viritettävänä sähköisinä komponentteina tunnetaan vastuksia, kondensaattoreita ja induktansseja. Kompleksisen impedanssin toteuttamiseen käytetään edellä mainittujen komponenttien rinnan- tai sarjaankytkentöjä tai niin sanottuja jakautuneita RC-rakenteita. Kuitenkaan viritettävää kompleksista impedanssia ei tähän mennessä ole esitetty, vaan sen virittäminen, mikäli sitä ei ole voitu välttää, suoritetaan sarjaan tai rinnankytkettyjen vastuksen ja kondensaattorin eri ajanhetkillä tapahtuvilla virittämisillä.

Koska nykyaikaiset elektroniset piirit usein toteutetaan integroituina kalvopiireinä, kuten paksukalvo- tai ohutkalvopiireinä, joissa voidaan virittää vain yhtä komponenttia kerrallaan ja tätäkin pysyvästi ja vain yhteen suuntaan, on kompleksisen impedanssin virittäminen, tai yleisimmin sähköisen piirin virittäminen kompleksista impedanssia muuttamalla, vaikea

tehtävä. Tämän takia jo sähköisen piirin suunnittelussa pyritään sellaisiin ratkaisuihin, että piiriltä haluttua ominaisuutta voitaisiin säätää pelkästään vastusta eli resistiivistä impedanssia virittämällä.

Keksinnön perustana oleva jakautunut RC-rakenne tunnetaan mm. lehtiartikkelista W.M. Kaufman: "Theory of a monolithic null device and some novel circuits", pp. 1540-1545, Proc. IRE, September 1960, ja brittiläisestä patenttijulkaisusta n:o 1 149 764.

Brittiläisessä patenttijulkaisussa esitetään kaksi imupiiriratkaisua, joiden yhteydessä ei kuitenkaan voida puhua kompleksisen impedanssin virittämisestä. Edellinen on rakenteeltaan koaksiaalinen siirtojohto, johon on yhdistetty maadoitusvastus. Koaksiaalisessa siirtojohdossa keskellä olevaa hyvin johtavaa johdinta ympäröi eristekerros ja sitä vuorostaan resistiivinen ulkokerros. Imupiirin virittäminen tapahtuu asteittain koaksiaalista siirtojohtoa lyhentämällä, kunnes haluttu imutaajuus on saavutettu. Samassa julkaisussa todetaan myös, että siirtojohdon sijasta voidaan käyttää planaaria rakennetta. On kuitenkin huomattava, ettei esitettyä imupiiriä voida valmistaa tarkoin halutulle taajuudelle. Ongelmana on siirtojohdon eli jakautuneen RC-rakenteen RC-tulon tilastollinen hajonta. Lisäksi asiaan vaikuttaa myös se, että virittäminen on suoritettava ennen liitosjohtojen lopullista yhdistämistä.

Mainitussa brittiläisessä patenttijulkaisussa on esitetty myös trimmerimäinen säädettävä imupiiri. Siinä voidaan säätää palautuvasti liu'un avulla rinnakkain kahden komponenttiosan, resistiivis-kapasitiivisen ja resistiivisen, arvoja. Kuitenkin tällaisen piirin valmistus on käytännössä vaikeaa, koska vaadittua komponenttiosien resistiivisyyksien suhdetta 17,8 ei voi tarkoin toteuttaa. Piiri ei näin ollen toimi tarkoitetulla tavalla. Lisäksi tällaisen piirin käyttö integroiduissa piireissä on mahdotonta.

Amerikkalaisessa patenttijulkaisussa US 3 109 983 on esitetty monia sähköisiä piirejä, joiden valmistaminen ei ole ollut käytännössä mahdollista nimenomaan siitä syystä, että niissä olevan

jakautuneen RC-rakenteen valmistushajontaa ei voida poistaa palkästään vastusta tai kondensaattoria virittämällä. Keksinnön kohteena oleva viritettävä impedanssi mahdollistaa näidenkin piirien valmistamisen, mikä on voitu todeta kokein.

On olemassa selvä sellaisen komponentin tarve, jossa komponentissa impedanssin sekä resistiivinen että kapasitiivinen osa muuttuvat samanaikaisesti yhdellä viritystoimenpiteellä ja myös tarkoin lasketulla tavalla. Keksinnön tarkoituksena on toteuttaa tällainen sähköiseltä impedanssiltaan viritettävä komponentti. Tämä saadaan aikaan niiden keksinnön tunnusomaisten piirteiden avulla, jotka on pääasiallisesti esitetty ensimmäisessä patenttivaatimuksessa.

Keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti seuraavien piirustusten avulla, joissa

Kuvio 1 tuo esiin jakautuneen RC-rakenteen perspektiivikuvantona, Kuvio 2 esittää kuvion 1 mukaisen RC-rakenteen pitkittäistä leikkauskuvantoa,

Kuvio 3 esittää analogista piirikaaviota kuvioiden 1 ja 2 mukaisesta jakautuneesta RC-rakenteesta,

Kuvio 4 esittää jakautuneesta RC-rakenteesta käytettyä piirrosmerkkiä,

Kuvio 5 esittää piirikaaviona keksinnön mukaisen komponentin muodostamista,

Kuvio 6 esittää komponentin fyysistä rakennetta,

Kuvio 7 esittää poikkileikkauksena oikosuljettua RC-rakennetta kuvion 6 komponentissa,

Kuvio 8 esittää poikkileikkauksena avointa RC-rakennetta kuvion 6 komponentissa,

Kuvio 9 esittää komponentin piirrosmerkkiä,

Kuvio 10 esittää palautuvasti viritettävää keksinnön mukaista komponenttia,

Kuvio 11 esittää kaistanestosuodinta eli imupiiriä,

Kuvio 12 esittää keksinnön mukaisen komponentin soveltamista kaistanestosuotimeen.

Komponentin perustana oleva jakautunut RC-rakenne muodostuu kuvion 1 mukaan päällekkäisistä johdin- tai toissijaisesti vastuskerroksista 11, eristekerroksesta 12 ja vastuskerroksesta 13, joka on sähköisesti kytketty päätejohtimiin 131 ja 132. Yleisimmin kalvo 11 on muodostettu erittäin hyvästä sähköjoh-teesta. Valmistustekniikka tällaisella rakenteella on yleisesti tunnettu, ja joitakin erikoisia menetelmiä on esitetty mm. ame-rikkalaisessa patenttijulkaisussa US 3 665 346 ja saksalaisessa hakemusjulkaisussa DE 2 714 034.

Jakautuneen RC-rakenteen kerrosta 11, joka on kytketty päätejoh-timeen 111, sanotaan maattotasoksi. Edelleen rakennetta sanotaan tyypiltään avoimeksi, jos kaikki päätejohtimet 131, 132 ja 111 ovat toisiinsa kytkemättömät ja tyypiltään oikosuljetuksi, jos toinen vastuskerroksen 13 päätejohtimista 131 ja 132 on kytketty maattotasoon 11 tai sen päätejohtimeen 111.

Toteutettaessa jakautunut RC-rakenne ohutkalvotekniikalla ovat kerrosten 11, 12 ja 13 paksuudet tyypillisesti alle yhden mikro-metrin luokkaa, kun ne paksukalvototeutuksessa ovat 5-50 mikro-metriä.

Teoreettisin laskelmin on todettu, että avoin jakautunut RC-ra-rakenne voi toteuttaa impedansseja, joiden vaihekulma on 43-90 astetta ja oikosuljettu rakenne vastaavasti impedansseja vaihe-kulma-alueelta 0-47 astetta. Halutun vaihekulman saavuttamisen jälkeen saadaan haluttu impedanssin itseisarvo muuttamalla piir-roksessa 1 esitetyn rakenteen muotoa ja mittoja. Impedanssin itseisarvo pienenee avoimella rakenteella enintään taajuuden kasvun suhteessa ja vähintään suhteessa taajuuden neliöjuuren kasvuun. Vastaava pieneneminen oikosuljetulla rakenteella on enintään suhteessa taajuuden neliöjuuren kasvuun.

Yksi jakautunut RC-rakenne voi siis toteuttaa yhden impedanssin ja vain yhdellä taajuudella eikä näin saatua impedanssia voida virittää. Viritettävä impedanssi voidaan kuitenkin toteuttaa keksinnön mukaisella jakautuneiden RC-rakenteiden integroidulla

kytkennällä, jota seuraavassa tarkastellaan impedanssien kään-
teislukujen eli admittanssien eli vaihtosähkön johtokykyjen
avulla. Edellä sanotut vaihekulmat pätevät admittansseille sel-
laisinaan, ja admittanssit kasvavat taajuuden mukana samassa
suhteessa kuin impedanssit edellä sanotussa pienenevät.

Keksinnön mukaisen komponentin rakennetta esittävät kuviot 5-8
ja siitä käytettävää piirrosmerkkiä kuvio 9. Menetelmää kompo-
nentin muodostamiseksi eli sen muodostamisperiaatetta valaisee
seuraava esimerkki. Olkoot f_1 , f_2 , f_3 ja f_4 eri- tai yhtäsuuria
vaihtosähkön taajuuksia ja näillä taajuuksilla komponentilta
haluttavat admittanssit vastaavasti Y_1 , Y_2 , Y_3 ja Y_4 . Toteutetaan
kuviossa 5 jakautunut RC-rakenne 231 siten, että sen admittanssi
taajuudella f_1 on Y_1 . Tämän jälkeen lasketaan rakenteen 231
admittanssi Y_2' taajuudella f_2 , ja mikäli se on pienempi kuin
tällä taajuudella vaadittu Y_2 , erotuksen $Y_2 - Y_2'$ poistamiseksi
lisätään pisteiden 21 ja 22 välille, so. rakenteen 231 rinnalle,
sopivasti mitoitettu jakautunut RC-rakenne 232. Näin edetään
taajuus-admittanssipari kerrallaan ja aina edelliset rakenteet
huomioiden, kunnes kaikki taajuudet on käyty läpi tai tehtävä
osoittautunut mahdottomaksi, kuten tietyissä tapauksissa voi
käydä. Yleensä komponentin toteuttaminen on mahdollista, jos
toteutettavassa admittanssissa sekä resistiivinen että kapasitiiv-
vinen osa kasvavat tai pienenevät taajuuden mukana yksiselittei-
sesti.

Lisättävät rakenteet 231, 232, 233 ja 234 ovat niiden admittans-
sien vaihekulmista riippuen joko avoimia, kuvio 8, tai oikosul-
jettuja, kuvio 7, ja niillä kaikilla on yhteinen maattotaso 221
ja eristekerros 12, joten ne voidaan valmistaa yhtenäiseksi
rakenteeksi käyttäen maattotasona kerrosta 221. Komponentin vie-
rekkäisten osien 231, 232..., ollessa hyvin samanpituisia, mikä
tilanne käytännössä tavallisesti vallitsee, ne voidaan ilman
suurta virhettä yhdistää toisiinsa yhtenäiseksi kuvion 6 mukai-
seksi rakenteeksi, jossa 13 on kyseinen vastuskerros ja 12
eristekerros. Oikosuljetun rakenteen kohdalla, kuvio 7, vastus-
kerros 13 ylittää eristekerroksen 12 reunan ollen siten sähköi-
sesti kytkettynä maattotasoon 221 poikkileikkauksen osoittamalla
tavalla.

Komponentin syöttöpisteen 211 vastaisen vastuskalvon reunaviivan 230 tarkkuutta voidaan lisätä valitsemalla useampia taajuuspisteitä, jolloin murtoviivaan 230 tulee vastaavasti tiheämpi porrastus. Riittävän tiheäksi tehty porrastus voidaan tasoittaa ilman virhettä kaarevaksi reunaviivaksi.

Komponenttia viritetään lyhentämällä sitä viimeiseksi lisätystä rakenteesta, edellisessä esimerkissä 234, lähtien siten, että kerros 13 poistetaan tai katkaistaan tai koko rakenne katkaistaan leikkauksen ollessa syöttöpisteen johtimeen 221 nähden kohtisuora. Käytännössä tämä voidaan suorittaa mekaanisella rakenteen katkaisulla katkaisemalla kalvo 13 lasersäteen tai kuluttavia kappaleita sisältävän ilmasuihkun avulla tai kuluttamalla haitutulta alueelta kerros 13 kokonaan pois.

Virittäminen voidaan saada palautuvaksi kuviossa 10 esitetyllä järjestelyllä. Keksinnön mukaisen komponentin eri osat 231, 232 jne. valmistetaan siten, että ne eivät vaikuta sähköisesti toisiinsa eli käytännössä vastuskerros 13 ja syöttöpisteen johdinnauha 212 on katkaistu eri rakenteiden väliltä. Virittäminen eli tarvittavien rakenteen osien kytkeminen tai kytkennästä irrottaminen suoritetaan johdinnauhan 212 suuntaisesti liikuteltavalla sähköä johtavalla liu'ulla 213, joka on liikuttamista varten asian mukaisesti tuettu. Valmistamalla tällainen komponentti ympyrän muotoiseksi saadaan kompleksista impedanssia säätävä potentiometri.

Koska keksinnön mukainen komponentti voidaan valmistaa siten, että sen ominaisuudet muuttuvat ajan ja lämpötilan mukana jopa niin vähän kuin 0,1 %, sitä voidaan käyttää mitä moninaisimpien piirien kuten värähtelijöiden, suodattimien ja vaimentimien viritettävänä rakenneosana. Tästä esitetään sovellutuksena kuvion 11 kaistanestosuodatin, jonka valmistamista ei ole pystytty ratkaisemaan käytännöllisesti huolimatta yrityksistä aina vuodesta 1960 lähtien. Syynä epäonnistumisiin on se, ettei suodattimen esto-
taajuutta, joka on siltä useimmiten vaadittava ominaisuus, ole
voitu virittää pelkästään vastuksen tai kondensaattorin arvoa

muuttamalla. Näin ollen estotaajuus jää riippumaan jakautuneen RC-rakenteen 1 valmistushajonnasta.

Piirin sisäänmenon 31 ja ulostulon 32 välillä vaihtosähkön kulku on estynyt kokonaan taajuudella $1,78/RC$, missä R on jakautuneen RC-rakenteen päätejohtimien välinen kokonaisvastus ja C eristerroksesta 12 maattotason 11 ja vastuskerroksen 13 väliin jäävän osan kokonaiskapasitanssi, jos vastuksen 33 arvo on täsmälleen jakautuneen resitanssin arvo jaettuna 17,8:lla. Ongelmana on, että tällöin estotaajuudella on sama tilastollinen jakautuma kuin jakautuneella RC-tulollakin eli käytännössä ne jakautuisivat 5%-20% alueelle keskiarvon molemmille puolille.

Piirin estotaajuutta voidaan kuitenkin säätää jatkuvasti vastuksen 33 rinnalle sijoitettavalla kapasitiivis-resistiivisellä admittanssilla 34 kuvion 12 mukaan. Laskemalla tälle admittanssille eri estotaajuuksia vastaavia arvoja ja toteuttamalla ne keksinnön mukaisella komponentilla saadaan tulokseksi piiri, jonka estotaajuutta voidaan virittää lyhentämällä tätä komponenttia. Estotaajuudella tapahtuvaa vaimennusta voidaan virittää vastuksesta 33. Käytännössä on valmistettu sarja piirejä, joiden estotaajuutta voitiin virittää arvoon $1,78/RC$ nähden 28%.

Edellä on esitetty vain eräs esimerkki keksinnön mukaisen komponentin soveltuvuudesta ja käytöstä elektronisen piirin virittämiseen. Komponentin yhteyteen voidaan lisätä erilaisia sähköisiä komponentteja siten, että haluttu impedanssin (admittanssin) virittäminen voidaan suorittaa tämän komponentin avulla. Tällöin piiriä muokataan komponentin yhteyteen ja muihin piirin pisteisiin sijoitetuin tunnetuin komponentein mahdollisimman sopivaksi piirin viritystarvetta vastaavan keksinnön mukaisen viritettävän komponentin edullista muodostamista varten.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Jakautuneista RC-rakenteista kokoonpantu resistiivis-kapasitiivisen impedanssin toteuttava sähköinen komponentti sähköisen piirin taajuusviritystä varten kompleksista impedanssia muuttamalla, t u n n e t t u siitä, että se muodostuu päällekkäisistä johdin-, eriste- ja vastuskierrakkeista muodostettujen suorakaiteen tai vastaavien muotoisten jakautuneiden RC-rakenteiden sellaisesta rinnankytkennästä, jossa oikosuljetut (kuvio 7) ja oikosulkemattomat (kuvio 8), eripituiset ja erilevyiset rakenteet muodostavat yhtenäisen komponentin, jossa eri rakenteet ilmenevät komponentin syöttöpistettä (211) vastapäisen reunaviivan (230) kulmikkaana tai siitä tasoitettuna muotona sekä vastuskerroksen (13) ja maattotason (221) keskinäisenä sähköisenä kytkentänä tai kytkemättömyytenä eri kohdissa sanottua reunaviivaa siten, että komponentti toteuttaa määrätyillä taajuuksilla ja määrätyt rinnakkaisista rakenteista erotettaessa määrätyt kompleksiset impedanssit.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen komponentti t u n n e t t u siitä, että sen RC-rakenteita erottamalla suoritettava viritys toimeenpannaan poistamalla tai katkaisemalla yksi tai useampia kerroksia siten, että jäljelle jäävän rakenteen päätyviiva on syöttöpisteen johdinnauhaan (211) nähden kohtisuora ja että sanotun päätyviivan toiselle, poistetuksi katsotulle puolelle jäävä rakenteen osa ei vaikuta komponentin sähköiseen toimintaan.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen komponentti, t u n n e t t u siitä, että kun komponentin muodostavat jakautuneiden RC-rakenteiden (231, 232 jne.) vastuskerrokset valmistetaan toisistaan sähköisesti eristetyiksi, sitä voidaan virittää palautuvasti kytkemällä tai irroittamalla kytkennästä tarvittava määrä rakenteita liitosjohtimen (212) suuntaisesti liikuteltavalla liu'ulla (213), joka oikosul-

kee virityskannan osat kannan alkupisteestä (23) liu'un päätepisteeseen (24) saakka.

4. Menetelmä patenttivaatimuksen 1 mukaisen komponentin muodostamiseksi t u n n e t t u siitä, että ensimmäisen jakautuneen RC-rakenteen eräässä vastuskalvon (13) pituudessa (esim. 231 kuvio 5 tai kuviol8) toteuttaessaan halutulla vaihtosähkön taajuudella (f_1) halutun admittanssin (Y_1), toteuttaa toisella taajuudella (f_2) toisen admittanssin (Y_2') ja jos se on pienempi kuin toisella taajuudella (f_2) vaadittu admittanssi (Y_2), erotuksen ($Y_2 - Y_2'$) poistamiseksi lisätään ensimmäisen jakautuneen RC-rakenteen (231) rinnalle sopivasti mitoitettu toinen jakautunut RC-rakenne (232) ja että edellä esitetty mitoitus suoritetaan portaittain usealle admittanssiarvolle tai jatkuvasti tietyllä admittanssialueella.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukaisen komponentin käyttö sellaisen kaistanestosuotimen osana, joka koostuu jakautuneesta RC-rakenteesta (1 kuvio 11) ja maattovastuksesta (33), t u n n e t t u siitä, että vastuksen (33) rinnalle on kytketty mainittu komponentti (34 kuvio 12).

1. Av fördelade RC-konstruktioner hopsatt elektrisk komponent, som förverkligar en resistiv-kapacitiv impedans, för frekvensinställning av en elektrisk krets genom att ändra den komplexa impedansen, k ä n n e t e c k n a d därav, att den består av en sådan parallellkoppling av, av ovanpå varandra liggande ledar-, isoler- och motståndsskikt bildade fördelade RC-konstruktioner med formen av en rektangel eller liknande, där kortslutna (fig. 7) och icke-kortslutna (fig. 8), olika långa och olika breda konstruktioner bildar en enhetlig komponent, där de olika konstruktionerna framträder som en kantig form av den i förhållande till komponentens matarpunkt (211) motsatta kantlinjen (230) eller som en utjämnad form av denna och som en elektrisk koppling eller icke-koppling mellan motståndsskiktet (13) och jordskiktet (221) på olika ställen av nämnda kantlinje på sådant sätt, att komponenten vid bestämda frekvenser och vid avskiljning av bestämda konstruktioner av de bredvid varandra liggande konstruktionerna förverkligar bestämda komplexa impedanser.

2. Komponent enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att inställningen, som utförs genom avskiljning av dess RC-konstruktioner, utförs genom att avlägsna eller kapa bort ett eller flera skikt på sådant sätt, att den återstående konstruktionens ändlinje står vinkelrätt mot matarpunktens ledarband (211) och den del av konstruktionen som blir på nämnda ändlinjes andra sida, som anses vara avlägsnad, inte påverkar komponentens elektriska funktion.

3. Komponent enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att när motståndsskikten i de fördelade RC-konstruktionerna (231, 232, o.s.v.) som bildar komponenten tillverkas elektriskt isolerade från varandra, kan den inställas reversibelt genom att inkoppla eller fränkoppla en erforderlig mängd konstruktioner medelst en i anslutningsledarens (212) riktning förskjutbar slid (213), som kortsluter

inställningsbasens delar från basens begynnelsepunkt (23) ända till slidens ändpunkt (24).

4. Förfarande för bildande av en komponent enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att en första fördelad RC-konstruktion på en längd av ett motståndsskikt (13) (t.ex. 231 fig. 5 eller fig. 8) vid förverkligande av en önskad admittans (Y_1) vid en önskad växelströmsfrekvens (f_1), förverkligar en annan admittans (Y_2') vid en annan frekvens (f_2) och om denna är mindre än en vid den andra frekvensen (f_2) erfordrad admittans (Y_2), tillfogas bredvid den första fördelade RC-konstruktionen (231) en lämpligt dimensionerad andra fördelad RC-konstruktion (232) för att avlägsna skillnaden ($Y_2 - Y_2'$) och att ovan angivna dimensionering utförs stegvis för flera admittansvärden eller kontinuerligt inom ett visst admittansområde.

5. Användning av en komponent enligt patentkravet 1 som en del av ett sådant bandspärrfilter som består av en fördelad RC-konstruktion (1 fig. 14) och ett jordmotstånd (33), k ä n n e t e c k n a d därav, att nämnda komponent (34 fig. 15) är kopplad parallellt med motståndet (33).

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 602 723 (H 01 C 17/22).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Iso-Britannia-Storbritannien(GB) 1 149 764 (H 03 h 7/06).

63844

FIG. 1

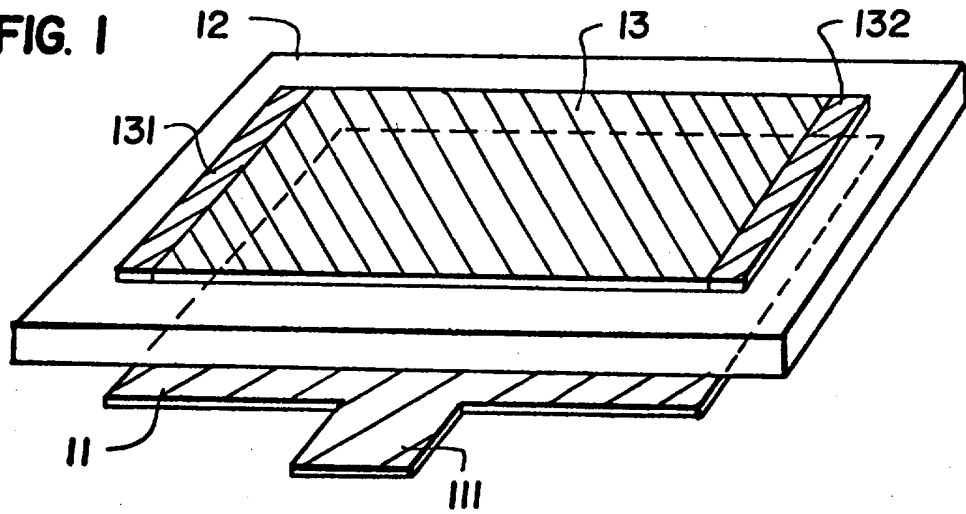


FIG. 2

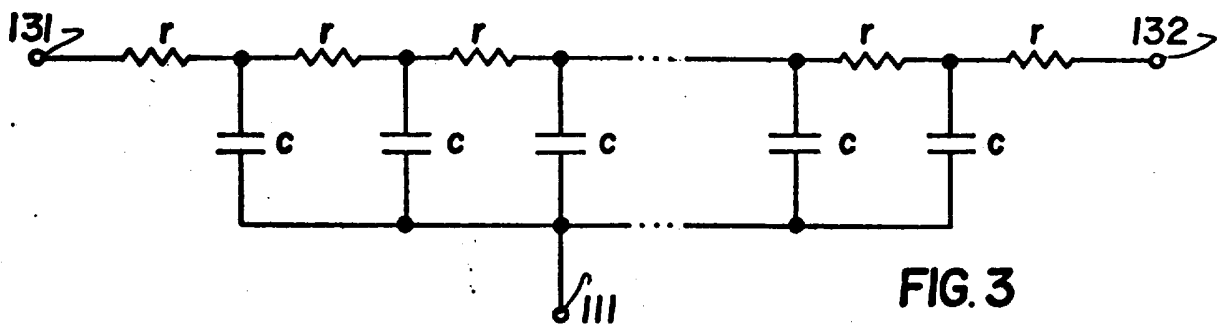
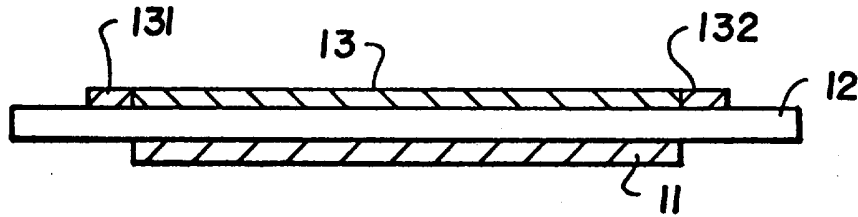
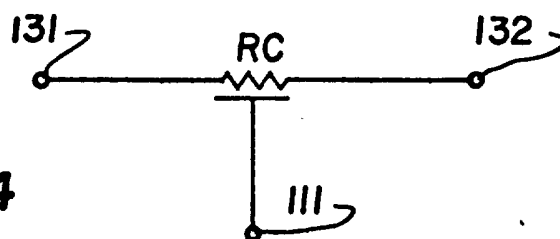


FIG. 3

FIG. 4



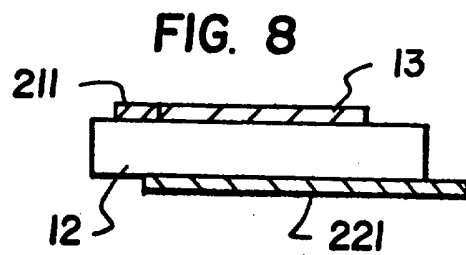
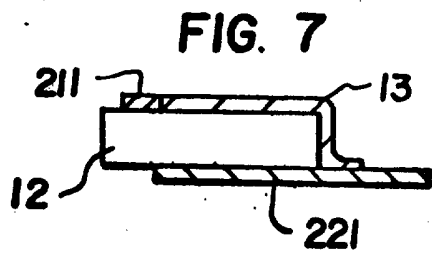
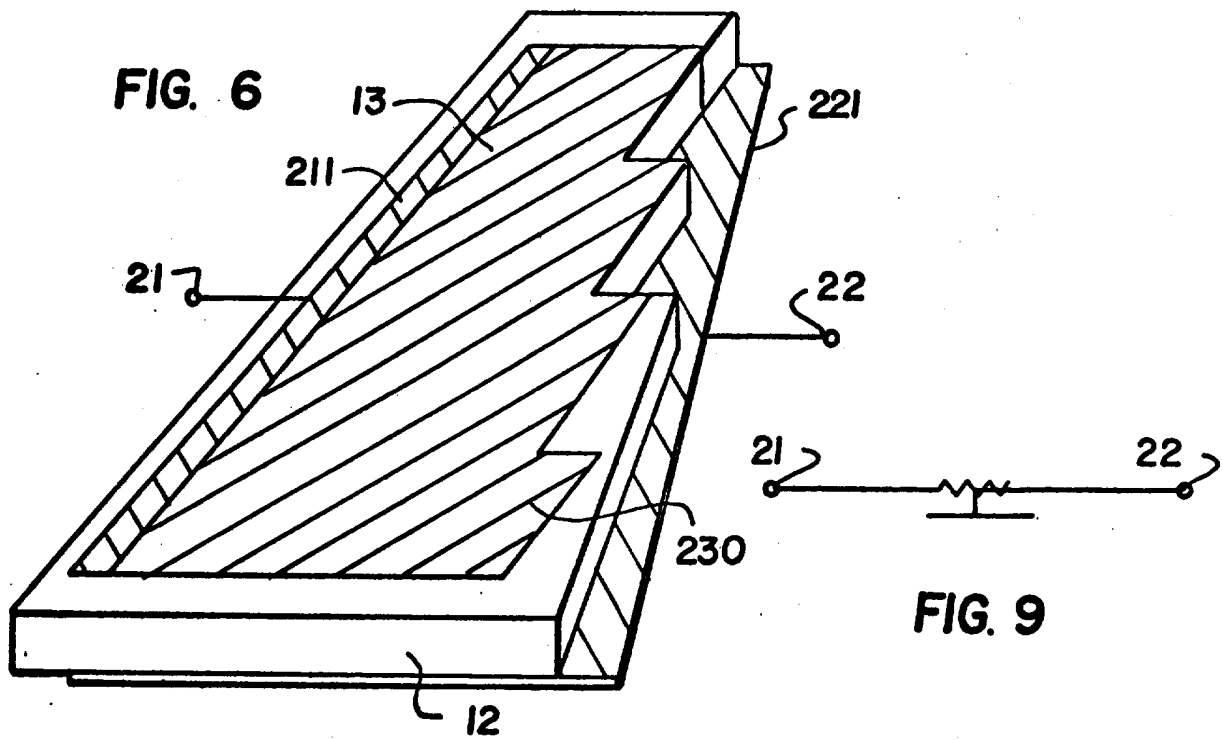
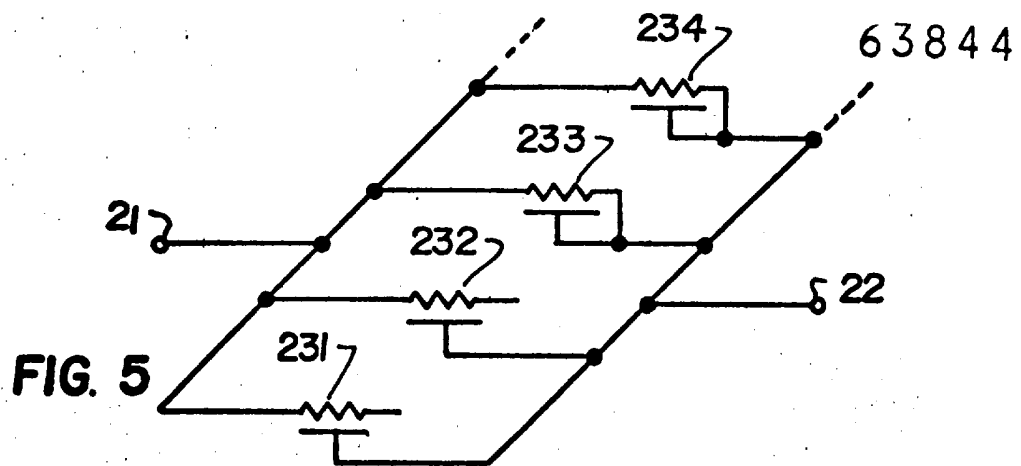


FIG. 10

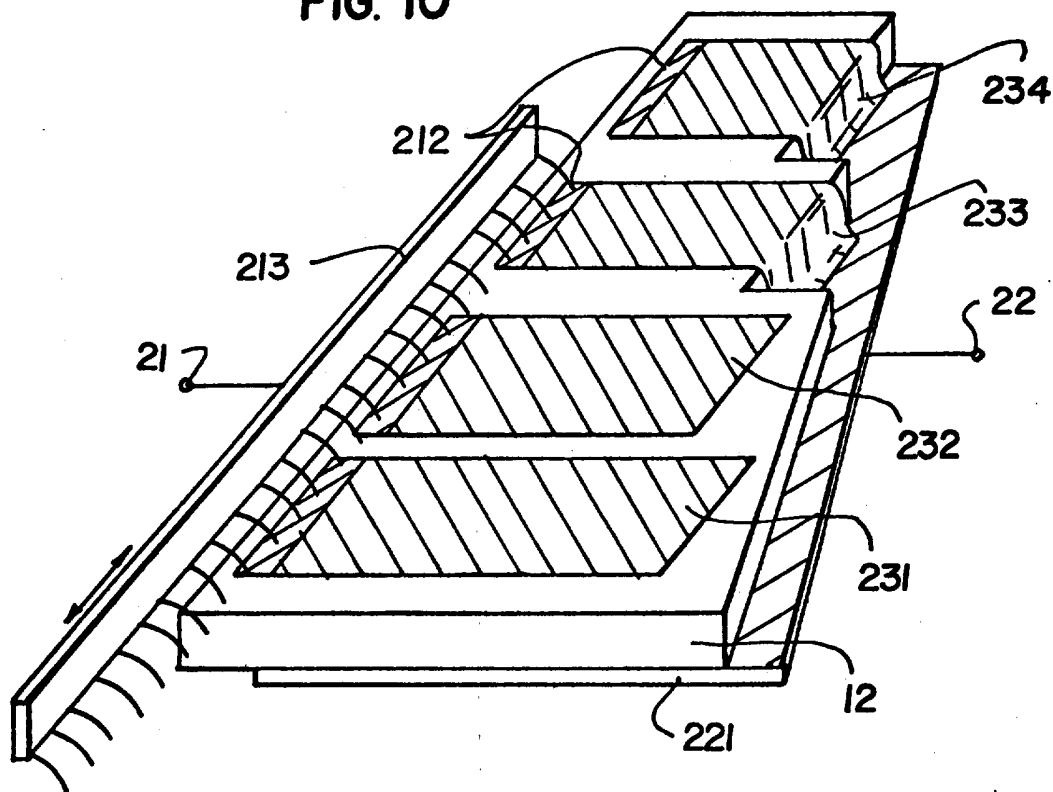


FIG. 11

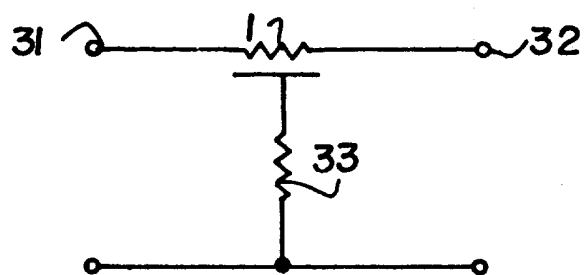


FIG. 12

