



FI 000110357B



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 110357 B

(45) Patenti myönnetty - Patent beviljats

31.12.2002

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

B23Q 17/09, C23C 14/22

(21) Patentihakemus - Patentansökning

952616

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

29.05.1995

(24) Alkupaivä - Löpdag

29.05.1995

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

01.12.1995

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

30.05.1994 DE 4419393 P

(73) Haltija - Innehavare

1 •Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Leonrodstrasse 54, 80636 München, SAKSA, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Zamel,Stefan, , Nordstrasse 139, 52146 Würselen, SAKSA, (DE)
2 •Lüthje,Holger, , Buchenweg 15, 25469 Halstenbek, SAKSA, (DE)
3 •Ketteler,Georg, , Noppiusstrasse 4, 52062 Aachen, SAKSA, (DE)
4 •Dimigen,Heinz, , Olshausenstrasse 5, 522605 Hamburg, SAKSA, (DE)

(74) Asiamies - Ombud: Papula Oy

Fredrikinkatu 61 A, 6.krs, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

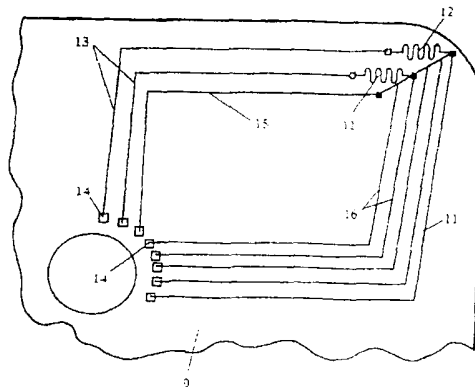
Työkalu muovaus- ja lastuamislaitteita varten, laite muovaus- ja lastuamismenetelmien säätämiseksi ja menetelmä työkalun valmistamiseksi
Verktyg för omformnings- och spånavskiljningsanordningar, anordning för reglering av omformnings- och spånavskiljningsförfaranden och förfarande för framställning av ett verktyg

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 596619 (B 23Q 17/09), GB A 2190925 (C 23C 14/34), JP A 54154373 (G 01L 5/00), WO A 87/04236 (G 01B 7/00), WO A 87/04471 (C 23C 14/34), WO A 90/05607 (B 23B 25/06)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee työkalua muovaus- ja lastuamislaitteita varten, joka kiinnitetään pitimeen, samoin kuin menetelmää sen valmistamiseksi. Työkalun pinnalle tai välikerroksena yhteen kulumussuojakerroksella varustettuun työkaluun järjestetään ainakin yksi tunnuselin ohutkalvotekniikalla, joka on muodostettu työkalun lämpöä mittaavana lämpötilatuntoelimenä (3, 10) ja/tai kulumistuntoelinelaitteena (11) ja on kytkettävissä käsittelykytkentään (8). Kerrosrakenteessa on vähintään yksi gradienttikerros.



Uppfinningen avser ett verktyg för formning och skärning, vilket är fäst i en hållare, såväl som ett förfarande för framställning av detsamma. På verktygets yta eller som ett mellanskikt vid ett med ett nötningskyddskikt försatt verktyg påsätts medelst tunn-skiktsteknik åtminstone en kännarmekanism, som kan kopplas till verktygets temperatur mätande temperaturkännarmekanism (3, 10) och/eller som är bildad som en nötningskännarmekanismordning (11) och kan förenas med en behandlingskoppling (8). Skiktkonstruktionen innehåller minst ett gradientskikt.

TYÖKALU MUOVAUS- JA LASTUAMISLAITTEITA VARTEN, LAITE
MUOVAUS- JA LASTUAMISMENETELMIEN SÄÄTÄMISEKSI JA MENE-
TELMÄ TYÖKALUN VALMISTAMISEKSI - VERKTYG FÖR OMFORM-
NING- OCH SPÅNAVSKILJNINGSANORDNINGAR, ANORDNING FÖR
5 REGLERING AV OMFORMNINGS- OCH SPÅNAVSKILJNINGFÖRFARAN-
DEN OCH FÖRFARANDE FÖR FRAMSTÄLLNING AV ETT VERKTYG

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1
johdannossa määritelty työkalu. Edelleen keksinnön koh-
10 teena on patenttivaatimuksen 10 johdannossa määritelty
laite. Lisäksi keksinnön kohteena on patenttivaatimuk-
sen 11 johdannossa määritelty menetelmä.

Patenttijulkaisussa US 5 176 053 on esitetty
leikkuutyökalu, jonka terän takareunaan on eri etäi-
15 syyksien päähän leikkausreunasta järjestetty lämpötila-
tuntoelimiä ja sähköjohtimia niin, että lämpötilan ja-
kaantuminen työkalussa lähellä leikkausreunaa voidaan
määrittää. Ainakin joitakin lämpötilatuntoelimiä on
järjestetty niin, että ne tuhoutuvat käytön aikana,
20 minkä johdosta kulumisen on määritettävissä.

Tällaisessa tunnetussa leikkuutyökalussa ei
ole mahdollista asettaa tuntoelimiä suoraan leikkaus-
reunalle tai terän rintapinnalle tai leikkausreunaan
tai terän rintapintaan, koska laite ei kykene vastusta-
25 maan suuria voimia suoraan kulumispinnan alueella.

Julkaisu WO-A-87/04236 tuo esiin patenttivaai-
timuksen 1 johdannon mukaisen työkalun. Julkaisu selos-
taa kääntöteräpalaksi muodostettua mekaanista kompo-
nenttia, johon on sovitettu virtapiiri, joka mahdollis-
30 taa mekaanisen komponentin paineen, lämpötilan ja kulu-
misen anturimittauksen. Kerrostaminen tapahtuu piiri-
ja puolijohdetekniikan menetelmillä käyttämällä höyry-
päällystys- ja sputterointimenetelmiä, jotka sallivat
päällystysaineen atomisen levityksen.

35 Keksinnön tarkoitus on siksi tuoda esiin työ-
kalu muovaus- ja lastuamislaitteita varten, joka tun-

toelimien avulla antaa mahdollisuuden mitata tärkeitä menetelmäparametreja suoraan kulumispinnalla, so. työkalun tai vast. leikkuuterän pinnalla, jonka kestävyyteen ja kesto aikaan ei kuitenkaan vaikuteta haitallisesti, jolloin tuntoelinjärjestelyn pitäisi pystyä vastustamaan voimakkaita voimia.

Tämä tarkoitus voidaan saavuttaa keksinnön mukaisesti patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkien avulla.

Yhdistämällä tuntoelimet lämpötilan ja/tai kulumisen mittaamiseksi ohutkalvotekniikassa työkalun toimintakerroksella/kulutussuojakerroksella yhdeksi pinnoiteteknologisesti integroiduksi kerrosjärjestykseksi, voidaan muovailevissa ja lastuavissa työkaluissa olennaisia menetelmäparametreja (lämpötila, kulumisen ja voima) käyttää suoraan tuotetun työkaluleikkuuterän ja muotoilu- ja lastuamisen menetelmän säätämiseksi. Siten voidaan tuoda esiin älykkäitä järjestelmiä, joissa menetelmäparametrien, kuten esim. leikkausnopeuden tai syötön, säätäminen voidaan tehdä tietoihin perustuvien tietokonejärjestelmien avulla esimerkiksi sumealogiikkamoduuleilla. Kerrosrakenne takaa pitkän tehokkaan käyttöiän ja on muodostettu siten, että tuntoelimet voidaan asettaa suoraan kulumispinnan päälle tai vast. kulumispintaan, jolloin myös kaarevat pinnat ovat mahdollisia.

Kerrosrakenteen levittäminen esimerkiksi terän rintapinnalle tekee mahdolliseksi valmistusmenetelmän yksinkertaistamisen, koska rakenne kaikille leikkuupinnoille voidaan suorittaa samaan aikaan ja suuri määrä työkaluja esim. kääntöteräpaloja voidaan käsitellä samanaikaisesti.

Epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa annettujen tunnusmerkkien avulla on edullinen edelleen kehittäminen ja parantaminen mahdollista. Vaatimus 10 määrittelee laitteen muovaus- ja lastuamisen menetelmien säätämiseksi käytettäessä keksinnön mukaista työkalua. Vaatimukset 11 - 19 koskevat menetelmää tällaisen työ-

kalun valmistamiseksi.

Seuraavassa keksintöä kuvataan yksityiskohtaisesti sovellutusesimerkein ja viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

5 kuva 1 esittää kaavamaisen kuvan sorvausteränä muodostetusta esillä olevan keksinnön mukaisesta työkalusta,

kuva 2 esittää pohjapiirroksen kääntöteräpalana muodostetusta työkalusta, jossa on lämpötila- ja kulumistuntoelimiä esillä olevan keksinnön mukaisesti,

10 kuva 3a - 3c esittävät kuvan 2 mukaisen kääntöpalan kerrosrakenteen leikkauskuvia, ja

kuva 4 esittää kääntöpalan toisen sovellutusesimerkin, jossa on monitoimituntoelin.

15 Kuvassa 1 on esitetty sorvausterä 1, johon kuuluu yksi leikkausreunalla varustettu leikkuupala 2. Leikkuupalassa 2 on kaavamaisesti esitetty yksi tuntoelin 3, joka ohutkalvotekniikalla on järjestetty välikerrokseksi ja joka on kulumissuojakerroksen alla

20 niin kuin myöhemmin tullaan tarkemmin esittämään. Tällaisessa työkalussa esiintyy lastuamisvaiheen aikana leikkuupalassa 2 tai sen leikkausreunoissa kulumisilmiöitä, jotka aina riippuen rasituksen tavasta ja kestoajasta kehittyvät eri tavoin. Leikkuupala kuluu terän

25 takareunasta 4 (päästöpinnan kuluminen) ja terän rintapuolelta 5 (syventymäkuluminen). Siksi erikoisesti tälle alueelle tulee, niin kuin on ehdotettu, järjestää tuntoelintä 3 vastaavia tuntoelimiä. Tuntoelin 3 on yhdistetty virranjohtimiin 6, jotka ko. ylimenoissa on

30 liitännät 7 ja joita on yhdistetty kytkentään 8. Tämä kytkentä toimii tuntoelinten esikäsitteilyssä tai vast. arvioinnissa ja on järjestetty tuntoelimen 3 läheisyyteen työkaluun 1 tai sen pitimeen. Edullisesti kytkentä 8 on muodostettu mikrokytkentänä. Kytkentä 8 on liitännä

35 täjohtojen avulla yhdistetty ohjaus- ja säätökytkentään, joka tuntoelimen signaaleista riippuen ohjaa tai vast. säätää ko. työkalun 1 osoittavan koneen paramet-

reja, jolloin nämä parametrit esimerkiksi voivat olla leikkausnopeus tai syöttö tai jokin sen tapainen.

Kuvassa 2 on esitetty osakuva sorvausterässä käytettävästä kääntöteräpalasta 9. Tällä kääntöpalalla on lämpötilatuntoelimiä 10 ja kulumistuntoelinjärjestely 11 virranjohtimien tai vast. vastuskerroksien muodossa järjestetty suoraan terän rintapinnalle lastunohjauskourulla tai ilman sitä. Lämpötilatuntoelimissä 10 on esimerkiksi meanderinmuotoisia osia 12, jotka ensimmäisten liitännöjensä avulla on liitosjohtojen 13 kautta yhdistetty kulloisiinkin kosketuspintoihin 14 ja toisten liitännöjensä avulla liitosjohdon 15 kautta yhdistetty yhteiseen samaten kosketuspintaan 14. Kulumistuntoelinjärjestelmä 11 koostuu suuresta määrästä vierekkäin olevia virranjohtimia 16, jotka toisaalta on yhdistetty kulloisiinkin kosketuspintoihin 14 ja toisaalta myös on kytketty yhteiseen liitosjohtoon 15. Kosketuspinnat 14 ovat yhteydessä käsittelykytkentään, joka vastaa kytkentää 8 kuvassa 1. Lämpötila lämpötilatuntoelimien 10 paikalla kompensoidaan vastuksen muutoksella meanderinmuotoisissa osissa 12 käsittelyssä esiintyvän lämpenemisen johdosta. Kääntöteräpalan 9 kulumisen leikkausreunassa määritetään virranjohtimen 16, joka katkeaa kun kulumisen pitemmän työstämisen aikana jatkuvasti lisääntyy, avulla. Samalla tavalla voidaan palan murtuminen määrittää.

Esitetyssä sovellutusesimerkissä voisi esimerkiksi kosketuspintojen 14 liittäminen tapahtua vastaavan kosketuspinnan osoittavan virranjohtimella varustetun kiinnitysruuvien kautta signaalin eteenpäin johtamista varten. Voidaan myös ajatella, että käsittelykytkentä kääntöteräpalan keskellä voisi olla järjestetty mikrosiruna ja yhdistetty suoraan kosketuspintoihin.

Periaatteessa kuuluu ruiskutuksen kautta päällystetyn työkalun, esim. kääntöteräpalan, kerrosrakenteeseen yksi substraattiin perustuksena istutettu gradienttikerros, jossa metalli jatkuvasti muuttuu eristi-

meksi esim. Ti-TiOx-TiO₂:ksi, jolloin happea jatkuvasti lisääntyvästi lisätään. "Istutetulla" tarkoitetaan esillä olevassa hakemuksessa, että gradienttikerros lo-
mittuu ionisyövytyksellä varustettuun substraatin pin-
5 taan tai vast. edeltävään kerrokseen vähäiseen syvyy-
teen (esim. 10 nm - 100 nm), jolloin kulumista voidaan ohjata substraatilla olevan (negatiivisen) biasjännitteen, esim. välillä 70 V ja 2000 v, ja siten ionipommituksen avulla. "Istutus"-toimenpiteillä voidaan paran-
10 taa tarttuvuutta.

Gradienttikerroksen päälle voidaan yksinkertaisimmassa tapauksessa vielä asettaa toinen gradienttikerros tuntoelinkerroksena, esim. TiO₂-TiOx-Ti, vähentämällä hapen lisäystä, jolloin tuntoelinkerros voidaan
15 sopivasti strukturoida vastaavasti kuin kulumistuntoelin- ja lämpötuntoelinkerros.

Kuitenkin voidaan viimeisen gradienttikerroksen sijaan asentaa kaksi peräkkäin asennettavaa ja yli yhden niiden väliin ionisyövytyksellä istutetun eri ainetta olevan metallikerroksen, jolloin toinen kerros
20 muodostaa vastuskerroksen kulumistuntoelimiä varten ja toinen lämpöä kestävä kerroksen lämpötuntoelimiä varten. Siten voidaan tuntoelimien herkkyyttä parantaa. Kerrokset strukturoidaan vastaavalla tavalla.

Lisäksi asennetaan kulumissuojakerros ja kyseessä olevassa tapauksessa erotetaan edeltäpäin istutettu eristyskerros. Suojakulumiskerros voi olla muodostettu gradienttikerroksena esim. lisääntyvän tyypin
25 lisäyksen alaisena. Kun kulumissuojakerroksena käytetään esim. hBN-CBN, Al₂O₃ tai timanttia, ei tarvita eristyskerrosta.
30

Kaikki kerrokset valmistetaan siten, että ne kasvavat samanaikaisesti ionipommituksen aikana, joka ohjataan substraatin biasjännitteen avulla. Kerrosten
35 paksuus ja kovuus ohjataan samalla tavalla biasjännitteen tai vast. -potentiaalin kautta, jolloin on itsestään selvää, että kerrosten kasvun täytyy olla mahdol-

lista. (Negatiivinen) biasjännite on välillä 70 V ja 2000 V, jolloin kerrosten kasvua varten saadaan arvoja välillä 100 V ja 400 V ja ionisyövytystä varten voidaan valita vielä korkeampia arvoja. Kun eri kerroksia ei
5 jatkuvasti eroteta, tehdään kuitenkin kerrosten erotuk-
sien välissä ionisyövytys tarttuvuuden parantamiseksi
siitä seuraavalle kerrokselle.

Eriste- ja kulumissuojakerroksissa voidaan
käyttää TiO_2 , BN, Al_2O_3 , SiO_2 , ja vastaavia esim. TiN,
10 BN, Al_2O_3 , TiC, TiAlN, TiCN, timantti ja vastaavia.

Kun tuntoelinkerroksia asetetaan kaareville
pinnoille, esim. jälkiohjausuraan, ei voida käyttää va-
lokivipainantaa strukturoinnin muodostamisessa. Tällöin
käytetään laakapainantaa suurella syvyysvaikutuksella
15 esim. röntgenlaakapainantaa, lasersädelaaapainantaa
tai kolmikerrostekniikkaa, jossa tasainen pinta valmis-
tetaan täyttämällä valonkestävällä tai synteettisellä
aineella ja laittamalla päälle metallikerros ja syövyt-
tämällä laite sopivasti.

20 Voidaan ajatella, että kerrosrakenne työkalul-
la voidaan valmistaa toisessa järjestyksessä kuin mitä
edellä on esitetty. Kulumissuojakerros voidaan esimer-
kiksi valmistaa gradienttikerroksena suoraan substraat-
tille, jolloin sen jälkeen epäilemättä tämän kerroksen
25 ja tuntoelinkerroksen väli täytyy erottaa eristysker-
roksella.

Kuvissa 3a - 3c on tarkemmin esitetty kääntö-
teräpalan, jossa on integroituja tuntoelimiä, valmistus
erään sovellutusesimerkin mukaisesti. Substraattina
30 käytetään kaupallista kääntöteräpalaa 17, joka koostuu
kovametallista tai metallikeramiikasta, jonka paksuus
on 3 - 5 mm. Kääntöteräpalalla 17 on sileä pinta. Ennen
päälystystä poistetaan rasva kääntöteräpalalta alkali-
sessa puhdistuskylvyssä ja huuhdotaan deionisoidulla
35 vedellä ja kuivataan ja kiinnitetään mekaaniseen mas-
kiin 18. Päälystäminen tapahtuu ennestään tunnetussa
ruiskutuslaitteessa, jolloin substraattipöytä, joka

vastaanottaa yhden tai useamman kääntöteräpalan piti-
men, on liitetty biaslähteeseen, jonka kautta korkea-
ja keskitaajuus syöttöjännitteet kuin myös tasavirta-
lähde voidaan kytkeä substraattipöytään. Substraatin
5 sisäänrakentamisen jälkeen paine alennetaan 10^{-5}
mbar:in, suoritetaan ionisyövytysvaihe substraatin esi-
puhdistusta varten negatiivisessa potentiaalissa sub-
straatinpitimessä 600 V, jolloin samaan aikaan suorite-
taan maalin vapaaruiskutus. Seuraavaksi tarttumisen pa-
10 rantamiseksi pannaan päälle TiO_x gradienttikerros vä-
likerroksena 19, jonka paksuus on 100 nm, jonka päälle
seuraavaksi erotetaan TiO_2 -eristyskerros 20. Eristys-
kerrokselle erotetaan toinen välikerros 21 titaanista.
Välikerroksilla 19 ja 21 ja eristyskerroksella 20 on
15 yhteispaksuus 1,5 - 3,0 μm . Biasjännitegradientti sub-
straattipöydällä on tällöin 1400 V - 100 V.

Seuraavassa osavaiheessa (ei metallinen elin)
metalloidaan johdinkerroksen 22 valmistamista varten
molybdeenikerroksella, jonka paksuus on 1 μm , tai ti-
20 taanikerroksella substraattibiasjännitteessä 50 V. Joh-
timien syövyttäminen tehdään käyttämällä tavallisia
laakapainantamenetelmiä, jolloin kääntöteräpala laka-
taan valoa kestävän spinpäälysteen avulla, valotetaan
UV-kosketuspinnoituksessa Cr-maskin avulla ja kehite-
25 tään alkalisessa kehitteessä. Lopuksi Mo-kerros struk-
turoidaan syövytyslaitoksessa.

Kuvan 3b mukaisesti laitetaan seuraavaksi
ruiskuttamalla päälle lämpöävastustava kerros, joka
koostuu gradienttitartuntakerroksesta välikerroksena 23
30 ja vastuskerroksesta 24, joka koostuu Mo:sta, joita
ruiskutetaan paksuudeltaan on 100 nm. Lämpöävastustava
kerros 23, 24 strukturoidaan uudelleen, kuten edellä on
esitetty, tavanomaisilla laakapainantamenetelmillä si-
ten, että lämpötuntoelimet saavat toivotun muodon.
35 Meanderigeometrian ja radanleveyyden avulla toteutetaan
vastus, joka on n. 100 Ω .

Kuvan 3 mukaisesti laitetaan vielä toinen

eristyskerros 25, joka koostuu TiO_2 :sta, jolloin myös valmistetaan gradienttitartuntakerros, joka kuitenkin, kuten ei myöskään toista ja kolmatta välikerrosta ei ole kuvassa 3c esitetty. Viimeiseksi ruiskutetaan kulumissuojakerros 26, joka koostuu TiN :stä, paksuuteen 5 μm .

Tämä esitetty kerrosjärjestys on annettu ainoastaan esimerkkinä, tietysti lisäkerroksia ja muita kerrosjärjestyksiä voidaan valmistaa ja samalla tavalla voidaan käyttää jotain muuta ainetta. Eristyskerroksena voidaan käyttää esimerkiksi boorinitridiä B_n ja kulumissuojakerros voidaan myös muodostaa cBN -kerroksena.

Valmistusmenetelmä tällaista sovellutusesimerkkiä varten on esitetty seuraavassa. Kääntöteräpala (niin kuin edellä) substraattina puhdistetaan, rasva poistetaan ja rakennetaan 4-kohde-elektrodiruiskutuslaitteen sisään, jonka paine alennetaan $< 2 \times 10^{-5}$ mbar:in. Kohde-elektrodit ja substraatit puhdistetaan ionisyoövytyksellä suljetussa sulussa. Sen jälkeen metalloidaan ei metallisia elimiä gradienttikerros TiBN :stä ja eristyskerros BN(C) :sta. Tämä suoritetaan DC-magnetroniruiskutuslaitteessa kokonaispaineessa 4×10^{-3} mbar, jolloin TiB_2 kohde-elektrodi (gradienttikerros) ja B_4C -kohde-elektrodi (eristyskerros) reaktiivisesti ruiskutetaan erilaisilla N_2/Ar -kaasuseoksilla. Seuraavaksi valmistetaan johdinkerros Mo :sta, jonka kerrospaksuus on n. 1 μm , joka laakapainatetaan ja strukturoidaan. Lämpöäkestävä tuntoelinelementti valmistetaan ruiskuttamalla Mo kerrospaksuutena, joka on 100 nm, laakapainetaan ja strukturoidaan reaktiivisella ionisyoövytyksellä. Sen päälle sovitetaan gradienttitartuntakerros ja kulumissuojakerros ruiskuttamalla. Tätä varten rakennetaan työkalu sisään magnetroniruiskutuslaitteeseen. Kohde-elektrodi koostuu B_4C :stä. Vapaaruiskutusmenetelmän kohde-elektrodia varten ja lyhyen ionisyoövytysvaiheen substraatin puhdistusta varten jälkeen, johdetaan sisään Ar/N_2 -kaasuseos, jossa on 30 % N_2 .

resipientissä ja kaasupaineessa 50×10^{-3} mbar, metal-
loidaan työkalun ei metallisille elimille nanokide c-
BN-kerros. Teho kohde-elektrodissa 250×120 nm nousee
1,5 KW, substraatille muodostuu 250 V tasajännite. Ker-
5 rostuslämpötila on n. 300 °C. Näissä olosuhteissa muo-
dostuu kova kulumissuojapinta, joka kuutiomaisen BN-
faasin lisäksi vielä sisältää vain pieniä osuuksia hek-
sagoniaalista BN ja n. 5 % hiiltä todennäköisesti kar-
bidi- tai sp^3 -sidoksena. Kulumissuojakerroksen, joka
10 koostuu c-BN:sta tai timantista, etu on yleiskatsaukse-
na ohutkalvotuntoelimien integraatioon siinä, että suh-
teessa johtokykyisiin Ti-pohjautuviin kovakerrosjärjes-
telmiin yksi eristekerros voidaan jättää pois.

Kuvassa 4 on esitetty vielä eräs sovellu-
15 tusesimerkki kääntöteräpalasta 27, johon on järjestetty
yhdistelmä lämpötila- ja kulumistuntoelimistä ("moni-
toimituntoelin"). Tässä sovellutusesimerkissä ovat läm-
pötuntoelimien meanderinmuotoiset osat 12 kulumistun-
toelinjärjestelyn virranjohtimissa 16 integroituu niin,
20 ettei lämpötilatuntoelimiä varten tarvitse järjestää
lisää virranjohtimia.

On itsestään selvää, että muita tuntoelimiä
voi olla integroituna työkaluihin, joita on muodostettu
suoraan kerroksina tai joita on voitu järjestää työka-
25 lulle esim. alapuolelle tai pitimeen. Niin voi esim.
voima- ja/tai taivutustuntoelin olla päällepannuna
pietsosähköisenä kerroksena tai muodostettuna venymän-
mittaussiltana. Voidaan myös ajatella vibraatiotun-
toelimiä niin, että suuri osa vaikutussuureita voidaan
30 kompensoida.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Työkalu muovaus- ja lastuamislaitteita varten, joka on kiinnitettävissä pitimeen ja johon kuuluu substraatti, jonka päälle on järjestetty ainakin yksi lämpötilatuntoelin (10) ja ainakin yksi kulumistuntoelin (11), jotka on muodostettu strukturoiduksi johtavaksi metallikerrokseksi, ja kulumissuojakerroksen käsittävä kerrossysteemi, jolloin tuntoelimet (3, 10, 11) ovat liitettävissä työstönohjauskytkentään (8) ja tuntoelimet (3, 10, 11) on järjestetty työkalun suoraan kulumispintaan, tunnettu siitä, että kerrossysteemi on suljettu kerrosrakenne, jossa on ainakin yksi substraatin pintaan istutettu kasvatettu ensimmäinen gradienttikerros, joka yhtäjaksoisesti muuttuu substraatin kanssa yhteydessä olevasta metallikerroksesta eristyskerrokseksi, sekä ainakin yksi johtavan tuntoelimen muodostava strukturoitu metallikerros ja kulumissuojakerros.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen työkalu, tunnettu siitä, että ainakin yksi johtava, tuntoelimet (3, 10, 11) muodostava strukturoitu metallikerros on muodostettu toiseksi gradienttikerrokseksi, joka yhtäjaksoisesti muuttuu ensimmäisen gradienttikerroksen eristyskerroksesta metallikerrokseksi.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen työkalu, tunnettu siitä, että kahteen kulloinkin sen edessä olevaan kerrokseen on järjestetty istutetut, johtavat tuntoelimet (3, 10, 11) muodostavaa strukturoitua metallikerrosta, joista toinen on kulumistuntoelinjärjestelyn muodostava vastuskerros ja toinen on lämpötilatuntoelimen muodostava lämpöä kestävä kerros.

4. Jonkin patenttivaatimuksista 1- 3 mukainen työkalu, tunnettu siitä, että kulumissuojakerros on muodostettu kolmantena gradienttikerroksena eristyskerroksen välikytkennän alle.

5. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 4 mukainen

työkalu, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen ja toinen gradienttikerros on titaani-titaanioksidikerros ja kolmas gradienttikerros on titaani-titaaninitridikerros.

5 6. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen työkalu, t u n n e t t u siitä, että kulumissuojakerros on yksi sen alla olevaan kerrokseen istutettu kuutiomainen boorinitridikerros tai timanttikerros.

10 7. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 6 mukainen työkalu, t u n n e t t u siitä, että substraatti on kääntöteräpala (2), joka koostuu kovametallista tai metallikeramiikasta, jolloin kerrosrakenne on järjestetty terän rintapinnalle lastuohjausuralla tai ilman.

15 8. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 7 mukainen työkalu, t u n n e t t u siitä, että työstöohjauskytkentä (8) on muodostettu mikrosiruna, joka on järjestetty työkalulle tai pitimeen ja on yhdistetty tuntoelimiin.

20 9. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 8 mukainen työkalu t u n n e t t u siitä, että voima- ja/tai taivutustuntoelimiä on järjestetty ferrosähköisinä tai pietsosähköisinä kerroksina.

25 10. Laite muovaus- ja lastuamismenetelmien säätämiseksi muovaus- ja lastuamislaitteella, joka on pitimeen kiinnitetty jonkin patenttivaatimuksista 1 - 9 mukainen työkalu, t u n n e t t u siitä, että laitteessa on ohjaussäätökytkentä, joka on työkalun tuntoelimen kautta yhdistetty työstöohjauskytkentään lämpötila- ja kulumis- ja mahdollisten voimasignaalien vastaanottamiseksi ja riippuen näistä signaaleista ohjaa muovaus- ja lastuamislaitteen parametreja kuten esim. nopeutta, syöttöä tai sen tapaisia.

30 11. Menetelmä työkalun valmistamiseksi jonkin patenttivaatimuksista 1 - 9 mukaisten muovaus- tai lastuamislaitteita varten, t u n n e t t u siitä, että substraatti altistetaan ionisyytykselle ja suoraan kulumispinnalle kasvatetaan jatkuvasti gradienttikerros

sputteroinnilla lisääntyvässä reaktiokaasun lisäyksessä, joka gradienttikerros muuttuu metallikerroksesta eristyskerrokseksi, että vähintään yksi johtava tuntoelinkerros kasvatetaan sputteroinnilla ja sen jälkeen
5 strukturoidaan, ja että kulumissuojakerros erotetaan sputteroinnilla, jolloin kaikki kerrokset kasvavat samanaikaisesti ohjatun ionipommituksen alaisena.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että johtava tuntoelinkerros
10 kasvatetaan gradienttikerroksena reaktiokaasujen lisääntyvän vähenemisen vallitessa.

13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kulumissuojakerros kasvatetaan gradienttikerroksena lisäämällä reaktiokaasun lisäystä.
15

14. Jonkin patenttivaatimuksista 11 - 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että substraatista poistuvan aineen määrää ohjataan ionisyytyksen aikana ja/tai kerrosrakenteen kasvatettavien
20 kerrosten paksuutta ja kovuutta ohjataan biasjännitteen tai biaspotentiaalilla avulla substraattiin ionipommitusta varten, jolloin arvot ovat välillä 70 V - 2000 V.

15. Jonkin patenttivaatimuksista 11 - 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että siihen
25 kuuluu vaiheet:

- (a) esipuhdistetaan substraatti ionisyytyksellä,
- (b) kasvatetaan tartunnan parannuskerroksena ja eristyskerroksena toimiva gradienttikerros $\text{Ti-TiO}_x\text{-TiO}_2$ -eristyskerros substraatin päälle sputterointimenetelmällä ja lisääntyvällä hapen lisäyksellä,
- (c) kasvatetaan Ti, Mo tai W sisältävä johdinkerros sputterointimenetelmällä,
- (d) järjestetään maski, joka vastaa toivottuja johtimia ja kosketuspintoja ja syövytetään maskin peittämätön
35 johdinkerros,
- (e) kasvatetaan Mo:sta tai vastaavasta koostuva lämpöä kestävä kerros sputteroinnilla,

(f) lämpöä kestävä kerros strukturoidaan vaiheen (d) mukaisesti,

(g) kasvatetaan toinen TiO_2 -eristyskerros, joka vastaa vaihetta (b), ja

- 5 (h) kasvatetaan kulumissuojakerros gradienttikerroksena Ti-TiN ruiskutuksen ja lisääntyvän typen lisäyksen avulla.

16. Jonkin patenttivaatimuksista 11 - 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että siihen
10 kuuluu seuraavat vaiheet:

(a) esipuhdistetaan substraatti ionisyövytyksellä,

(b) kasvatetaan gradienttikerros, joka koostuu TiBN:stä ja eristyskerros, joka koostuu BN:sta,

(c) kasvatetaan johdinkerros, jossa on Ti, Mo tai W,

- 15 (d) strukturoidaan johdinkerros,

(e) sputteroidaan Mo:sta tai vastaavista aineista koostuva lämpöä kestävä kerros

(f) strukturoidaan lämpöä kestävä kerros,

- 20 (g) kasvatetaan gradienttitartuntakerros ja kulumissuojakerros, joka koostuu c-BN:stä sputteroimalla.

17. Jonkin patenttivaatimuksista 11 - 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että substraatin lämpötila kerroksen valmistamisen aikana on alueella 50°C - 900°C .

- 25 18. Jonkin patenttivaatimuksista 11 - 17 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että johtimet ja lämpöä kestävä kerros lämpökäsitellään stabilisointia varten.

- 30 19. Jonkin patenttivaatimuksista 11 - 18 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tuntoelimien strukturointiin kaarevilla substraattipinoilla käytetään litografiaa, jossa on suuri syvävaikutus esim. röntgenlitografiaa, laserlitografiaa tai kolmikerrostekniikkaa.

PATENTKRAV

1. Verktyg för omformnings- och spånavskiljningsanordningar, som kan fästas till en hållare, och till vilket tillhör ett substrat med därpå anordnade
5 åtminstone en temperatursensor (10) och åtminstone en nötningssensoranordning (11), vilka är utformade som strukturerade ledande metallskikt, och ett nötnings-skyddsskikt som omfattar ett skiktsystem, varvid sensorerna (3, 10, 11) kan förbindas med en bearbetnings-
10 koppling (8), och sensorerna (3, 10, 11) är anordnade på verktygets raka nötningsyta, k ä n n e t e c k n a t därav att skiktsystemet är en sluten skiktuppbyggning, där det finns åtminstone ett första gradientskikt som implanterat uppväxt på ytan av substratet, vilket kon-
15 tinuerligt övergår från ett med substratet förbundet metallskikt till ett isoleringsskikt, och åtminstone ett ledande strukturerat metallskikt som bildar sensorerna, och nötnings-skyddsskiktet.

2. Verktyg enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav att åtminstone ett ledande strukturerat metallskikt som bildar sensorerna (3, 10, 11) är utformat till ett andra gradientskikt, vilket kontinuerligt övergår från första gradientskiktets isoleringsskikt till ett metallskikt.

25 3. Verktyg enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t därav att till två, i varje fall för sig, framför det liggande skikt har anordnats implanterade ledande strukturerade metallskikt som bildar sensorerna (3, 10, 11), av vilka det ena är ett
30 motståndsskikt som bildar nötningssensoranordningen, och det andra är ett termoresistivt skikt som bildar temperatursensorerna.

4. Verktyg enligt något av patentkraven 1-3, k ä n n e t e c k n a t därav att nötnings-skyddsskiktet
35 är utformat som tredje gradientskikt under mellankopplingen av isoleringsskiktet.

5. Verktyg enligt något av patentkraven 1-4, kännetecknat därav att de första och andra gradientskikten är titan- titanoxidskikt, och det tredje gradientskiktet är titan- titannitridskikt.

5 6. Verktyg enligt något av patentkraven 1-3, kännetecknat därav att nötningssskyddsskiktet är ett implanterat kubiskt bornitridskikt eller diamannskikt, som implanterats i skiktet som ligger under det.

10 7. Verktyg enligt något av patentkraven 1-6, kännetecknat därav att substratet är en vändskärplatta (2) av hårdmetall eller kerametall, varvid skiktuppbyggnaden är anordnad på spånytan av bettet med eller utan spånledande spår.

15 8. Verktyg enligt något av patentkraven 1-7, kännetecknat därav att bearbetningskopplingen (8) är utformad som mikrochips, vilket är anordnat på verktyget eller hållaren och är förbundet med sensorerna.

20 9. Verktyg enligt något av patentkraven 1-8, kännetecknat därav att kraft- och/eller böjsensorer är anordnade som ferroelektriska eller piezoresistiva skikt.

25 10. Anordning för reglering av omformnings- och spånavskiljningsförfaranden, med en omformnings- och spånavskiljningsanordning, vilken uppvisar ett i en hållare inspänt verktyg enligt något av patentkraven 1-9, kännetecknat därav att i anordningen det finns en styrnings-regleringskoppling, vilken 30 via verktygets sensorer är förbunden till bearbetningskopplingen för mottagande av temperatur- och nötnings- och eventuellt kraftsignaler, och styr avhängigt av dessa signaler omformnings- och spånavskiljningsanordningens parametrar, såsom hastighet, frammatning eller liknande. 35

11. Förfarande för framställning av ett verktyg för omformnings- och spånavskiljningsanordningar

enligt något av patentkraven 1-9, k ä n n e t e c k -
n a t därav att substratet utsätts för jonetsning, och
direkt på nötningsytan uppväxer kontinuerligt ett gra-
dientskikt genom förstoftning vid tilltagande tillför-
5 sel av reaktionsgas, vilket gradientskikt övergår från
ett metallskikt till ett isoleringsskikt, att åtmin-
stone ett ledande sensorskikt anbringas genom förs-
toftning, och därefter struktureras, och att nötnings-
skyddsskiktet avskiljs genom förstoftning, varvid alla
10 skikt uppväxer samtidigt under en styrd jonbeskjut-
ning.

12. Förfarande enligt patentkrav 11, k ä n -
n e t e c k n a t därav att det ledande sensorskiktet
anbringas som ett gradientskikt under rådande tillta-
15 gande reduktion av reaktionsgaserna.

13. Förfarande enligt något av patentkrav 11
eller krav 12, k ä n n e t e c k n a t därav att nöt-
ningsskyddsskiktet uppväxer som ett gradientskikt ge-
nom att tillägga tillförseln av reaktionsgasen.

20 14. Förfarande enligt något av patentkraven
11-13, k ä n n e t e c k n a t därav att mängden av ma-
terial som avlägsnas substratet under jonetsningen,
och/eller densiteten och hårdheten hos de anbringade
skikten i skiktuppbyggnaden styrs med hjälp av för-
25 spänningen respektive förspänningspotentialen till
substratet för jonbeskjutning, varvid värden ligger
mellan 70V och 2000V.

15. Förfarande enligt något av patentkraven
11-14, k ä n n e t e c k n a t därav att det tillhör
30 följande steg:

(a) förrengöring av substratet genom jonetsning,

(b) anbringandet av ett som vidhäftningsförbättrings-
skikt och isoleringsskikt verkande gradientskikt Ti-
TiO_x-TiO₂-isoleringsskikt på substratet genom ett
35 förstoftningsförfarande, och med tilltagande till-
försel av syre,

- (c) anbringandet av ett ledarbanskikt som innehåller Ti, Mo eller W, med förstoftningsförfarandet,
- (d) anordnande av en mask som motsvarar de önskade ledarbanorna och kontaktytorna, och etsande av ett icke av masken täckt ledarbanskikt,
- (e) anbringandet av ett termoresistivt skikt av Mo eller liknande genom förstoftning,
- (f) strukturering av det termoresistiva skiktet i enlighet med steg d),
- (g) anbringandet av ett andra TiO_2 -isolerings-skikt vilket motsvarar steg b), och
- (h) anbringandet av ett nötningsskyddsskikt som gradient-skikt Ti-TiN genom sprutande och tilltagande tillförsel av kväve.

16. Förfarande enligt något av patentkraven 11-14, k ä n n e t e c k n a t därav att det tillhör följande steg:

- (a) förrengöring av substratet genom jonetsning,
- (b) anbringandet av ett gradient-skikt av TiBN och ett isolerings-skikt av BN
- (c) anbringandet av ett ledarbanskikt som innehåller Ti, Mo eller W,
- (d) strukturering av ledarbanskiktet,
- (e) förstoftning av ett termoresistivt skikt av Mo eller liknande material,
- (f) strukturering av ett termoresistivt skikt,
- (g) anbringandet av ett gradientvidhäftningsskikt och ett nötningsskyddsskikt av c-BN genom förstoftning.

17. Förfarande enligt något av patentkraven 11-16, k ä n n e t e c k n a t därav att substratets temperatur under framställningen av skiktet ligger inom området från 50°C till 900°C .

18. Förfarande enligt något av patentkraven 11-17, k ä n n e t e c k n a t därav att ledarbanorna och det termoresistiva skiktet tempereras för stabilisering.

19. Förfarande enligt något av patentkraven 11-18, k ä n n e t e c k n a t därav att för strukturering av sensorskikten vid krökta substratytor används litografi med stor djupverkan, exempelvis röntgenlitografi, laserlitografi eller treskiktstekniken.



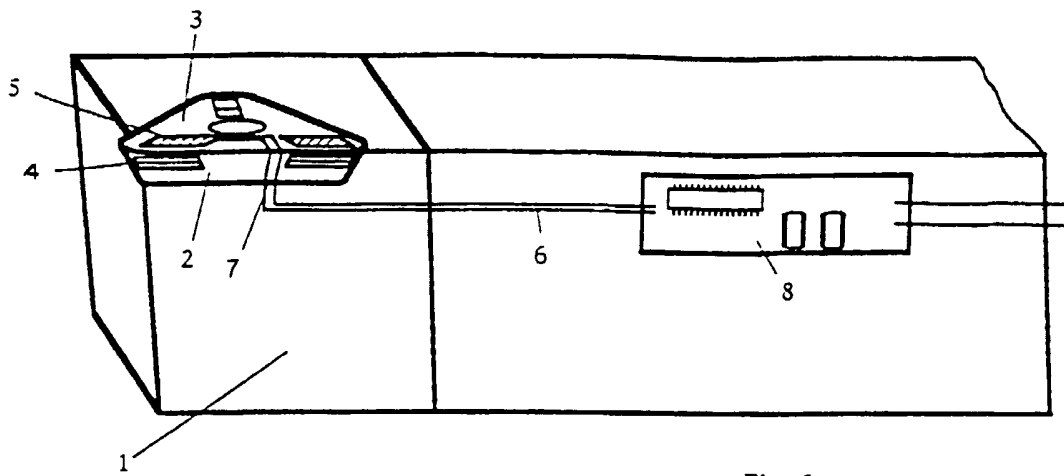


Fig. 1

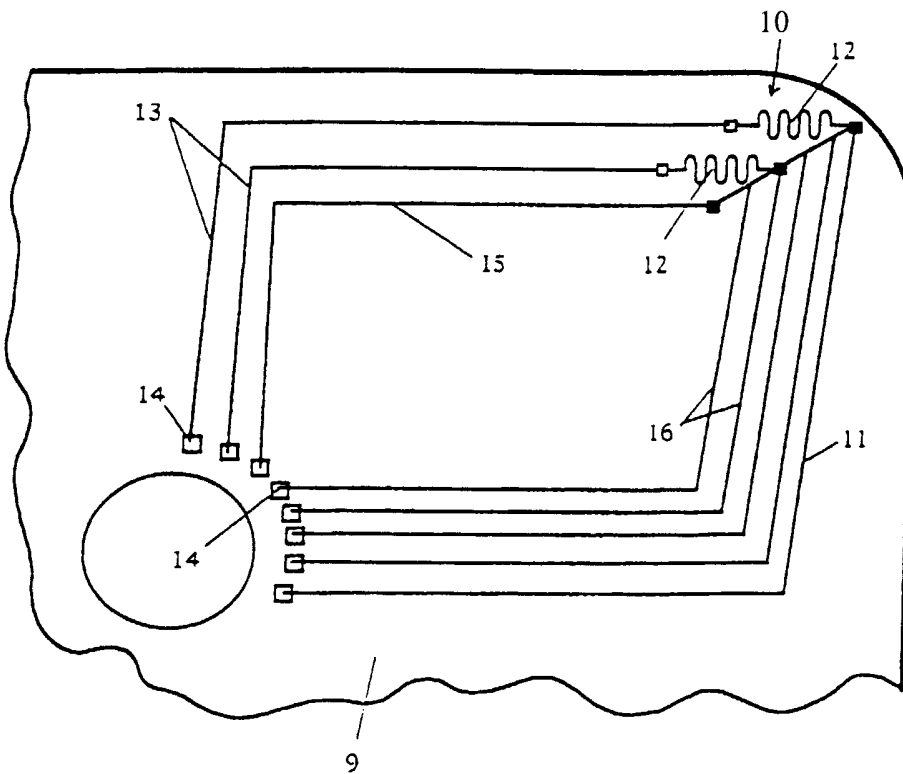
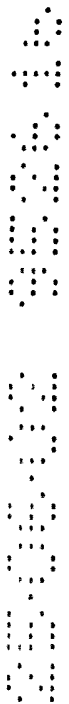
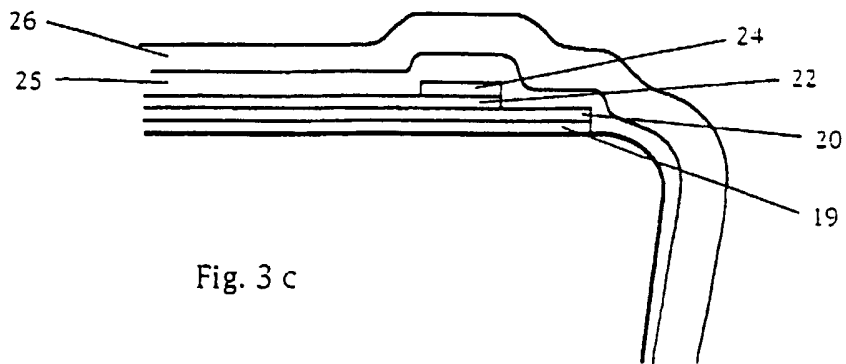
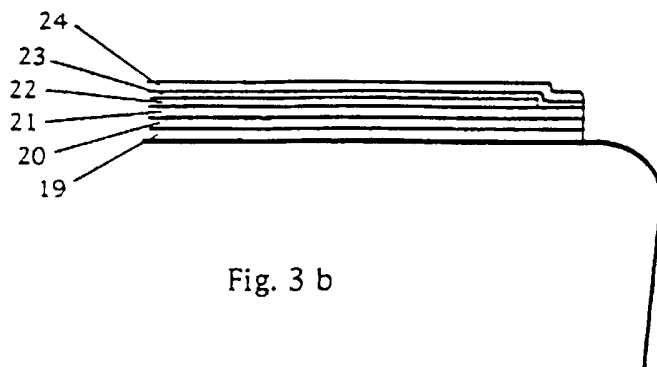
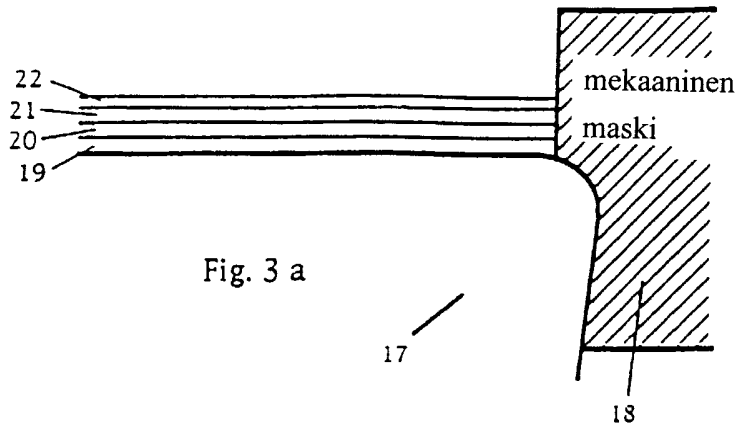


Fig. 2





110357

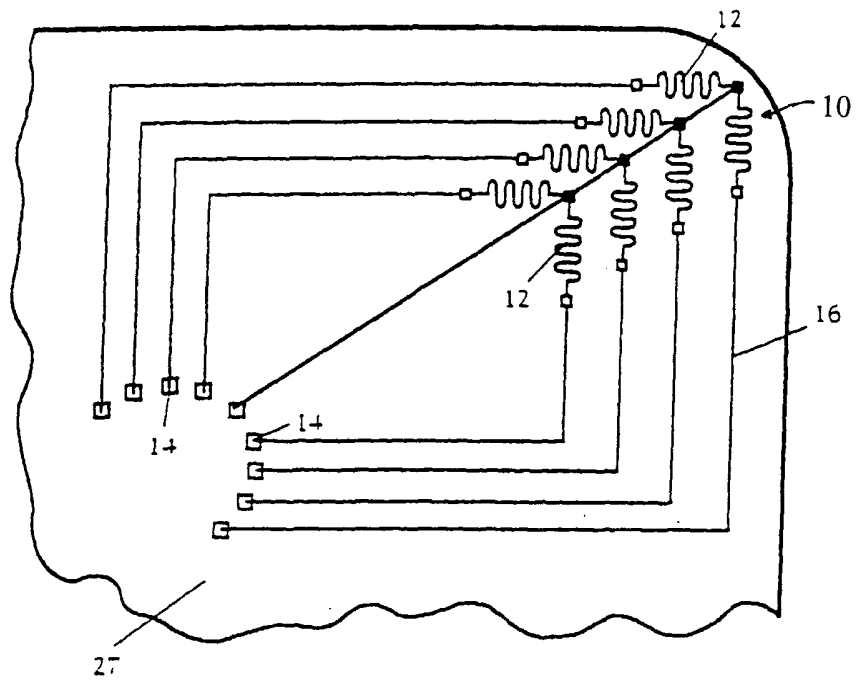


Fig. 4

110357