

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

P 03 004 94

**TÖBBRÉTEGŰ TRANSZFORMÁTOR,
TÖBBRÉTEGŰ SZALAG SZERKEZETŰ TRANSZFORMÁTOR,
SZIMMETRIKUS TÖBBRÉTEGŰ TRANSZFORMÁTOR ÉS
FERROMÁGNESES ANYAG KERÁMIA TRANSZFORMÁTORHOZ**

5

Kivonat

A találmány tárgya többretegű transzformátor, többretegű szalag szerkezetű transzformátor, szimmetrikus többretegű transzformátor (132) és ferromágneses anyag kerámia transzformátorhoz.

10 A többretegű szalag szerkezetű transzformátor (132) több rétegből (168, 170, 172, 174) áll, amely rétegek (168, 170, 172, 174) közül legalább kettőn a transzformátor (132) vasmagját alkotó vasmag-terület van. A transzformátor legalább egy rétegen (168, 170) elhelyezkedő primer tekercset (126, 128) tartalmaz, amely primer tekercs (126, 128) központi magterületet határoz meg a legalább egy rétegen (168, 170). A transzformátor (132) legalább egy rétegen (172, 174) elhelyez-

15 kedő szekunder tekercset (178, 180) tartalmaz, amely központi magterületet határoz meg a legalább egy rétegen (172, 174). A transzformátor (132) a különböző rétegekben (168, 170) elhelyezkedő primer tekercset (126, 128) összekötő átkötések (130) egy első csoportját és a különböző rétegekben (172, 174) elhelyezkedő szekunder tekercset (178, 180) összekötő átkötések (130) egy második csoportját

20 tartalmazza, ahol az első és második csoporthoz tartozó átkötések (130) a transzformátor (132) vasmagjának primer és szekunder tekercsei (126, 128, 178, 180) által meghatározott központi magterületeken belül helyezkednek el. (9. ábra)

Handwritten signature and date: 03.04.01.

P 03 00 494

5750

03

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

**TÖBBRÉTEGŰ TRANSZFORMÁTOR,
TÖBBRÉTEGŰ SZALAG SZERKEZETŰ TRANSZFORMÁTOR,
SZIMMETRIKUS TÖBBRÉTEGŰ TRANSZFORMÁTOR ÉS
FERROMÁGNESES ANYAG KERÁMIA TRANSZFORMÁTORHOZ**

5 A találmány tárgya többretegű transzformátor, többretegű szalag szerkezetű transzformátor, szimmetrikus többretegű transzformátor és ferromágneses anyag kerámia transzformátorhoz. A találmány elsősorban többretegű kerámia transzformátorokkal és azok gyártási eljárásával kapcsolatos.

10 A hagyományos felépítésű transzformátorok tekercseket és mágnesesen permeábilis területeket, ún. magokat tartalmaznak. A tekercsek általában egy szigetelt vezetőhuzalból állnak. A tekercs rendszerint egy vasmag köré van feltekerve. A tekercselés egy szigetelt csévetest köré is feltekerhető, amelyet azután a vasmag körül helyeznek el. A transzformátorok általában több különböző menetszámú tekercset, vagyis primer tekercseket és szekunder tekercseket tartalmaznak.

15 A hagyományos transzformátoroknak hosszú, beágyazott, különálló vasmagja és tekercselési területe van, ami a transzformátor tekercsének a vasmaghoz viszonyított elhelyezését korlátozza. A tekercs általában a vasmag köré van feltekerve, ezáltal megnöveli a transzformátor külső méretét és térfogatát. A jelenlegi konstrukciós kialakítások alkalmazásakor nem praktikus a tekercseket fizikailag is átvezetni a vas-
20 mag területén. Ennek megtétele ugyanis rendkívül költséges és időigényes lenne. Ezen kívül a vasmag anyagán áthaladó esetleges áramkörök a tervezett mágneses téren kívül további, nemkívánatos mágneses tereket indukálnának. Emiatt a tekercseknek a vasmag köré történő tekercselése korlátozza a hagyományos transzfor-

mátorok méretcsökkentési lehetőségét. A szigetelőtranszformátorok méretének csökkentése gyakran nehézségekbe ütközik, mivel a szigetelőtranszformátor szerkezete és fizikai kialakítása jelentős szerepet játszik annak villamos szigetelő tulajdonságaiban.

- 5 A fizikai méretbeli korlátozásokon kívül a távközlési alkalmazásokban használt hagyományos transzformátoroknak biztonsági szabványok előírásait is ki kell elégíteniük, mivel azokat széles körben használják felhasználói elektronikus készülékeknek egy kommunikációs hálózatról, például telefonhálózatról történő leválasztására. Számos előírás miatt a transzformátoroknak meghatározott nagyságú potenciálgátat
- 10 kell biztosítaniuk, továbbá a transzformátorokon belüli rések méretére és a kúszóáramutakra vonatkozóan szintén bizonyos előírásoknak kell eleget tenniük. Résméret alatt két vezető tag között a levegőben mért legrövidebb távolságot értjük. A résméretnek különös jelentősége van, mivel a levegő, bár jó szigetelő, elég erős elektromos tér esetén ionizálódhat és áttörheti a dielektromos potenciálgátat.
- 15 A kúszóáramút alatt két vezető tag között a szigetelő felülete mentén mért legkisebb távolságot értjük. Ennek a jellemzőnek szintén különös jelentősége van, mivel ha egy szigetelőfelület két pontja között elég nagy az elektromos potenciálkülönbség, akkor bizonyos környezeti feltételek esetén és elegendően hosszú idő elteltével a szigetelő felülete átüthet, ami a szigetelési tulajdonságok leromlásához vezet.
- 20 A hagyományos transzformátorokat úgy gyártják, hogy a távolságokra és feszültségleválasztásra vonatkozó előírásoknak megfelelő szigetelő szalagok, keresztező szalagok, lakk, epoxi, szigetelőhuzalok és műanyag csévetestek felhasználásával tesznek eleget. Az imént említett elemeket számos különböző módon kombinálják annak biztosítása érdekében, hogy a transzformátor ellenálljon a feszültségátütésnek és
- 25 eleget tegyen a távolságokra vonatkozó előírásoknak.

A fizikai méretre vonatkozó korlátozások és az elektromos szigetelő tulajdonságokra vonatkozó előírások mellett a hagyományos transzformátorok gyártása nehezen automatizálható. A hagyományos tekercselt transzformátorokat azért nehéz automatizáltan gyártani, mert a tekercsvezetékeket a csévetest érintkezőihez kell forrasztani.

5 Ezen kívül a tekercsek feltekerése és azok egymástól meghatározott távolságra történő elhelyezése a gyártási folyamat során rendkívül nehéz, és az összeszerelés nagyfokú manuális munkát igényel. A vonatkozó előírások kisebb módosításai esetén, például nagyobb mértékű feszültségleválasztás előírásakor, minden bizonnyal további gyártási lépések válnak szükségessé, aminek eredményeképpen a transz-

10 formátorok gyártási költsége túlnő azon a határon, amely a piac számára még elfogadható.

A hagyományos transzformátorokkal kapcsolatos korlátozások kiküszöbölése céljából számos eljárást dolgoztunk ki kerámia transzformátorok gyártására. Ezeknek a kerámia transzformátoroknak a nagy része nem kifejezetten villamos leválasztásra szolgál, így például nem alkalmasak a megfelelő feszültségvédelem biztosításához

15 szükséges fizikai követelmények biztosítására.

Ezen kívül a biztonsági előírásokat kielégítő hagyományos kerámia transzformátorok gyakran nem biztosítanak megfelelő teljesítményt, így például gyenge csatolást biztosítanak a transzformátor tekercsei között.

20 Szükség van tehát egy olyan tökéletesített transzformátorra, különösen alacsony költséggel előállítható, kisméretű kerámia transzformátorra, amely könnyen gyártható tömegtermelésben, automatizált módon, és amely eleget tesz a biztonsági előírásoknak.

Az ismert megoldások hátrányainak, valamint más hátrányok kiküszöbölése céljából a jelen leírásban olyan eljárást és berendezést ismertetünk, amellyel lecsökkentett fizikai mérettel és térfogattal rendelkező, ugyanakkor a villamos szigetelési tulajdonságokat hátrányosan nem befolyásoló, többrétegű transzformátor előállítására szolgál.

A kitűzött célokat egyrészt olyan többrétegű szalag szerkezetű transzformátor megvalósításával érjük el, amely több rétegből áll, és amely rétegek közül legalább két tőn a transzformátor vasmagját alkotó vasmag-terület van. A transzformátor legalább egyik rétegén olyan primer tekercs van, amely központi magterületet határoz meg a legalább egy rétegen. A transzformátor legalább egyik rétegén olyan szekunder tekercs van, amely központi magterületet határoz meg a legalább egy rétegen. A transzformátor a különböző rétegeken lévő primer tekercseket összekötő átkötések egy első csoportját tartalmazza, valamint a különböző rétegeken lévő szekunder tekercseket összekötő átkötések egy második csoportját tartalmazza. Az átkötések első és második csoportja a transzformátor vasmagjának primer és szekunder tekercsei által meghatározott központi magterületeken belül helyezkedik el.

A transzformátor rétegei célszerűen együttégetett kerámia anyagból vannak.

Egy kiviteli alaknál az együttégetett kerámia anyag alacsony hőmérsékleten együttégetett kerámia (LTCC) anyag.

Egy másik kiviteli alaknál az együttégetett kerámia anyag magas hőmérsékleten együttégetett kerámia (HTCC) anyag.

A találmány szerinti transzformátor egyik előnye, hogy a transzformátor teljes térfogata az eddigiekhez képest lecsökkent. További előnye, hogy a gyártáshoz szüksé-

ges anyag mennyisége az eddigieknél szintén kisebb, aminek következtében jelentősen lecsökken a transzformátor előállítási költsége és tömege.

A kitűzött célokat másrészt olyan többrétegű transzformátor megvalósításával érjük el, amely egynél több réteget tartalmaz, amelyek közül legalább kettőn a transzformátor vasmagját alkotó vasmagterület van. A transzformátor egy első rétegen elhelyezkedő primer tekercset tartalmaz, amely primer tekercs központi magterületet határoz meg az első rétegen, valamint egy második rétegen elhelyezkedő szekunder tekercset tartalmaz, amely szekunder tekercs egy központi magterületet határoz meg a második rétegen. Az első és második rétegek egymás felett helyezkednek el úgy, hogy az egyik rétegben lévő primer tekercs átlapolja a másik rétegben lévő szekunder tekercset.

A transzformátor célszerűen tartalmaz a különböző rétegekben elhelyezkedő primer tekercset összekötő átkötéseket és a különböző rétegekben elhelyezkedő szekunder tekercset összekötő átkötéseket.

15 Az első és második csoporthoz tartozó átkötések célszerűen a transzformátor vasmagjának primer és szekunder tekercsei által meghatározott központi magterületen belül helyezkednek el.

Az egyik lehetséges kiviteli alaknál a primer tekercs kezdő és befejező vége a transzformátor azonos rétegén helyezkedik el.

20 Egy másik lehetséges kiviteli alaknál a szekunder tekercs kezdő és befejező vége a transzformátor azonos rétegén helyezkedik el.

Egy további lehetséges kiviteli alaknál a primer és szekunder tekercs kezdő és befejező vége a transzformátor azonos rétegén helyezkedik el.

A transzformátor rétegei célszerűen ferromágneses, együttégetett kerámia szalagok.

A ferromágneses, együttégetett kerámia szalagok lehetnek alacsony hőmérsékleten együttégetett kerámia anyagból (LTCC) vagy magas hőmérsékleten együttégetett kerámia anyagból (HTCC).

- 5 Az átlapolódó primer és szekunder tekercsek célszerűen lényegében fedésben vannak egymással.

Előnyös, ha a primer és a szekunder tekercset legalább rendre az első és a második rétegen, a vasmag belsejében elhelyezkedő primer és szekunder vezető tagok alkotják, ahol az első rétegen elhelyezkedő primer vezető tag egyik vége az első és a második réteg között kialakított átkötésen keresztül a második rétegen lévő szekun-
 10 der vezető tag egyik végéhez kapcsolódik, az első és a második réteg egymással szomszédos, a vezető tagok merőlegesek a vasmag mágneses erővonalaira, és a primer vezető tagnak a primer tekercs által meghatározott központi magterületen belül elhelyezkedő része párhuzamos a szekunder vezető tagnak a szekunder te-
 15 kercs által meghatározott központi magterületen belül elhelyezkedő részével, ahol a két, lényegében azonos nagyságú, de ellentétes irányú áramot vezető rész azonos nagyságú, de ellentétes polaritású mágneses teret kelt oly módon, hogy az átkötések körül az eredő mágneses tér nagysága lényegében zérus.

Egy lehetséges kiviteli alaknál a szomszédos rétegekben elhelyezkedő primer és
 20 szekunder tekercsek egy első távolságra vannak egymástól, amely első távolság célszerűen kisebb, mint egy második távolság, ahol a második távolság a primer tekercs primer vezető tagjainak az azonos rétegen lévő két szomszédos része közötti távolság.

Egy másik lehetséges kiviteli alaknál a szomszédos rétegekben elhelyezkedő primer és szekunder tekercsek egy első távolságra vannak egymástól, amely első távolság kisebb, mint egy második távolság, ahol a második távolság a szekunder tekercs szekunder vezető tagjainak az azonos rétegben lévő két szomszédos része közötti tá-
5 volság.

Egy további lehetséges kiviteli alaknál a szomszédos rétegekben elhelyezkedő primer és szekunder tekercsek egymástól egy első távolságra vannak, amely első távolság kisebb, mint egy második távolság, ahol a második távolság a primer tekercs primer vezető tagjai, illetve a szekunder tekercs szekunder vezető tagjai közötti tá-
10 volság.

A primer tekercs előnyösen spirál alakú. A szekunder tekercs célszerűen szintén spirál alakú.

A legalább az első rétegen elhelyezkedő primer tekercs primer mágneses fluxust előállítóan van kiképezve, míg a legalább a második rétegen elhelyezkedő szekun-
15 der tekercs a primer mágneses fluxus révén van a primer tekercshez csatolva.

Az imént bemutatott transzformátor egyik előnye, hogy a transzformátorból kilépő mágneses erővonalak jelentéktelen mértékben módosulnak, mivel az első és második elektromos vezető tagban folyó effektív áram az átkötő elem körül nulla. Így a transzformátor vasmagjában nem keletkezik jelentős mértékű szórt mágneses tér.

20 A találmány szerinti transzformátor további előnye, hogy jelentősen javul a tekercsek közötti mágneses csatolás.

A kitűzött célokat továbbá olyan szimmetrikus, többrétegű transzformátor megvalósításával érjük el, amely egy vagy több réteget és legalább egy rétegen elhelyez-

kedő, mágneses fluxust előállító tekercset tartalmaz. A tekercs belső vasmag-területet határoz meg, amely merőleges a mágneses fluxusra. Az egy vagy több réteg felett olyan lemez van, amelynek keresztmetszeti területén keresztül a mágneses fluxus zárt hurkot alkot. A lemez mágneses fluxus által lefedett keresztmetszeti területe egyenlő a mágneses fluxus által lefedett belső vasmag-területtel. Az egy vagy több réteg mindegyike azonos anyagból van.

A kitűzött célokat továbbá olyan szimmetrikus, többrétegű transzformátor megvalósításával érjük el, amely egy vagy több réteget és legalább egy rétegen elhelyezkedő, mágneses fluxust előállító tekercset tartalmaz. A tekercs belső vasmag-területet határoz meg, amely merőleges a mágneses fluxusra. Az egy vagy több réteg felett olyan lemez van, amelynek keresztmetszeti területén keresztül a mágneses fluxus zárt hurkot alkot. A lemez mágneses fluxus által lefedett keresztmetszeti területe nagyobb, mint a mágneses fluxus által lefedett belső vasmag-terület. Az egy vagy több réteg mindegyike azonos anyagból van.

A jelen találmány egy előnye abban rejlik, hogy szimmetrikus keresztmetszeti területtel rendelkező szimmetrikus transzformátort hozunk létre, és így egy adott méret esetén a mágneses fluxussűrűség maximális.

A kitűzött célokat végül olyan, kerámia transzformátorhoz használható ferromágneses anyag előállításával érjük el, amely teljes tömegre vonatkoztatva 40–60% m/m arányban ferritet (FeO) tartalmazó nikkkel-réz-cink-ferrit ötvözetet, teljes tömegre vonatkoztatva legfeljebb 1% m/m mennyiségben bizmutot és teljes tömegre vonatkoztatva legfeljebb 10% m/m mennyiségben cink-oxidot tartalmaz, ahol a cink-oxid szemcsék mérete a kerámia transzformátor kiégetése után kisebb, mint 10 μm .

A találmány imént említett és számos további előnyét és jellemzőjét a leírás és a csatolt rajz alapján ismertetjük. A rajzon az

1A és 1B ábra egy hagyományos tekercselésű transzformátor oldalnézete, illetve keresztmetszete, a

5 2. ábra a találmány szerinti többrétegű transzformátor egyik célszerű kiviteli alakjának legfelső rétegét mutatja felülnézetben, a

3. ábra a találmány szerinti transzformátor egyik célszerű változatánál a transzformátor egyik tekercsrétegét mutatja be, amelyben az áram az egyik irányba folyik, a

10 4. ábra a 3. ábrán látható transzformátor egy másik tekercsét mutatja be, amelyben az áram ellentétes irányba folyik, az

5. ábra a 3. és 4. ábrán látható transzformátor tekercsrétegeit egymás fölötti elrendezésben szemlélteti, továbbá bemutatja az egyes tekercsrétegekben folyó áram irányát, valamint a mágneses fluxusok megfelelő polaritását, a

15

6A és 6B ábra egy hagyományos többrétegű transzformátor egyik rétegében elrendezett, különálló primer és szekunder tekercsek mágneses fluxusának útvonalát szemlélteti, a

7A és 7B ábra a találmány szerinti többrétegű transzformátor különálló rétegeiben egymáshoz közel elhelyezett primer és szekunder tekercsek mágneses fluxusának útvonalát szemlélteti, a

20

8A és 8B ábra a találmány szerinti többrétegű transzformátor keresztmetszetét, valamint a transzformátor egyik rétegének felülnézetét mutatja, a

9. ábra a találmány szerinti többrétegű transzformátor bontott perspektivikus nézete, a

5 10. ábra a találmány szerinti szimmetrikus többrétegű transzformátor különböző területeit szemlélteti, és a

11A, 11B és 11C ábrák a találmány szerinti transzformátorban alkalmazott különböző spirális tekercselésekre mutatnak három példát felülnézetben.

A leírás további részében a rajz segítségével a találmány célszerű kiviteli alakjait ismertetjük, azonban e kiviteli alakok csak konkrét példaként szolgálnak. Nyilvánvaló, hogy más kiviteli alakok szintén megvalósíthatók, és a bemutatott kiviteli alakok tetszőlegesen módosíthatók az igényelt oltalmi körön belül.

Az 1A ábra egy hagyományos transzformátor oldalnézetét mutatja, amely transzformátornak kezdő 46 vezetéke és befejező 48 vezetéke van, melyek többszörösen körbe vannak tekerve egy szigetelő 44 csévetest körül. A tekercselés szigetelt vezetőhuzalt tartalmaz. A 46 és 48 vezetékekben folyó elektromos áram mágneses teret hoz létre. A mágneses erővonalak merőlegesek a tekercsre. Az ily módon létrehozott mágneses erővonalakat koncentrálják, vagyis a fluxust megnövelik azáltal, hogy az erővonalakat átvezetik egy kis reluktanciával (mágneses ellenállással) rendelkező, mágnesesen permeábilis 42 vasmagon. A kis reluktancia fokozása érdekében a 42 vasmagban zárt 40 mágneses utat hoznak létre. A hagyományos transzformátorok más kiviteli alakjai általában két vagy több tekercset tartalmaznak, melyek primer, illetve szekunder tekercseket alkotnak. Ezek a transzformátorok a tekercsek vas-

maghoz történő csatlakoztatásához legalább négy érintkező kialakítását teszik szükségessé.

Az 1B ábra az 1A ábrán látható hagyományos transzformátor A–A sík mentén vett keresztmetszetét mutatja. A 42 vasmag keresztmetszeti területe merőleges a mágneses fluxus 1A ábrán látható 40 mágneses útjára. Fontos a 42 vasmag teljes keresztmetszeti területének optimális megválasztása annak érdekében, hogy illeszkedjen a vasmag anyagának optimális fluxussűrűségéhez, valamint az alkalmazás számára előírt elektromos jellemzőkhöz, például az induktivitáshoz. A transzformátor olyan 50 tekercselési területet tartalmaz, amely biztosítja, hogy a tekercselés a 42 vasmag körül legyen kialakítva, és ne menjen át a 42 vasmag középső részén.

A 2. ábrán a találmány szerinti többrétegű transzformátor egyik célszerű kiviteli alakjának legfelső rétege látható. A többrétegű transzformátornak olyan 61 felső lemeze van, amely négy kiemelkedő 52, 54, 56, 58 érintkezőt és négy villamosan vezető átmenőfuratot, ún. 60 átkötést tartalmaz. A kiemelkedő 52, 54 érintkezők megfelelnek a primer tekercs kezdő vezetékének, illetve a primer tekercs befejező vezetékének. A másik két kiemelkedő 56, 58 érintkező megfelel a szekunder tekercs kezdő vezetékének, illetve a szekunder tekercs befejező vezetékének. A 61 felső lemez és az összes további réteg előállítható ferritszalagból, például alacsony hőmérsékleten együttégetett kerámiából (Low-Temperature-Cofired-Ceramics: LTCC), magas hőmérsékleten együttégetett kerámiából (High-Temperature-Cofired-Ceramics: HTCC), vagy más hasonló anyagból. A primer és a szekunder tekercsek elhelyezhetők számos rétegben, ahol a különböző rétegekben elhelyezkedő tekercsek vezető 60 átkötésekkel kapcsolhatók össze. A primer és a szekunder tekercsek kezdő és befejező vezetékai a 61 felső lemez külső 63 felületén végződnek. A vezető 60 átkötések általában a 61 felső lemez belső része felé helyezkednek el. A szóban forgó kiviteli alaknál a primer tekercs és a szekunder tekercs érintkezői

ugyanazon a lemezen helyezkednek el. A primer tekercs és szekunder tekercs érintkezői azonban elhelyezkedhetnek különböző lemezeken vagy rétegeken is.

A 3. ábrán a találmány szerinti többrétegű transzformátor egyik 76 rétege látható, amelynek ferritszalag hordozójára villamosan vezető anyag van rányomtatva, ezáltal villamosan vezető tag, nevezetesen egy 62 tekercs van létrehozva rajta. A 62 tekercsen átfolyó elektromos áram 64 mágneses teret hoz létre. A 64 mágneses tér iránya merőleges a 62 tekercsre, és a tér körbeveszi a tekercset. A 64 mágneses tér polaritását az áram folyási iránya határozza meg. A többrétegű transzformátor többi rétege ugyanilyen tekercseket tartalmaz. Mindegyik tekercsnek egy vagy több me-
 5 nete, valamint kezdő és befejező vége van, amely végek a 60 átkötéseken keresztül a 2. ábrán látható 52, 54, 56 vagy 58 érintkezőihez kapcsolódnak elektromosan.

Nyilvánvaló, hogy a primer és a szekunder tekercsek menetszámát a transzformátor specifikációja adja meg. A 62 tekercs a ferritszalagos hordozóréteget egy belső 68 magrészre, és egy külső 66 magrészre osztja. A 60 átkötések célszerűen a belső 68 magrészben helyezkednek el a transzformátor méretének csökkentése érdekében.
 15 Nyilvánvaló, hogy a 60 átkötések, illetve azok egy része elhelyezkedhet a belső 68 magrész külső oldalán is. Ennek megfelelően a találmány szerinti transzformátor egyik célszerű változatánál — a 4. és 5. ábrán látható módon — az összes 60 átkötés a belső 68 magrészen keresztül köti össze a 76 réteget a szomszédos 74 réteg-
 20 gel. A 62 tekercseknek a belső 68 magrészen keresztül a 60 átkötésekkel történő összekapcsolása jelentősen lecsökkenti a transzformátor teljes méretét anélkül, hogy hátrányosan befolyásolná a transzformátor mágneses tulajdonságait.

A 4. ábrán a találmány szerinti többrétegű transzformátor 74 rétege látható, amelynek ferritszalag hordozójára villamosan vezető 72 tekercs van rányomtatva. A 72 tekercsen átfolyó elektromos áram olyan 70 mágneses teret hoz létre, amelynek
 25 iránya merőleges a 72 tekercsre és amely 70 mágneses tér körbeveszi a 72 teker-

cset. A 70 mágneses tér polaritását az áram folyási iránya határozza meg. A 74 rétegben a 70 mágneses tér polaritása ellentétes a transzformátor 3. ábrán látható, szomszédos 76 rétegében keletkező 64 mágneses tér polaritásával. A 72 tekercsnek egy vagy több menete van. A tekercs kezdő és befejező vezetékai elektromosan csatlakozhatnak 60 átkötések révén a 2. ábrán látható kivezetett 52, 54, 56, vagy 58 érintkezőkhöz. A 72 tekercs a 74 réteg ferritszalagos hordozóját egy belső 69 magrészre és egy külső 67 magrészre osztja. A 60 átkötések célszerűen a belső 69 magrészen helyezkednek el. Ennek megfelelően az összes 60 átkötés a belső 69 magrészen halad át a 74 rétegből a 76 rétegbe. Akárcsak korábban, a primer és a szekunder tekercsek menetszámát ez esetben is a transzformátor specifikációja adja meg.

Az 5. ábrán a találmány szerinti többrétegű transzformátor 76 rétege és 74 rétege látható. A 76 réteg és a 74 réteg a többrétegű transzformátor két szomszédos rétege vagy egy kétrétegű transzformátor egy-egy rétege. A 76 réteg 62 tekercse a 60 átkötés révén elektromosan csatlakozik a 74 réteg 72 tekercséhez. A 62 tekercsbe befolyó elektromos áram olyan 64 mágneses teret hoz létre, amelynek polaritása ellentétes a 74 rétegben lévő 72 tekercs által előállított 70 mágneses tér polaritásával. A 62 és 72 tekercseknek a transzformátor vasmagjának központi részében elhelyezkedő részét körülvevő 64 és 70 mágneses terek polaritása éppen ellentétes egymással, így ezek a terek kioltják egymást. Végeredményben a vasmag középső részében az eredő mágneses tér értéke zérus. Ez a tulajdonság lehetővé teszi, hogy az összekapcsoló menetek a többrétegű transzformátor vasmagjának középső részén haladhassanak át anélkül, hogy hátrányosan befolyásolnák a transzformátor mágneses tulajdonságait. Ezen kívül a transzformátor összmérete és előállítási költsége is lecsökken.

A találmány tárgyát képezi egy olyan szimmetrikus, többrétegű transzformátor is, amely eleget tesz a biztonsági előírásoknak, valamint az átütési feszültségre vonatkozó előírásoknak. Bizonyos alkalmazásoknál, ahol a transzformátor egy felhasználói berendezés és a telefonvezeték közé van kapcsolva, akár 1500 V váltakozó feszültségig is szükség lehet szigetelési védelemre. A primer tekercs és a szekunder tekercs közötti szigetelési feszültségnek ennek az értéknek az 1,6-szeresének kell lennie a transzformátoron átfolyó túlzott mértékű szivárgási áram nélkül. A találmány szerinti többrétegű transzformátorban célszerűen kb. 89 μm vastagságú réteg lehet. E réteg vastagsága lényegében megegyezik a primer és a szekunder tekercs közötti távolsággal. A rétegvastagság a tekercsek közötti jó mágneses csatolás és a megfelelő szigetelési védelem közötti kompromisszum függvénye. A tekercsek között egy vastagabb réteg jobb szigetelést biztosít, mint egy vékonyabb réteg, ugyanakkor, mivel a tekercsek távolabb vannak egymástól, a mágneses csatolás gyengébb, mint egy vékonyabb réteg alkalmazása esetén.

A többrétegű transzformátor primer és szekunder tekercse közötti mágneses csatolási és szigetelési tulajdonságok javítása céljából a találmány szerinti transzformátornál az eddigieknél jobb anyagokat használunk. A találmány szerinti transzformátor egyik célszerű változatánál a transzformátor anyaga nikkelferrit alapú anyag, például NiCuZnFeO , amely körülbelül 50% m/m ferritet (FeO) tartalmaz. A szigetelési védelem, illetve a dielektromos feszültség növelése érdekében az alapanyag keverékében jelenlévő bizmut mennyiségét minimalizáljuk nyomelemnyi mennyiségre, továbbá a Zn százalékos arányát szintén lecsökkentjük. Az alapanyag lehet egy lényegében félvezető anyag. A Zn mennyiségének az alapanyagban történő lecsökkentésével és a Zn-szemcséknek 5–10 μm -nél kisebb átmérőjű szemcsékre történő őrlésével a küszöbfeszültség elég magas lesz ahhoz, hogy a szivárgási áram nagyságát elfogadható szinten tartsuk. Az alapanyag keverékében felhasznált Zn tényleges aránya különböző tényezőktől függ, így például a Zn-szemcsék átmérőjé-

től, a keverékben lévő szennyezőanyagok mennyiségétől, a transzformátor egyes rétegein lévő primer és szekunder tekercsek közötti távolságtól, stb. A találmány szerinti transzformátor egyik célszerű kiviteli alakjánál, ahol a rétegvastagság kb. 89 μm , a Zn mennyisége kisebb, mint 10% m/m, illetve kisebb, mint 4% atomsúlyra vonatkoztatva. Nyilvánvaló, hogy egy konkrét alkalmazás esetén elvárt minimális szigetelési feszültség és szivárgási áram alapján különböző rétegvastagságok alkalmazhatók. A különböző elvárásoknak eleget téve a Zn-szemcsék átmérőjének mérete, a Zn százalékos mennyisége, valamint a rétegvastagság tetszőlegesen változtatható a találmány oltalmi körén belül.

10 A transzformátor egyes tekercsei közötti csatolási tényező javítása általában szükségessé teszi az egyes tekercsek fizikai kialakításának megtervezését. A tekercseket azáltal tartjuk fizikailag közel egymáshoz, hogy az egyes kerámiarétegek vastagságát lecsökkentjük, és a csatolást a vasmag középső részén keresztül valósítjuk meg, ahogy ezt a 3–5. ábrák segítségével bemutattuk. Minél közelebb vannak egymáshoz
 15 a tekercsek, annál több mágneses erővonal halad át az egyes tekercseken, ezáltal megnő a transzformátor csatolási tényezője, ami az elektromos jelek jobb átvitelét eredményezi.

A 6A és 6B ábrák egy hosszú 98 mágneses úttal rendelkező hagyományos 96 transzformátor kimetszett képét és keresztmetszetét szemléltetik. Az ilyen transz-
 20 formátor esetén gyenge a csatolás a transzformátor primer 100 tekercse és szekunder 102 tekercse között. A 6B ábra azt az X távolságot szemlélteti, amelyet a primer 100 tekercs és a szekunder 102 tekercs között kell tartani annak érdekében, hogy megakadályozzák a dielektromos átütést. Az X távolság ennél a hagyományos transzformátornál is ugyanabban a rétegben lévő két tekercs közötti távolság.

A 7A és 7B ábrán a találmány szerinti 110 transzformátor célszerű kiviteli alakjának bontott nézete és keresztmetszete látható. A 110 transzformátornak sokkal rövidebb 112 mágneses útja van, ami jó csatolást eredményez a 110 transzformátor primer 182 tekercse és szekunder 184 tekercse között. A találmány szerinti transzformátor célszerű kiviteli alakjánál a primer 182 és szekunder 184 tekercsek kialakítása olyan, hogy a primer 182 tekercsből a vasmag közepén keresztül maximális számú mágneses erővonal csatolódik a szekunder 184 tekercsbe. Amint a 7A és 7B ábrán látható, a primer 182 tekercs és a szekunder 184 tekercs átlapolásával jó csatolás érhető el. Ezenkívül a 182 és 184 tekercsek mindegyike spirál alakú, így szimmetrikus elrendezésű transzformátor jön létre, és minimális lesz a tekercsek közötti távolság. Az egyik lehetséges kiviteli alaknál a tekercsek elrendezése egyenes vonalú spirál mintázatot követ, amelynek sarkai le vannak kerekítve. A mintázat azonban lehet ívelt vonalú spirál is. A 7A ábra olyan 118 lemezt is szemléltet, amely a primer vagy szekunder tekercs rétegére van ráhelyezve.

A találmány szerinti transzformátor célszerű kiviteli alakjánál az egyes tekercsek közötti Y távolság kisebb, mint a 6B ábrán látható X távolság. A 6B ábrán látható X távolság 0,127–2,54 mm, előnyösen 0,152–1,27 mm, még előnyösebben 0,152–0,254 mm. Az Y távolság, vagyis két szomszédos tekercselés közötti függőleges távolság a 6B ábrán látható X távolságnál kisebb annak érdekében, hogy optimalizáljuk az elektromos szigetelést és a mágneses csatolási tulajdonságokat. Minél közelebb vannak egymáshoz a tekercsek, annál nagyobb a csatolás mértéke.

A 8A ábrán egy 114 vasmaggal és 120 tekercssel rendelkező 122 transzformátorréteg felülnézete látható. A 8B ábra a találmány szerinti többrétegű transzformátor különböző rétegeinek keresztmetszetét mutatja oldalnézetben. A 8B ábrán látható transzformátornak primer 158, 162 tekercsrétege és primer 159, 161 tekercse,

valamint szekunder 160 és 164 tekercsrétege és szekunder 161, 165 tekercse, továbbá 156 felső lemeze és 166 alsó lemeze van.

A 9. ábrán egy olyan többrétegű szimmetrikus 132 transzformátor bontott nézete látható, amelynek zárósapkaként szolgáló 124 felső rétege, alsó sapkaként szolgáló 176 alsó rétege, primer 126 és 128 tekercset tartalmazó primer 168, illetve 170 tekercsrétege, szekunder 178 és 180 tekercset tartalmazó szekunder 172, illetve 174 tekercsrétege van, valamint 130 átkötései vannak. A találmány szerinti transzformátor célszerű kiviteli alakjánál a primer 168 és 170 tekercs-rétegek minden második réteget alkotják. A primer 126 és 128 tekercsek lényegében egymás felett helyezkednek el. Az előzőekhez hasonlóan, a szekunder 172 és 174 tekercsrétegek szintén minden második réteget alkotják egymás felett. A szekunder 178 és 180 tekercsek egymás felett lényegében illeszkedően helyezkednek el. A primer 126 és 128 tekercsek, valamint a szekunder 178, 180 tekercsek a különböző rétegekben egymást átlapolva és lényegében egymáshoz illeszkedve helyezkednek el a többrétegű transzformátorban az optimális mágneses csatolás elérése céljából. Nyilvánvaló, hogy a primer és a szekunder tekercsek átlapolására számos más elrendezés is létezik.

Az 1. táblázat hat különböző kombinációt mutat be példaként, amelyek a primer és a szekunder tekercsek átlapolására használhatók, ahol az egyes tekercseknek eltérő menetszáma van. Az 1. táblázatban a P/x jelölés a teljes primer menetszámot, míg az S/x jelölés a teljes szekunder menetszámot jelöli, ahol x az adott tekercs menetszáma.

1. T Á B L Á Z A T						
Kombináció	1	2	3	4	5	6
	P/1	S/2	P/2	S/4	P/4	S/6
	S/1	P/1	S/1	P/2	S/2	P/3
5		S/2	P/2	S/2	P/2	S/3
				P/2	S/2	P/3
				S/4	P/4	S/3
						P/3
						S/6

10 Nyilvánvaló, hogy a primer és szekunder tekercsek átlapolására más elrendezések is használhatók.

A 10. ábrán egy többrétegű 116 transzformátor különböző keresztmetszeti területei láthatóak a transzformátor kimetszett felülnézeti rajzán. A 10. ábrán látható 116 transzformátornak belső vasmaghoz tartozó 214 területe, a teljes felső lemezhez 15 tartozó két oldalsó 218 területe, a tekercshez tartozó 220 területe és a 216 réteghez tartozó külső 222 területe van. A felső lemeznek a mágneses erővonalak által lefedett keresztmetszeti területe tartalmazza a felső lemez területének mind a négy oldalsó 218 területét, ezekből azonban a 10. ábrán csak kettő látható.

A 10. ábrán bemutatott jellemzők a transzformátor teljes induktivitását meghatározzák. Az induktivitás az alábbi képlet alapján számítható:

$$L = (0,4 \pi N^2 A \mu) / l \cdot 10^8,$$

ahol N a tekercs menetszáma, A a belső mag keresztmetszeti 214 területe, μ a vasmag mágneses permeabilitása és l az átlagos mágneses úthossz. A találmány szerinti többrétegű transzformátor teljes keresztmetszeti területe szimmetrizálva van oly 25 módon, hogy a transzformátor egy adott mérete esetén a mágneses tér a lehető leg-

nagyobb legyen. A mag szimmetrikus keresztmetszeti területe szimmetrikus transzformátort eredményez, mivel a fluxus útvonala nem korlátozott egyik irányban sem, amikor az erővonalak a lemez keresztmetszeti területén, majd a transzformátorrétegeken keresztül áthaladva a transzformátor magjának keresztmetszeti területén keresztül önmagukba záródnak.

A találmány szerinti transzformátor egyik célszerű kiviteli alakjánál egy teljes lemeznek a mágneses fluxus által lefedett keresztmetszeti 218 területe mind a négy oldalt magába foglalja, és lényegében megegyezik a vasmagnak a mágneses fluxus által lefedett 214 területével.

10 Egy másik kiviteli alaknál a teljes lemeznek a mágneses fluxus által lefedett keresztmetszeti 218 területe mind a négy oldalt magába foglalja, és nagyobb, mint a vasmagnak a mágneses fluxus által lefedett 214 területe.

A 11A, 11B és 11C ábrák a találmány szerinti transzformátor célszerű kiviteli alakjánál alkalmazható három különböző tekercselési mód felülnézetét szemléltetik.

15 A 11A ábrán egy egyenes vonalú 148 spirál mintázat, a 11B ábrán egy lekerekített 152 sarkokkal rendelkező egyenes vonalú 150 spirál mintázat, a 11C ábrán pedig egy görbe vonalú 154 spirál mintázat látható. A lekerekített 152 sarkokkal rendelkező egyenes vonalú 154 spirál mintázat és a görbe vonalú 154 spirál mintázat kisebb szórt kapacitást eredményez azáltal, hogy a kívánt menetszám mellett lecsök-

20 ken a spirális tekercselés teljes lemezterülete. A lekerekített sarkok, illetve a görbe vonalú spirál mintázat következtében a gyártási folyamat során lecsökken két szomszédos szegmens közötti rövidzárlat kialakulásának valószínűsége.

Az 1A és 1B ábrán látható, hagyományosan tekercselt transzformátoroknak hosszú, különálló 42 vasmagja és 50 tekercselési területe van. A tekercseknek a 42 vas-

maghoz viszonyított elhelyezése nehéz feladat. A találmány szerinti transzformátor célszerű kiviteli alakjánál ezeket a problémákat úgy küszöböljük ki, hogy az 5. ábrán látható villamosan vezető 62 és 72 tekercseket a 2–5. ábrákon látható vezető 60 átkötéseken keresztül, valamint a többrétegű kerámia transzformátor 3. és 4. ábrán látható központi 68, 69 magterületén keresztül átvezetjük, ezáltal kisméretű, 5 tömör, a tekercsek között jó induktív csatolással rendelkező, és a biztonsági előírásokat teljesítő transzformátort hozunk létre.

A találmány szerinti transzformátor előállítható a együttégetett kerámiák gyártási technológiájával. Ilyen technológia például az alacsony hőmérsékleten együttégetett 10 kerámiák (LTCC) gyártástechnológiája, vagy például a magas hőmérsékleten együttégetett kerámiák (HTCC) gyártástechnológiája. A vasmag és a villamos szigetelő egy szalag formájában van kiöntve és ferrites anyagból készül. A szalagot ezután olyan ívekre vágják, amelyek szükség esetén illesztő nyílásokat tartalmaznak. A rétegek között villamosan vezető összeköttetésként használt átkötések különböző eljárásokkal 15 alakíthatók ki furatok formájában a ferrit szalagban, ahogy ez jól ismert a kerámia hibrid áramkörök gyártásának területén. Az átkötéseket úgy alakítjuk ki villamosan vezetővé, hogy a furatokat bevonjuk villamosan vezető anyaggal, például ezüsttel, palládium-ezüst ötvözettel, platina-palládium-ezüst ötvözettel vagy más villamosan vezető anyaggal. A vezető anyagot a hibrid áramkörök gyártástechnológiájából jól 20 ismert, és széles körben alkalmazott paszta vagy tinta formájában hordjuk föl. Hasonló, villamosan vezető anyagokat vagy keverékeket használunk a transzformátor-tekercseknek a ferritszalagra történő felhordásakor. A vezető átkötéseket ily módon érintkezőkkel látjuk el és azokat elektromosan csatlakoztatjuk a tekercsekhez. Az átkötések és a tekercsek elhelyezkedhetnek a transzformátorréteg központi magterü- 25 letén belül. A megtöltött átkötéseket és a megfelelő mintázat szerint felhordott tekercseket tartalmazó egyes ferritszalag-rétegeket ezután egymásra helyezzük oly módon, hogy a megfelelő átkötések illeszkedjenek egymáshoz, ezáltal a különböző

rétegek között elektromos kapcsolat jön létre. Így állítjuk elő a 9. ábrán látható többrétegű transzformátort is. Az egymásra illesztett rétegeket ezután például magas hőmérséklet és nyomás alkalmazásával összeolvasztjuk, majd ezt követően a teljes struktúrát kemencében kiégetjük, így hozunk létre homogén, monolit, ferrites, többrétegű transzformátort. A kiégetést 800–1300°C-on végezzük. A találmány szerinti transzformátor egyik célszerű kiviteli alakjánál a kiégetést 1000–1200°C-on, előnyösen körülbelül 1100°C-on végezzük.

Az imént bemutatott eljárással egyidejűleg nagyszámú transzformátor gyártható, így tömegtermeléssel nagymennyiségű transzformátor állítható elő oly módon, hogy a ferrit anyagú lapokon nagyszámú átkötést és vezető tekercset alakítunk ki. Az egyes transzformátorokra történő szétDarabolás egyaránt elvégezhető a kemencében történő kiégetés előtt vagy után.

A szakember számára nyilvánvaló, hogy a találmány szerinti eljárás és elrendezés tetszőlegesen módosítható az igénypontok által meghatározott oltalmi körön belül.

A találmány szerinti megoldásnak a jelen leírásban bemutatott célszerű változatai csak illusztrációként szolgálnak, vagyis nem volt cél a kimerítő ismertetés, illetve a találmány korlátozása a leírásban bemutatott példákra. A leírás kitanítása alapján a találmánynak számos módosítása és változata lehetséges. A találmány oltalmi körét tehát nem a részletes leírás, hanem a szabadalmi igénypontok határozzák meg.

Szabadalmi igénypontok

1. Többrétegű szalag szerkezetű transzformátor, amely több rétegből áll, amely rétegek közül legalább kettőn a transzformátor vasmagját alkotó vasmag-terület van;
- 5 legalább egy rétegen elhelyezkedő primer tekercset tartalmaz, amely primer tekercs központi magterületet határoz meg a legalább egy rétegen;
- legalább egy rétegen elhelyezkedő szekunder tekercset tartalmaz, amely központi magterületet határoz meg a legalább egy rétegen;

- 10 a különböző rétegekben elhelyezkedő primer tekercset összekötő átkötések egy első csoportját tartalmazza; és
- a különböző rétegekben elhelyezkedő szekunder tekercset összekötő átkötések egy második csoportját tartalmazza,
- ahol az első és második csoporthoz tartozó átkötések a transzformátor vasmagjának primer és szekunder tekercsei által meghatározott központi magterületeken belül
- 15 helyezkednek el.
2. Az 1. igénypont szerinti transzformátor, *azzal jellemezve, hogy* a rétegek együttesen kerámia anyagból vannak.
3. A 2. igénypont szerinti transzformátor, *azzal jellemezve, hogy* a együttesen kerámia anyag alacsony hőmérsékleten együttesen kerámia (LTCC) anyag.
- 20 4. A 2. igénypont szerinti transzformátor, *azzal jellemezve, hogy* a együttesen kerámia anyag magas hőmérsékleten együttesen kerámia (HTCC) anyag.

5. Többrétegű transzformátor, amely

egynél több réteget tartalmaz, amelyek közül legalább kettőn a transzformátor vasmagját alkotó vasmagterület van;

egy első rétegen elhelyezkedő primer tekercset tartalmaz, amely primer tekercs
5 központi magterületet határoz meg az első rétegen;

egy második rétegen elhelyezkedő szekunder tekercset tartalmaz, amely szekunder tekercs egy központi magterületet határoz meg a második rétegen;

amely első és második rétegek egymás felett helyezkednek el úgy, hogy az egyik rétegben lévő primer tekercs átlapolja a másik rétegben lévő szekunder tekercset.

10 6. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy*

a különböző rétegekben elhelyezkedő primer tekercset összekötő átkötések első csoportját, és

a különböző rétegekben elhelyezkedő szekunder tekercset összekötő átkötések egy második csoportját tartalmazza.

15 7. A 6. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy* az első és második csoporthoz tartozó átkötések a transzformátor vasmagjának primer és szekunder tekercsei által meghatározott központi magterületen belül helyezkednek el.

20 8. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy* a primer tekercs kezdő és befejező vége a transzformátor azonos rétegén helyezkedik el.

9. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a szekunder tekercs kezdő és befejező vége a transzformátor azonos rétegén helyezkedik el.*
10. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a primer és szekunder tekercs kezdő és befejező vége a transzformátor azonos rétegén helyezkedik el.*
11. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a rétegek ferromágneses, együttégetett kerámia szalagok.*
12. A 11. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a ferromágneses, együttégetett kerámia szalagok alacsony hőmérsékleten együttégetett kerámia (LTCC) anyagból vannak.*
13. A 11. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a ferromágneses, együttégetett kerámia szalagok magas hőmérsékleten együttégetett kerámia (HTCC) anyagból vannak.*
14. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy az átlapolódó primer és szekunder tekercsek lényegében fedésben vannak egymással.*
15. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a primer és a szekunder tekercsüket legalább rendre az első és a második rétegen, a vasmag belsejében elhelyezkedő primer és szekunder vezető tagok alkotják, ahol az első rétegen elhelyezkedő primer vezető tag egyik vége az első és a második réteg között kialakított átkötésen keresztül a második rétegen lévő szekunder vezető tag egyik végéhez kapcsolódik; az első és a második réteg egymással szomszédos; a vezető tagok merőlegesen a vasmag mágneses erővonalaira; a primer vezető tagnak a*

primer tekercs által meghatározott központi magterületen belül elhelyezkedő része párhuzamos a szekunder vezető tagnak a szekunder tekercs által meghatározott központi magterületen belül elhelyezkedő részével, ahol a két, lényegében azonos nagyságú, de ellentétes irányú áramot vezető rész azonos nagyságú, de ellentétes polaritású mágneses teret kelt oly módon, hogy az átkötések körül az eredő mágneses tér nagysága lényegében zérus.

16. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a szomszédos rétegekben elhelyezkedő primer és szekunder tekercsek egy első távolságra vannak egymástól, amely első távolság kisebb, mint egy második távolság,* ahol a második távolság a primer tekercs primer vezető tagjainak az azonos rétegben lévő két szomszédos része közötti távolság.

17. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a szomszédos rétegekben elhelyezkedő primer és szekunder tekercsek egy első távolságra vannak egymástól, amely első távolság kisebb, mint egy második távolság,* ahol a második távolság a szekunder tekercs szekunder vezető tagjainak az azonos rétegben lévő két szomszédos része közötti távolság.

18. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a szomszédos rétegekben elhelyezkedő primer és szekunder tekercsek egymástól egy első távolságra vannak, amely első távolság kisebb, mint egy második távolság,* ahol a második távolság a primer tekercs primer vezető tagjai, illetve a szekunder tekercs szekunder vezető tagjai közötti távolság.

19. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a primer tekercs spirál alakú.*

20. Az 5. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a szekunder tekercs spirál alakú.*

21. A 15. igénypont szerinti többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a legalább az első rétegen elhelyezkedő primer tekercs primer mágneses fluxust*
5 *előállítóan van kiképezve; és*

a legalább a második rétegen elhelyezkedő szekunder tekercs a primer mágneses fluxus révén van a primer tekercshez csatolva.

22. Szimmetrikus, többrétegű transzformátor, amely egy vagy több réteget tartalmaz;

10 *legalább egy rétegen elhelyezkedő, mágneses fluxust előállító tekercset tartalmaz;*

a tekercs által meghatározott belső vasmag-területet tartalmaz, amely merőleges a mágneses fluxusra; és

az egy vagy több réteg felett egy lemezt tartalmaz, amelynek keresztmetszeti területén keresztül a mágneses fluxus zárt hurkot alkot;

15 *ahol a lemez mágneses fluxus által lefedett keresztmetszeti területe egyenlő a mágneses fluxus által lefedett belső vasmag-területtel;*

továbbá, ahol az egy vagy több réteg mindegyike azonos anyagból van.

23. Szimmetrikus, többrétegű transzformátor, amely egy vagy több réteget tartalmaz;

20 *legalább egy rétegen elhelyezkedő, mágneses fluxust előállító tekercset tartalmaz;*

a tekercs által meghatározott belső vasmag-területet tartalmaz, amely merőleges a mágneses fluxusra; és

az egy vagy több réteg felett egy lemezt tartalmaz, amelynek keresztmetszeti területén keresztül a mágneses fluxus zárt hurkot alkot;

ahol a lemez mágneses fluxus által lefedett keresztmetszeti területe nagyobb, mint a mágneses fluxus által lefedett belső vasmag-terület;

5 továbbá, ahol az egy vagy több réteg mindegyike azonos anyagból van.

24. Ferromágneses anyag kerámia transzformátorhoz, amely

teljes tömegre vonatkoztatva 40–60% m/m arányban ferritet (FeO) tartalmazó nikkel-réz-cink-ferrit ötvözetet,

teljes tömegre vonatkoztatva legfeljebb 1% m/m mennyiségben bizmutot és

10 teljes tömegre vonatkoztatva legfeljebb 10% m/m mennyiségben cink-oxidot tartalmaz, ahol a cink-oxid szemcsék mérete a kerámia transzformátor kiégetése után kisebb, mint 10 μm .

25. A 22. igénypont szerinti szimmetrikus többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy az egy vagy több réteg mindegyike ferromágneses anyagból van.*

15 26. A 25. igénypont szerinti szimmetrikus többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a ferromágneses anyag*

teljes tömegre vonatkoztatva 40–60% m/m arányban ferritet (FeO) tartalmazó nikkel-réz-cink-ferrit ötvözetet,

teljes tömegre vonatkoztatva legfeljebb 1% m/m mennyiségben bizmutot és

20 teljes tömegre vonatkoztatva legfeljebb 10% m/m mennyiségben cink-oxidot tartalmaz, ahol a cink-oxid szemcsék mérete a kerámia transzformátor kiégetése után kisebb, mint 10 μm .

27. A 23. igénypont szerinti szimmetrikus többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy az egy vagy több réteg mindegyike ferromágneses anyagból van.*

28. A 27. igénypont szerinti szimmetrikus többrétegű transzformátor, *azzal jellemezve, hogy a ferromágneses anyag*

5 teljes tömegre vonatkoztatva 40–60% m/m arányban ferritet (FeO) tartalmazó nikkel-réz-cink-ferrit ötvözetet,

teljes tömegre vonatkoztatva legfeljebb 1% m/m mennyiségben bizmutot és

teljes tömegre vonatkoztatva legfeljebb 10% m/m mennyiségben cink-oxidot tartalmaz, ahol a cink-oxid szemcsék mérete a kerámia transzformátor kiégetése után ki-

10 sebb, mint 10 μm .

Mári

03.04.01

G. Kap. A. A. A.

A meghatalmazott:

Sári Tamás

DANUBIA
Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.
Sári Tamás Gusztáv
szabadalmi ügyvivőjelölt

5762 /03

P 03 004 94

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

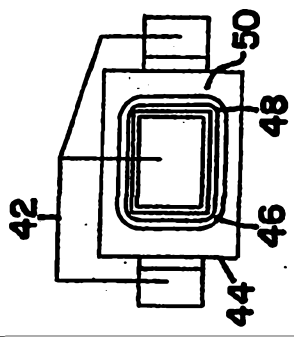


FIG. 1B

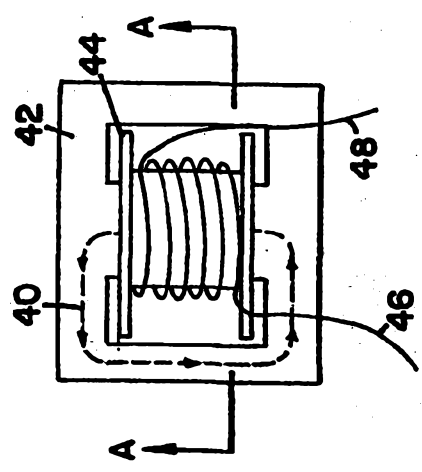


FIG. 1A

gr

EP 0300494 / 03

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

FIG. 2

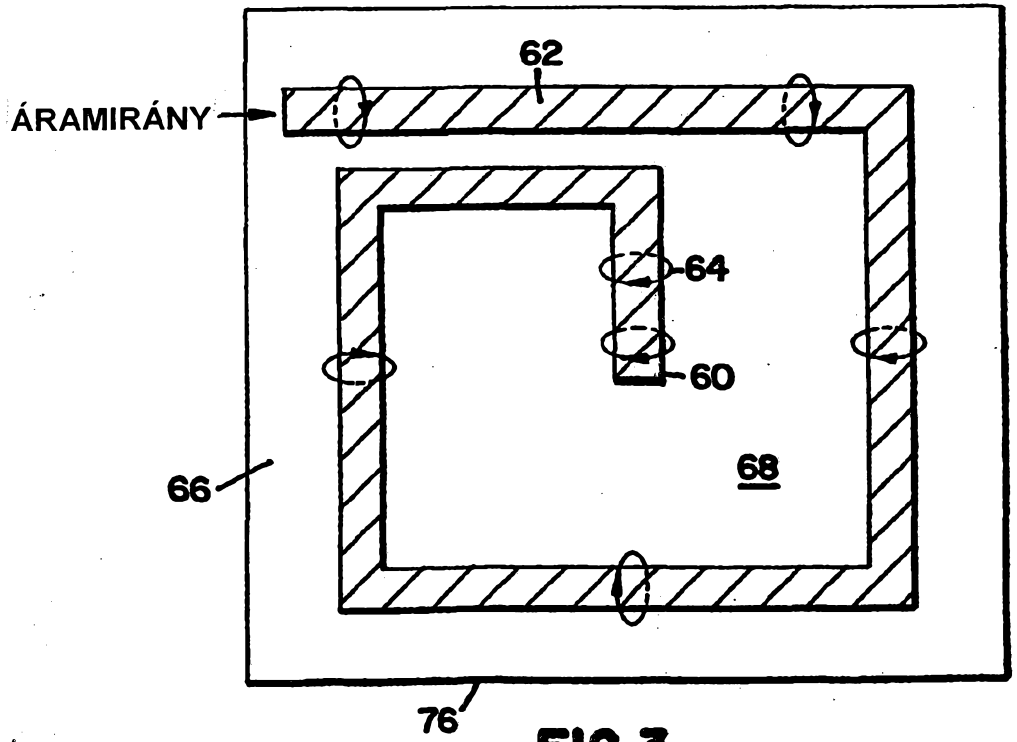
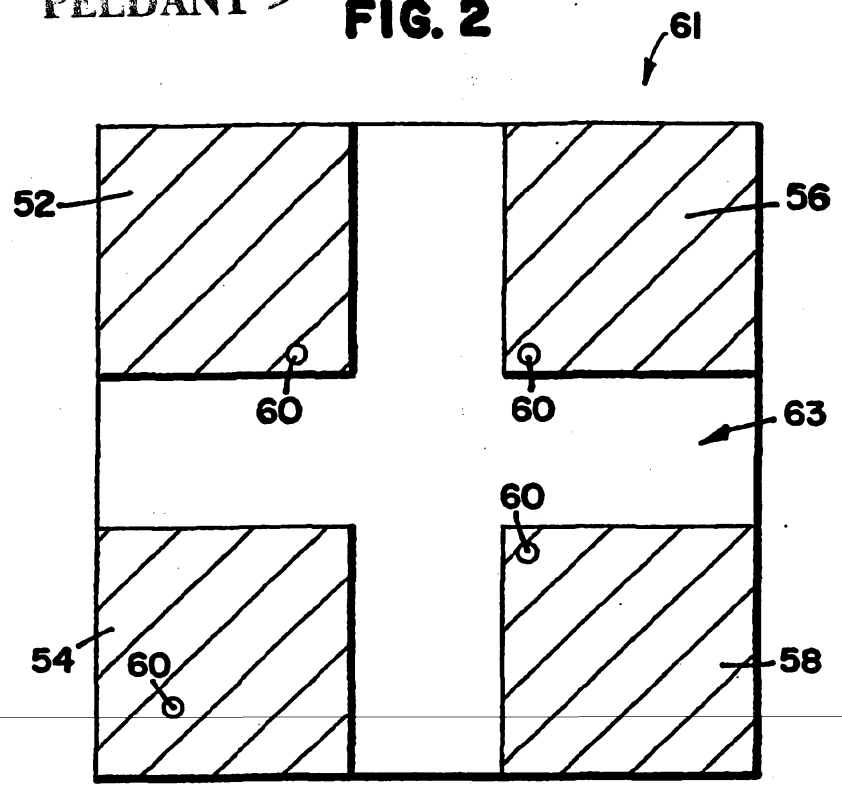


FIG. 3

Handwritten signature

5702/03

P0300494

FIG. 5

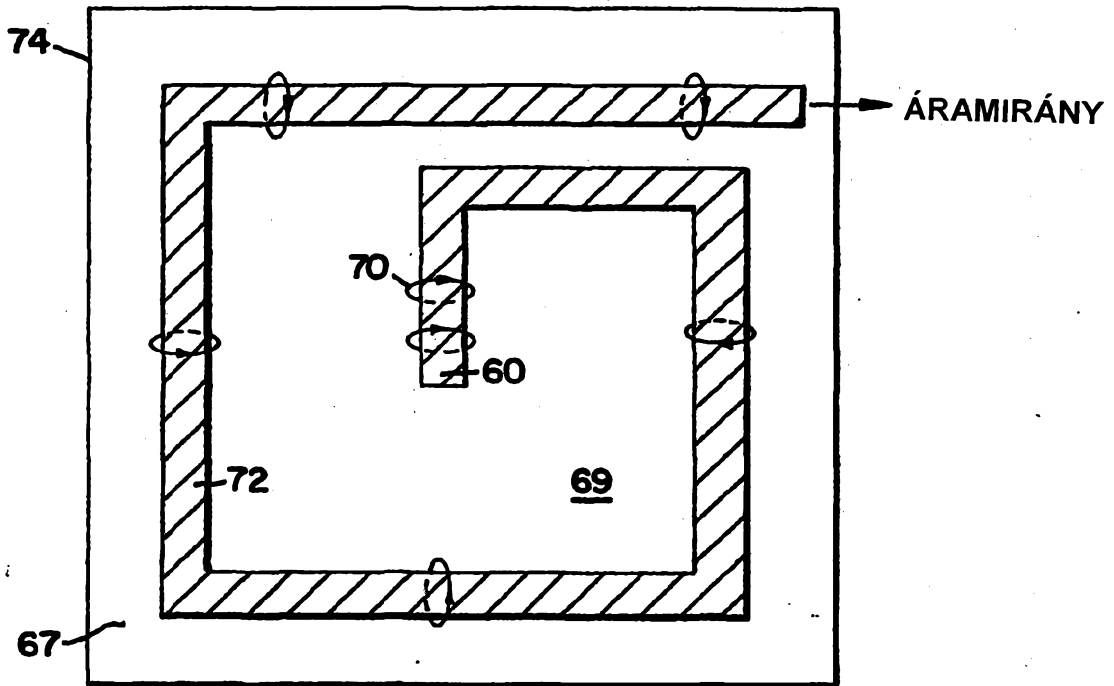
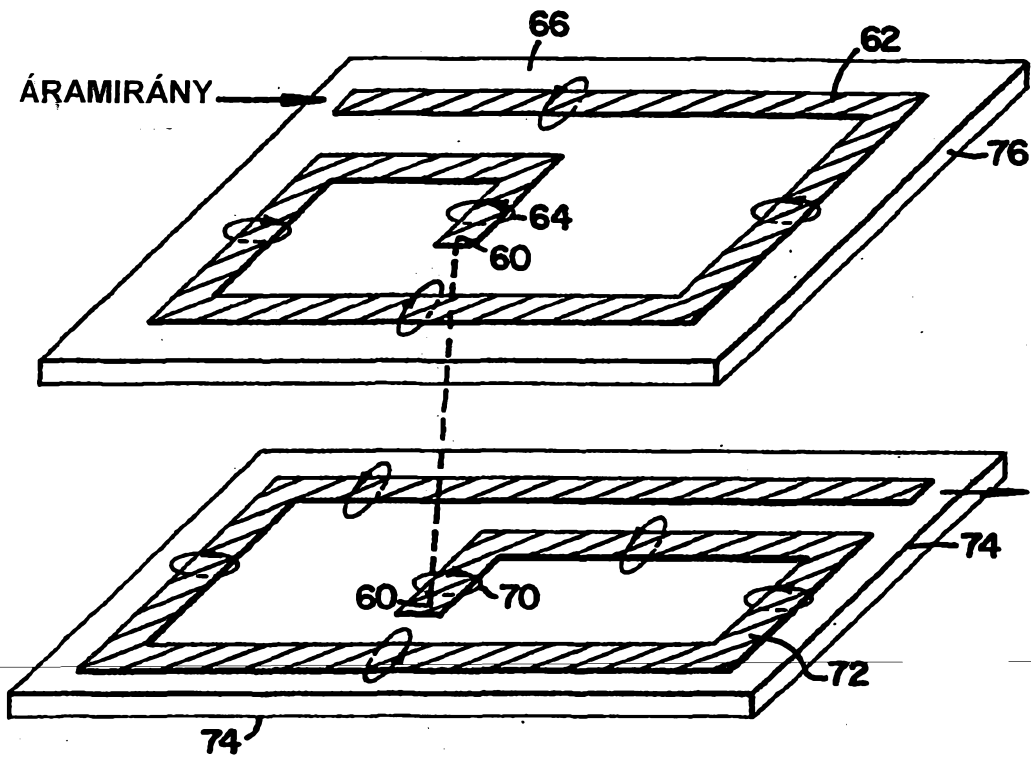


FIG. 4

Handwritten signature

EP 0300494 / 03

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

P 03 004 94

FIG. 6A

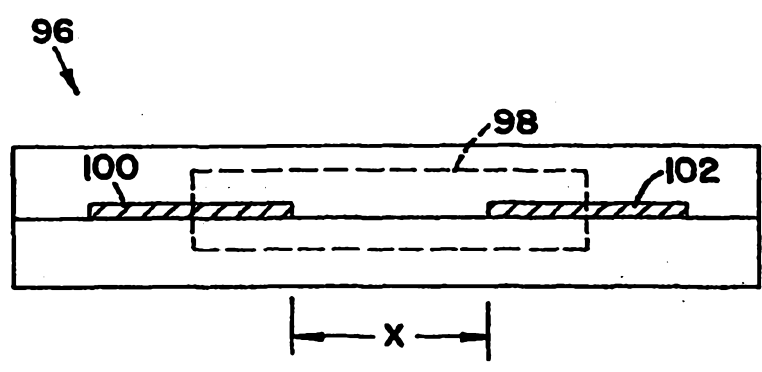
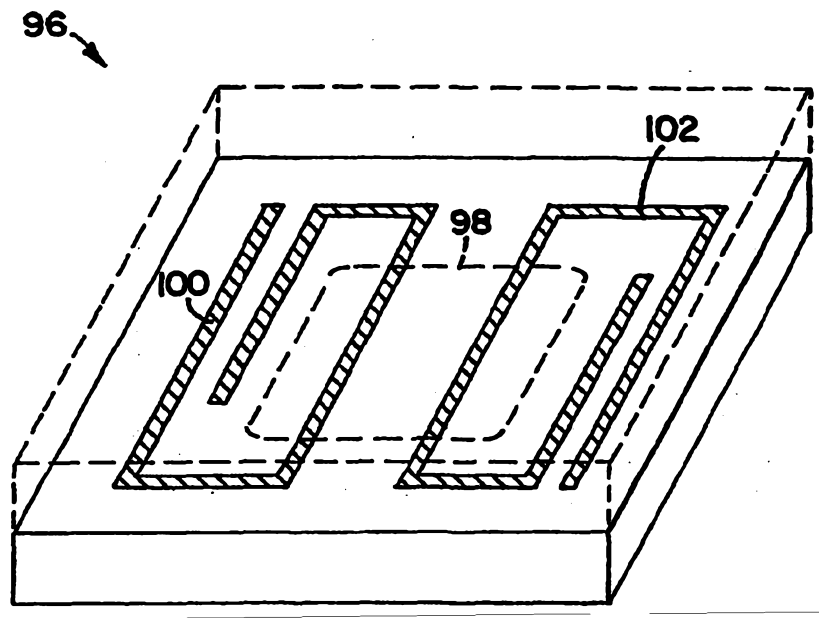


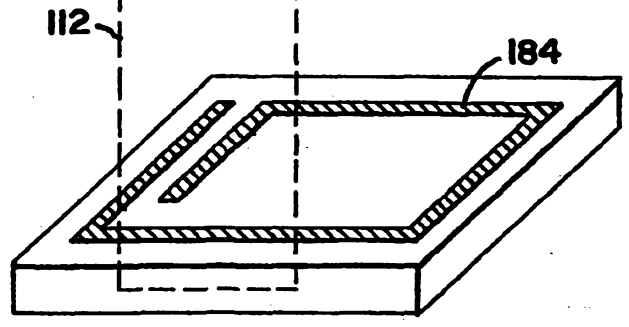
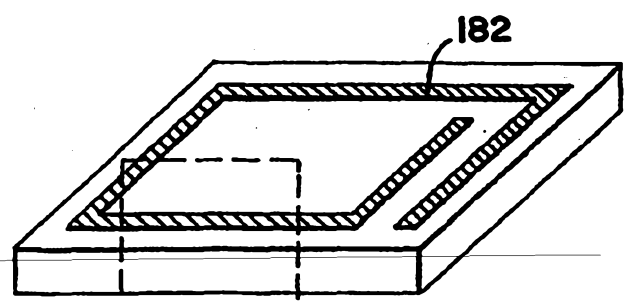
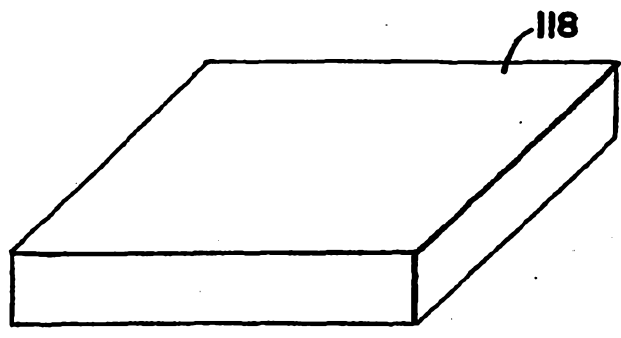
FIG. 6B

Handwritten signature

5700 / 03

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

P 03 004 94



110

FIG. 7A

110

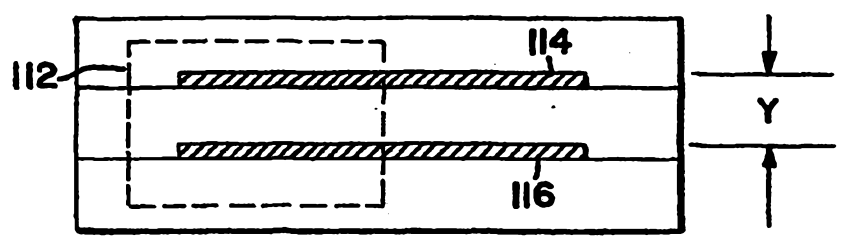


FIG. 7B

mi

5702 / 03

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

FIG. 8A

122 →

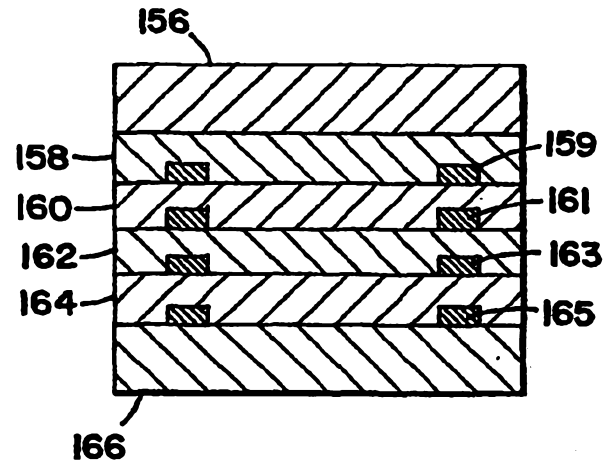
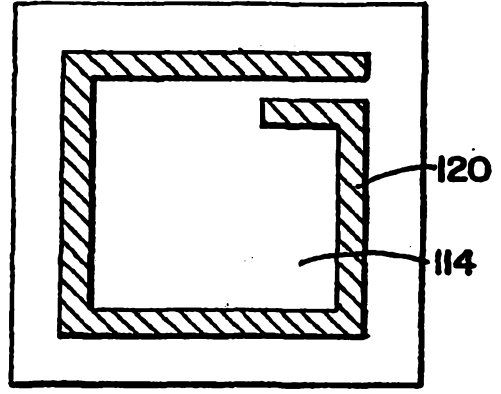


FIG. 8B

mi

5762 / 103

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

7/9

P0300494

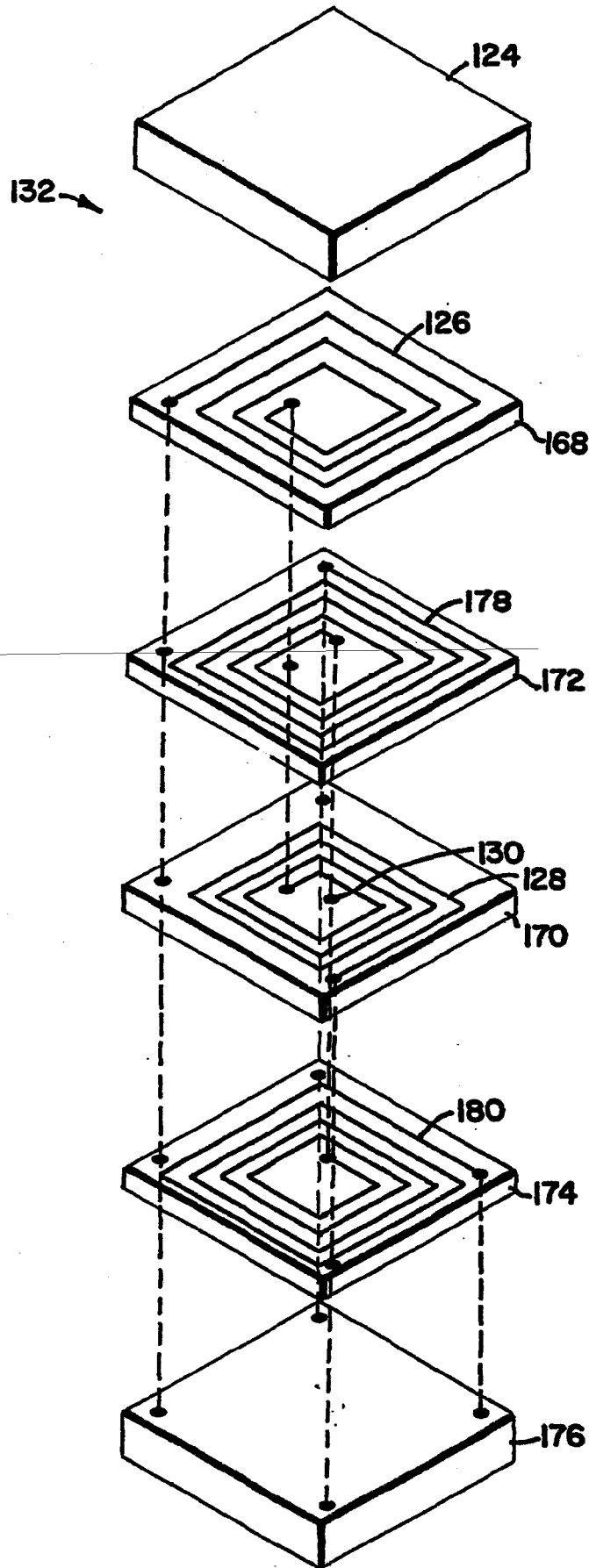
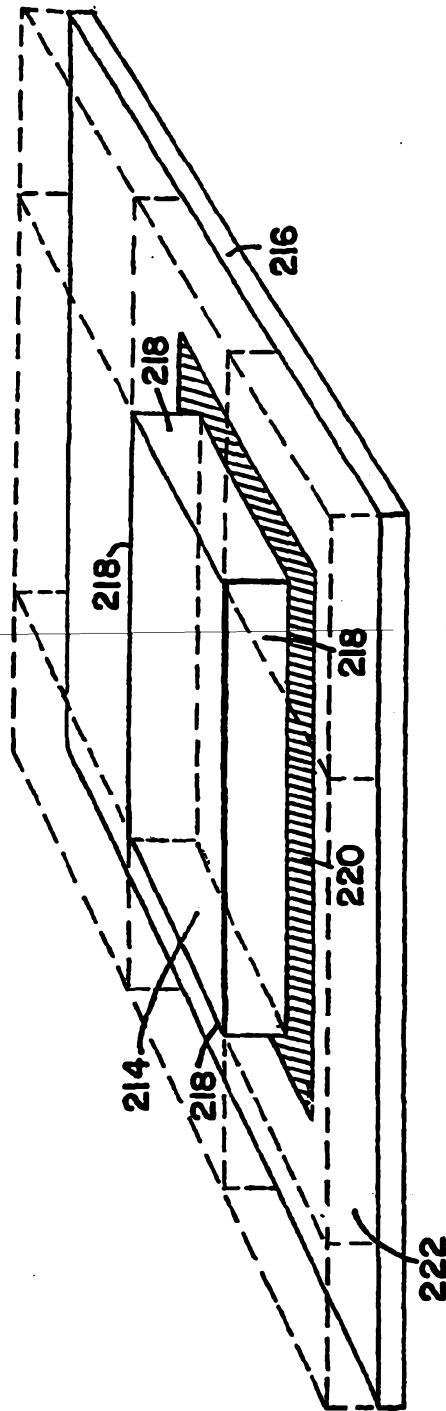


FIG. 9

Handwritten signature

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

FIG. 10

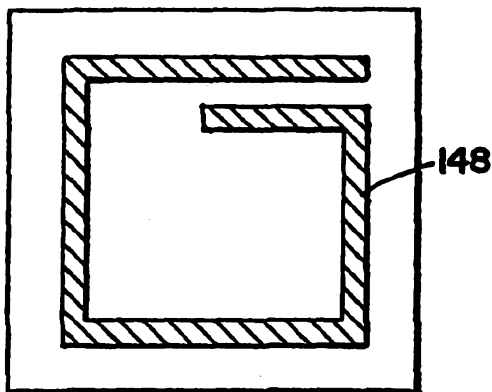


Handwritten signature or initials.

5762/03

P0300494

FIG.11A



**KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY**

FIG.11B

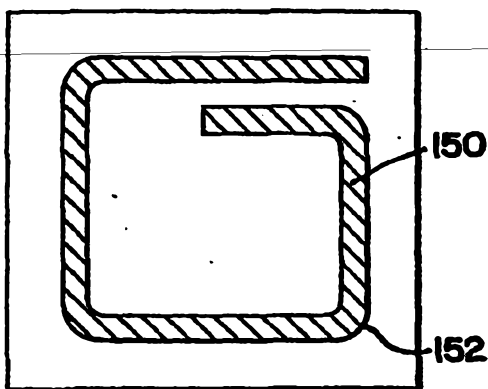
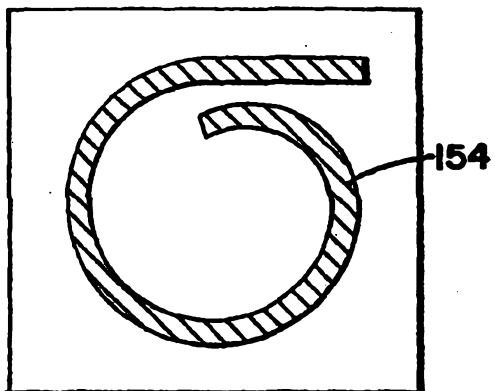


FIG.11C



Handwritten signature