

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 930149 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **930149**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
**H01F 41/02
H03K 3/45**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **14.01.1993**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **14.01.1993**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **29.07.1993**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

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

28.01.1992 DE 4202240

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Vacuumschmelze GmbH, 6450 Hanau, Germany, SAKSA, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Hausch, Gernot, BRD, SAKSA, (DE)

2 •Radeloff, Christian, BRD, SAKSA, (DE)

3 •Rauscher, Gerd, BRD, SAKSA, (DE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä magneettisen impulssianturin valmistamiseksi

Förfarande för framställning av en magnetisk impulsgivare

Menetelmä magneettisen impulssianturin valmistamiseksi

Keksintö kohdistuu menetelmään synnytettyssä magneettikentässä äkillisellä jälleenmagnetoinnilla toimivan impulssianturin valmistamiseksi, joka koostuu pitkänomaisesta sekakappaleesta, jossa on vähintään kahta raaka-ainetta, joilla on erilainen lämpölaajenemiskäyttäytyminen ja joita jännitetään mekaanisesti suhteessa toisiinsa lämpökäsittelyllä.

Tällainen impulssianturi sekakappaleena on selitetty DE-patenttijulkaisussa 3 152 008. Tämä sekakappale sisältää sydämen ja kuoren, joiden raaka-aineet voivat koostua osittain tai kaikki magneettisista raaka-aineista eri koersiivikentänvoimakkuuksilla. Käytettäessä kahta magneettista raaka-ainetta eri koersiivikentänvoimakkuuksilla käytetään magneettisesti kovempaan materiaaliin esimerkiksi metalliseosta alueella 45 - 55 paino-% kobolttia, 30 - 50 paino-% rautaa ja 4 - 14 paino-% (kromia + vanadiumia), kun magneettisesti pehmeänä raaka-aineena on nikkeli. Tässä valmistetaan, asentamalla sisään raaka-ainekomponentti muodonmuistikyvyllä tai käyttämällä raaka-aineita eri termisillä laajenemiskertoimilla, lämpökäsittelyllä tietty jännitystila, joka aikaansaa jännitetyssä sekakappaleen magneettisesti pehmeässä komponentissa ulkoisen magneettisen kentän vaikutuksessa hyppivän jälleenmagnetoinnin.

Tämä tunnettu sekakappale esiintyy pitkänomaisena muistirenkaana.

DE-hakemusjulkaisusta 2 933 337 on lisäksi jo tunnettua, että käytetään sekakappaletta, koostuen nikkelistä tai seostamattomasta teräksestä jännittävästä komponenttina ja koboltti-vanadiumi-rauta-metalliseoksesta magneettisesti aktiivisena kytkentäkomponenttina. Valmistuksessa tehdään lämpökäsittely. Aluksi lankaa, josta sekakappale edullisesti koostuu, kuumennetaan niin paljon, että yksi raaka-ainekomponentti muovautuu syntyvissä jännityksissä

plastisesti, siten että nämä jännitykset pitkälti purkautuvat. Seuraavassa jäähdytyksessä vaikuttavat eri lämpölaajenemiskertoimet taas, että muodostuu mekaanisia jännityksiä, jotka eivät alemman lämpötilan takia enää johda

5 plastiseen muovautumiseen ja aiheuttavat magneettisesti aktiiviseen komponenttiin - johtuen sen magnetostriktiosta - äkillisen jälleenmagnetoinnin, kun synnytetään tietty magneettikenttä.

Pitkänomainen sekakappale pienellä vastekentän voimakkuudella 1,0 Oe (noin 0,8 A/cm) on selitetty lisäksi

10 US-patenttijulkaisussa 4 660 025. Esimerkiksi tässä käytetään pitkänomaista, 7,6 cm pitkää lankaa amorfisesta materiaalista ja on annettu, että tämän langan pituus voi olla 2,5 - 10 cm. Tässä materiaalin jäähdytyksen takia amorfisen tilan valmistuksessa syntyvät sisäiset jännitykset

15 ovat syy magneettiselle hyppykäyttäytymiselle.

DE-hakemusjulkaisussa 3 411 079 käytetään sekakappaleen valmistamiseksi magneettisesti kovien ja pehmeiden metalliseosten yhdistelmää. DE-patenttijulkaisusta

20 3 152 008 on lisäksi tunnettua, että magneettisesti kova komponentti voi toimia samanaikaisesti magneettisesti pehmeän komponentin jännittämiseksi. Tästä rakenteesta on se etu, että saadaan lanka, jonka vaipalla on suuri lujuus ja että voidaan tehdä suhteellisen lyhyitä lankoja.

Sekakappaleen magneettisesti kovan vaipan magnetoitumisen ansiosta magnetointikäyrä siirtyy, siten että magneettisesti kovassa kuoressa olevan vuon takia vältetään pitkälti magneettisuuden poistovyöhykkeet juovan reunalla sillä seurauksella, että jälleenmagnetoidaessa yhdessä

25 suunnassa tässä tapahtuu hypynomainen jälleenmagnetoituminen (Barkhausen-hyppy), kun se puuttuu jälleenmagnetoidaessa toisessa suunnassa. Tässä voidaan käyttää olennaisesti pienempiä muistirenkaita, koska kestopagneetti estää pitkälti magneettisuuden poistovyöhykkeet langan (impulsianturin) päissä.

30

35

Esillä olevan keksinnön tehtävänä on, saada aikaan tällaisen impulssianturin valmistamiseksi menetelmä, joka antaa ilman lisämenetelmäaskelia sekakappaleen raaka-aineiden väliset olennaisesti suuremmat jännitykset ja siten huomattavasti korkeammat jänniteimpulssit aktiivisen komponentin äkillisessä jälleenmagnetoinnissa. Lisäksi keksintö ratkaisee tehtävän, toteuttaa parantuneen impulssikäyttäytymisen lisäksi sekakappaleen magneettisesti aktiivisen osan esimagnetointi riittävällä koersiivikentänvoimakkuudella, ilman että täytyy olla olemassa lisäjuova kestromagneettisesta materiaalista.

Tämä tehtävä ratkaistaan keksinnön mukaisesti siten, että yhtenä raaka-aineena käytetään rautaseosta, jonka lisänä olevat metalliseosaineosat on valittu siten, että eri lämpötiloissa kulloinkin tapahtuu tilavuudenmuutos, että raaka-aineista valmistetaan pitkänomainen sekakappale ja että näiden sekakappaleiden lämpökäsittelynä ensin kuumennetaan ylemmän muutoslämpötilan yläpuolelle, myöhemmin jäähdytetään alemman muutoslämpötilan alapuolelle.

Rakenteen muutoksena tilavuuden muutoksen kanssa on ymmärrettävä esimerkiksi kristallirakenteen muutos faasimuutoksen takia esim. alfa-faasista (kuutiomainen tilakeskinen hila) gamma-faasiin (kuutiomainen pintakeskinen hila) tai epsilon-faasiin (heksagoninen hila) ja päinvas-
toin.

Keksinnön edullisia jatkomuotoja on selitetty alivaatimuksissa.

Kuvioiden 1 - 6 avulla on esitetty sovellusesimerkki mukaan lukien keksinnön mukaisella menetelmällä valmistetun impulssianturin toimintatapa.

Kuviossa 1 esitetään lankamainen impulssianturi leikkauksessa;

kuviossa 2 esitetään magnetointikäyrä pienellä heilahduksella ja magnetoimattomalla magneettisesti kovalla vaipalla;

kuviossa 3 esitetään magnetointikäyrä täydellä heilahduksella, jossa myös kuvion 1 mukaisen impulssianturin vaippa jälleenmagnetoidaan;

5 kuviossa 4 esitetään huomattavasti lyhennetyn impulssianturin magnetointikäyrä magnetoidun vaipan kanssa ja ilman sitä;

kuviossa 5 esitetään sillä saavutettava jänniteimpulssi magneettisesti pehmeä sydän jälleenmagnetoidessa;

10 kuviossa 6 verrataan magnetoimattomalla vaipalla saavutettua impulssia amorfisen langan, jolla on sisäisiä jännityksiä, impulssiin.

Sekakappaleena on esitetty kuviossa 1 lanka, jonka sydän koostuu magneettisesti pehmeästä raaka-aineesta 1 ja jonka vaippa koostuu rautaseoksesta 2. Koersiivivoima rautaseoksessa 2 on tällöin suurempi kuin magneettisesti pehmeässä raaka-aineessa 1. Sovellusesimerkissä magneettisesti pehmeä raaka-aine 1 koostuu metalliseoksesta, jossa on 75,5 Ni 2,9 Mo 3,0 Ti 1,0 Nb loput Fe. Tässä metalliseoksessa Ti ja Nb toimivat karkaisevana seoslisänä, magneettisesti pehmeän raaka-aineen liian helpon plastisen muovautumisen estämiseksi. Tällä magneettisesti pehmeällä raaka-aineella on nollaa suurempi magnetostriktio, eli raaka-aine laajenee magnetointisuuntaan. Tästä syystä haluttu hyppykäyttäytyminen saavutetaan, kun raaka-aine 1 on 20 valmiissa impulssianturissa vetojännityksessä.

Tämän vetojännityksen saavuttamiseksi olennaisesti suuremmassa mittakaavassa kuin tunnetuissa sekakappaleissa, vaippa valmistetaan rautaseoksesta, jossa tapahtuu eri lämpötiloissa kulloinkin rakennemuutoksia. Sovellusesimerkissä 25 valittiin martensiittisesti karkaistava teräs koostumuksella 17Cr 4Ni 4Cu 0,4Nb loput rautaa. Tällöin kyseessä on martensiittisesti karkaistava yleinen kaupallinen teräs, kuten se tunnetaan esimerkiksi nimityksellä ARMCO 17-4PH. Tässä viitataan esitteeseen "PRODUCT DATA", 30 Armco Steel Corporation, Baltimore, Maryland, nro. S-6c.

Tällä rautaseoksella on - kuten myös monilla muilla tunnetuilla teräksillä - rakennemuutospisteet niin sanottujen alfa- ja gammarakenteiden välissä. Lämpötilakäyttäytyminen on esitetty mainitun esitteen sivulla 11. Tästä diagrammista nähdään, että kuumennettaessa tapahtuu aluksi jatkuva tilavuudenkasvu lämpötilaan noin 620 °C saakka; siitä lähtien alkaa rakennemuutos, joka jatkuu tilavuuden pienemisellä lämpötilaan noin 660 °C asti. Tästä lähtien tilavuus kasvaa - ja siten kuvion 1 mukaisen vaipan pituus - edelleen, ilman että tapahtuu lisää muutosta tai muuta epäsäännöllisyyttä.

Tämän rautaseoksen kuumentamisen jälkeen ylemmän muutoslämpötilan yli voidaan seos taas jäähdyttää, joka vaikuttaa jatkuvan tilavuudenpienemisen vastaten katkoviivaa lämpötilaan alle 200 °C asti. Tässä alkaa sitten rakenteen takaisinmuutos, jota käytetään tunnetuissa teräksissä teräksen karkaisemiseksi. Tällöin syntyvä martenstiitti (alfa-faasi) vaikuttaa, että tilavuus ei jatkojäähdytyksessä pienene aikaisemmassa mitassa, vaan päinvastoin laajenee tässä, kuten katkokäyrästä (Product Data, Armco 17-4 PH, sivu 11) alueella 300 - 100 °C voidaan todeta.

Keksinnön mukaisesti tätä käyttäytymistä käytetään hyödyksi, impulssianturin valmistamiseksi, joka saa erityisen suuren sekakappaleen komponentin mekaanisen jännityksen, joka komponentti kokee tietyssä magneettikentässä äkillisen jälleenmagnetoinnin (Barkhausen-hyppy). Tätä varten sekakappale 3 kuumennetaan kuvion 1 mukaisessa sovellusesimerkissä lämpötilaan yli 750 °C ja lisäksi jäähdytetään alle 100 °C:seen. Tästä on seurauksena, että magneettisesti pehmeä raaka-aine 1 ja rautaseos 2 laajentuvat aluksi jokseenkin saaman verran (riippuen niiden lämpölaajenemiskertoimista). Kun rautaseoksen ylempi muutoslämpötila on saavutettu, yrittää magneettisesti pehmeä raaka-aine laajentua edelleen, samalla kun rautaseos kutistuu tai laajentuu vähemmän voimakkaasti. Täten syntyy magneet-

5 tisesti pehmeään raaka-aineeseen 1 puristusrasitus ja rautaseokseen 2 vetorasitus. Korkeassa lämpötilassa muutoksen jälkeen tästä on kuitenkin seurauksena, että mekaanisesti olennaisesti pehmeämpi sydämen materiaali muovautuu plastisesti tai rekristallisoituu, samalla kun rautaseoksessa 2 ei tapahdu sitä ainakaan samassa mitassa. Edellisestä johtuen voidaan lähteä siitä, että lämpökäsittelyssä tapahtuu jännitysten tasautuminen, siten että jäähtymisen aluksi ei ole olemassa veto- eikä puristusjännityksiä sydämen ja vaipan välillä.

15 Jäähtymyksessä pienenee sekä magneettisesti pehmeään raaka-aineeseen 1 että rautaseoksen 2 tilavuus aluksi jatkuvasti lämpötilaan alle 300 °C asti. Kuten tunnettujen sekakappaleiden tapauksessa - riippuen sydämen ja vaipan raaka-aineiden erilaisista lämpölaajenemiskertoimista - syntyy tiettyjä mekaanisia jännityksiä, joita käytetään hyödyksi ennestään tunnetuissa impulssiantureissa magneettisesti aktiivisen raaka-aineen esijännittämiseksi, mutta ne eivät ole tässä oleellisia, vaikka ne voivat vaikuttaa
 20 tukena.

25 Kun alue 300 - 100 °C on jäähtytysvaiheessa ohitettu, vaikuttaa martensiittinen muutos rautaseoksessa 2, että se yrittää äkillisesti laajentua voimakkaasti, samalla kun sydän magneettisesti pehmeästä raaka-aineesta 1 yrittää edelleen kutistua. Tästä on seurauksena, että huomattava vetojännitys vaikuttaa sydämeen ja vastaava puristusjännitys vaikuttaa vaippaan. Sydämen mekaaninen kovuus magneettisesti pehmeästä raaka-aineesta 1 on valittu nyt siten, että tässä suhteellisen matalassa lämpötilassa ei
 30 tapahdu enää oleellista plastista muovautumista, siten että sydämessä vaikuttaa suuria elastisia vetojännityksiä. Ne aiheuttavat yhdessä magneettisesti pehmeän raaka-aineen 1 positiivisen magnetostriktion kanssa olennaisesti nopeamman, äkillisesti tapahtuvan jälleenmagnetoinnin tietyillä magneettikentän arvoilla, kuten tapahtuu vähemmän
 35

esijännitetyissä sekakappaleissa tunnetuissa impulssiantureissa.

Kuviossa 1 esimerkiksi valitun martensiittisesti muuttuvan teräksen sijasta voidaan käyttää samoin kaikkia
 5 muita rautaseoksia, joissa tapahtuu vastaava muutos. Esimerkiksi "RADEX-RUNDSCHAU":ssa, 1972, vihkossa 3/4 sivulta 212 alkaen on selitetty "erittäin luja maraging-teräs 250 kp/mm² vetolujuudella". Tässä sana "maraging" tarkoittaa: "martensitic aging hardening" ja viittaa siihen, että
 10 näitä rakennemuutoksia on käytetty tunnetulla tekniikan tasolla materiaalin karkaisemiseksi, erityisen lujien terästen saamiseksi mekaanisiin käyttötarkoituksiin. Tämän kirjallisuuskohdan sivulla 216 kuvassa 9 on esitetty yhden selitetyn teräksen lämpötilankulku ja näytetty, että myös
 15 tässä rakennemuutokset johtavat siihen, että riittävän suuren kuumentamisen jälkeen jäähdytettäessä 200 ja 130 °C väliin seuraa tilavuudenkasvu, jota voidaan käyttää hyödyksi positiivisesti magnetostriktiivisten magneettisesti pehmeiden raaka-aineiden jännittämiseksi impulssianturissa.
 20 sa.

Tilavuudenmuutoksen hyödyksi käyttämiseksi rautaseosten rakennemuutoksessa magneettisesti pehmeän raaka-
 ka-aineen jännittämiseksi, ei ole välttämättä pakollista valita sellaisia metalliseoksia, joilla jäähdytettäessä ja
 25 suhteellisen matalassa lämpötilassa ei ole enempää tilavuudenpienenemistä, vaan tietyllä lämpötila-alueella jopa tilavuudenkasvua. Riittää, kun tilavuuden tavallinen pieneneminen jäähdytettäessä muuttuu rakennemuutoksen aikana. Sen jälkeen kun on tapahtunut tavallinen jäähdytys alemman
 30 muutoslämpötilan alapuolelle, ei myöhemmästä lämmityksestä ylemmän muutoslämpötilan yläpuolelle seuraa rakennemuutosta, siten että rakennemuutoksen avulla synnytyt mekaaniset jännitykset pysyvät.

Lisäksi voidaan magneettisesti pehmeässä raaka-aineessa synnyttää puristusjännityksiä, kun käytetään jän-
 35

nittämiseksi rautaseosta, jonka tilavuus pienenee jäähdytettäessä alemman muutoslämpötilan alapuolelle. Tämä on esimerkiksi tunnettua austeniittisissa mangaaniteräksissä, joissa ei tapahdu gamma-alfa-muutosta, vaan gamma-epsilon-muutos. Tämä muutoskäyttäytyminen on selitetty Zeitschrift für Metallkunde:ssa, Band 56, 1965 Heft 3, alkaen sivulta 165. Tämän lehden kuvassa 3 sivulla 167 esitetään pituuden muutos rautaseoksessa, joka sisältää olennaisesti raudan lisäksi 16,4 % Mn. Koostumus on annettu sivulla 166 vasemmassa palstassa. Kuvasta 3 on nähtävissä, että tässä kuumennettaessa (nuoli oikealle ylös) seuraa taas jatkuva tilavuuden- ja pituudenkasvu, joka voimistuu muutoksessa noin 220 ja 280 °C välillä.

Kun impulssianturin valmistamiseksi käytetään sekakappaletta tästä materiaalista, kuumennettaisiin sekakappaletta lämpökäsittelyssä taas niin paljon tämän muutoslämpötilan yläpuolelle, että taas seuraa jännitysten tautuminen plastisella muovautumisella tai rekristallisatiolla. Jäähdytys vaikuttaisi sitten, että materiaali kutistuu takaisinmuutoksessa 100 ja 20 °C välissä olennaisesti voimakkaammin kuin magneettinen raaka-aine 1, siten että tässä - koska rautaseos kutistuu voimakkaammin kuin magneettisesti pehmeämpi raaka-aine - tämä magneettisesti pehmeämpi raaka-aine 1 joutuu puristusjännitykseen. Tässä selitettyjä metalliseoksia voidaan siis käyttää, kun halutaan käyttää magneettisesti pehmeää raaka-ainetta negatiivisella magnetostriktiolla, impulssianturin, jolla on äkillinen jälleenmagnetointi annetussa magneettikentässä, valmistamiseksi.

On edullista, kun alempi muutoslämpötila on alle noin 600 °C, koska silloin on paremmin varmistettu, että tuotuja jännityksiä ei pureta relaaksaatioreaktioilla tai plastisella muovautumisella.

Lisäksi on mahdollista käyttää rautaseoksia, joiden alempi muutoslämpötila on huoneenlämpötilan alapuolella.

Jotta valmistetaan sellaisesta materiaalista sekakappale hyvällä jännityksellä, täytyy jäähdyttää vähintään lyhytaikaisesti tämän muutoslämpötilan alapuolelle. Kun materiaali lämpenee sitten taas huoneenlämpötilaan, mutta ei saavuta ylempää muutoslämpötilaa, pysyy jännitys, koska materiaali käyttäytyy lämpötilan vaihteluissa samoin kuin jännitetyn magneettisesti pehmeän raaka-aineen materiaali.

Tällaisia metalliseoksia on selitetty lehdessä "METALLURGICAL REVIEWS" 126 alkaen sivulta 115. Diagrammissa kuvassa 4 sivulla 118 esitetään, että alempi muutoslämpötila rautaseoksen 29,7 % Ni ja 6 % Al tapauksessa vanhennusjäähdytyksen 700 °C:ssa jälkeen riippuen tämän jäähdytyksen ajasta on aluksi huoneenlämpötilan alapuolella. Mainitusta kuvasta nähdään kuitenkin, että riittävän pitkällä käsittelyn kestolla esimerkiksi 700 °C:ssa alempi muutoslämpötila on myös huoneenlämpötilan yläpuolella.

Edellä mainitussa esimerkissä suurella magneettisesti pehmeän raaka-aineen 1 jännityksellä saavutetaan silloin erittäin hyvä, ilmeisen suorakulmainen magnetointikäyrä, kuten kuviossa 2 esitetään. Tässä on ordinaatilla esitetty, kuten tavallista induktio ja abskissalla kentänvoimakkuus alueella $\pm 0,8$ A/cm. Tällä heilahdusalueella rautaseoksen 2 magnetointi pysyy olennaisesti muuttumattomana; ja magneettisesti pehmeän raaka-aineen 1 magnetointihyppy tapahtuu noin $\pm 0,2$ A/cm alueella.

Vastaava magnetointikäyrä on esitetty kuviossa 3. Tässä kentänvoimakkuudenheilahtelua muutettiin ± 80 A/cm välissä. Kentänvoimakkuus, joka riittää, tässä vaippana käytetyn rautaseoksen samoin täysin jälleenmagnetoinniseksi. Tässä nähdään noin kentänvoimakkuuden 0 kohdalla induktiohyppy, joka seuraa esijännitetyn magneettisesti pehmeän raaka-aineen 1 äkillisestä jälleenmagnetoitumisesta ja voidaan tunnistaa, että magneettisesti pehmeän raaka-aineen 1 jännittämiseksi toimivan rautaseoksen koersiivoima on noin 39 A/cm, kuten sen esittää kuviossa 3 katko-

käyrä, joka on puristusjännitysten alaisena olevan rautaseoksen hystereesikäyrä. Tämä katkokäyrä määritettiin sekakappaleen mitatun käyrän yhdensuuntaissiirrolla.

Vertailu tuote-esitteen "PRODUCT DATA ARMCO 17-4 PH" kanssa sivulla 12 näyttää, että tässä esimerkissä käytetyllä rautaseoksen koersiivikentänvoimakkuus on tavallisesti $\pm 20 \text{ Oe} = \pm 16 \text{ A/cm}$. Tämä rautaseoksen olennainen koersiivikentänvoimakkuuden kasvu verrattuna materiaalista tavallisesti mitattuun arvoon johtuu todennäköisesti lyhytaikaisesta materiaalin suuresta kuumentamisesta liittyen puristusjännityksiin, jotka materiaali kokee osana sekakappaletta reaktiona magneettisesti pehmeän raaka-aineen vetojännitystä vastaan. Tämä näyttää uuden olennaisen rautaseosten lämpökäsittelyn yhteydessä olevan käyttämisen edun, joka käyttää hyödyksi rakennemuutokset tilavuudenmuutosten kanssa magneettisesti pehmeän raaka-aineen jännittämiseksi, koska nyt ei täydy olla sekakappaleen riittävän esimagnetoinnin synnyttämiseksi lisänä kestopagneettia.

Tämä lisänä oleva esimagnetointi on silloin edullinen ja pakollinen, kun halutaan käyttää lyhyitä lankoja impulssiantureina. Suhteellisen lyhyiden lankojen oma magneettisuuden poistokenttä tekee itsensä voimakkaasti huomattavaksi, kuten se on selitetty yksityiskohtaisesti DE-hakemusjulkaisussa 3 411 079. Kuvion 1 mukaisessa sekakappaleessa pienennettiin siksi kuvioiden 2 ja 3 mukaisten hystereesikäyrien mittauksessa valittua pituutta 90 mm:stä 20 mm:in ja mitattiin taas hystereesikäyrä. Se on esitetty kuviossa 4. Katkokäyrästä nähdään (mittaus magnetoimattomasta rautaseoksen 2 vaipasta), että kuviossa 2 esitetty suorakulmakäyrä on reunaefektien takia hieman kömpelö. Ei tapahdu siis mitään äkillistä sydämen jälleenmagnetoitumista.

Jos kuitenkin rautaseos magnetoidaan, niin saadaan yhtäjaksoinen käyrä kuviossa 4, joka on toisaalta rauta-

seoksen 2 magneettikentän vaikutuksesta horisontaalisesti siirtynyt ja joka esittää toisaalta, että kuljettaessa toiseen suuntaan tapahtuu taas äkillinen koko magneettisesti pehmeän raaka-aineen 1 jälleenmagnetoituminen, koska
 5 kuljettaessa hystereesikäyriä tähän suuntaan magneettisesti pehmeän raaka-aineen langanpäät pitävät magnetointisuuntansa niin kauan rautaseoksen 2 magneettikentän vaikutuksen alaisina, kunnes ulkoinen magneettikenttä pakottaa magneettisesti pehmeän raaka-aineen 1 äkillisesti jäl-
 10 leenmagnetoitumaan.

Kuviossa 5 on esitetty jännite ordinaatalla ja aika mikrosekunteinä abskissalla. Tässä 20 mm pituinen sekalanka ympäröitiin 1000 kierroksen käämityksellä. Jälleenmagnetointi tapahtui 50 Hz vaihtovirralla erillisessä herätyskelassa, joka oli siten säädetty, että kentänvoimakkuus
 15 pitkin sekalankaa oli 5 A/cm. Nähdään, että tässä on saavutettavissa jänniteimpulssi noin 0,95 V, joka esiintyy hystereesikäyrän epäsymmetriasta johtuen magnetoitavan rautaseoksen tapauksessa kuitenkin vain joka toisessa puoliaallossa.
 20

Kuviossa 6 esitetään kuvion 1 mukaisen sekakappaleen jänniteimpulssi, jolla sekakappaleella on halkaisija 0,2 mm ja pituus 90 mm, ja joka sekakappale on kelassa, jossa on 1500 kierrosta ja joka on samoin 90 mm pitkä,
 25 sekakappaleen kuumentamisen 6 sekunnin ajan 1 100 °C:seen ja seuranneen jäähtytyksen jälkeen. Tässä tilassa voidaan sekakappaletta käyttää pienellä heilahduksella esimerkiksi 0,8 A/cm, koska sydämellä on pieni koersiivivoima noin 0,1 A/cm. Tällöin saavutettua magnetoidun rautaseoksen 2 impulssia verrataan US-patenttijulkaisun 46 60 025 amorfisen langan kanssa kuviossa 6. Käyrä 4 ilmaisee amorfisen langan jänniteimpulssin ja käyrä 5 jänniteimpulssin, joka syntyy keksinnön mukaisesti valmistetusta impulssianturista.
 30

Vaikkakin sovellusesimerkissä käytetään rautaseosta langan vaippana ja magneettisesti pehmeätä raaka-ainetta sydämenä, voidaan - kuten tunnettua - käyttää myös muita raaka-aineita pinnoittamalla jne. Tasaaisia, pitkänomaisia sekakappaleita saadaan erityisen edullisesti valssaamalla 5 valmistusta lankaa ennen lämpökäsittelyä. Rautaseoksen käyttäminen vaippana antaa edun, että saadaan luja pinta. On periaatteessa myös mahdollista, että käytetään rautaseosta langan sydämenä tai tasaisen sekakappaleen keskikerrokse- 10 na.

Sitä tapausta varten, että halutaan vielä suurempaa rautaseoksen koersiivikentänvoimakkuutta tai lisää lujuudenparannusta, voidaan valmistusta sekalankaa hehkuttaa lämpökäsittelyn jälkeen keksinnön mukaisesti vielä vähintään 15 10 minuuttia lämpötilassa 360 - 750 °C. Siten saavutetulla rautaseoksen lujuudenparannuksella saadaan silloin myös edelleen kasvava koersiivikentänvoimakkuus. Lujuutta kasvattavien seoslisien lisäksi, jotka sisältyvät sovellusesimerkin magneettisesti pehmeään raaka-aineeseen 1, voidaan rautaseokseen edullisesti lisätä lujuuden kasvattamiseksi ja/tai korroosionkestävyyden parantamiseksi alkuai- 20 neita Nb, Ti, Al, Cu, Be, Mo, V, Zr, Si, Cr, Mn, ilman että niiden ominaisuuksiin - palautuvia rakennemuutoksia eri lämpötiloissa tilavuudenmuutoksella - vaikutetaan olennaisesti. 25

Koska vain lyhytaikainen sekakappaleen kuumentaminen on tarpeen, ei välttämättä tarvitse asettaa koko lankaa tai koko nauhaa, josta sekakappaleet valmistetaan, paikallaanpysyvästi lämpökäsittelyyn, voidaan tehdä myös kuumennus läpikulkuhehkutuksena tai läpijohtamalla sähkö- 30 virtaa.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä synnytettyssä magneettikentässä äkillisellä jälleenmagnetoinnilla toimivan impulssianturin valmistamiseksi, joka koostuu pitkänomaisesta sekakappaleesta, jossa on vähintään kahta raaka-ainetta, joilla on erilainen lämpölaajenemiskäyttäytyminen ja joita jännitetään mekaanisesti suhteessa toisiinsa lämpökäsittelyllä, t u n n e t t u siitä, että yhtenä raaka-aineena käytetään rautaseosta (2), jonka lisänä olevat metalliseosaineosat on valittu siten, että eri lämpötiloissa kulloinkin tapahtuu tilavuudenmuutos, että raaka-aineista valmistetaan pitkänomainen sekakappale (3) ja että näiden sekakappaleiden lämpökäsittelynä ensin kuumennetaan ylemmän muutoslämpötilan yläpuolelle, myöhemmin jäähdytetään alemman muutoslämpötilan alapuolelle.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetään perusrautametaliseosta, jonka alempi muutoslämpötila on 600 °C:n alapuolella.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että rautaseoksena käytetään martensiittisesti karkaistavaa terästä, joka laajenee rakennemuutoksen aikana jäähdytettäessä.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että pitkänomainen sekakappale valmistetaan vetämällä langansydäntä, jolla on sydäntä ympäröivä vaippa.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sekakappaleen valmistamiseksi langansydäntä vetämällä langansydän koostuu magneettisesti pehmeästä raaka-aineesta (1) ja vaippa koostuu rautaseoksesta (2).

6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lämpökäsittely tapahtuu kuu-

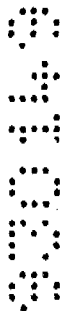
mentamalla sekakappaletta lyhytaikaisesti lämpötilaan, joka on niin paljon rautaseoksen (2) ylemmän muutoslämpötilan yläpuolella, että tapahtuu magneettisesti pehmeän raaka-aineen (1) sisäisten jännitysten purkaminen.

5 7. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että langan lämpökäsittely suoritetaan läpikulkuhehkutuksen muodossa.

8. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että langan lämpökäsittely tapahtuu lyhytaikaisella kuumentamisella johtamalla läpi sähkövirtaa.

9. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että valmistettua sekalankaa hehkutetaan rautaseoksen lujuuden kasvattamiseksi yhdistettynä koersiivikentänvoimakkuuden kasvattamiseen lämpötilassa 360 ja 750 °C välissä vähintään 10 minuutin ajan.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että käytetään rautaseosta (2), joka sisältää lujuuden ja/tai korroosionkestävyyden kasvattamiseksi seoslisiä, kuten Nb, Ti, Al, Be, Cu, Mo, V, Zr, Si, Cr, Mn.



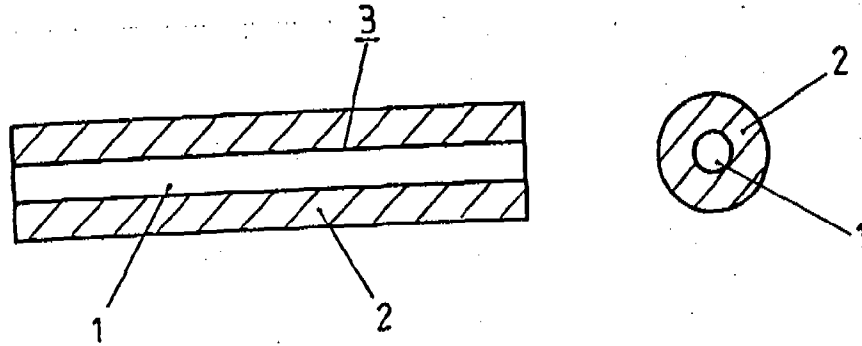


FIG 1

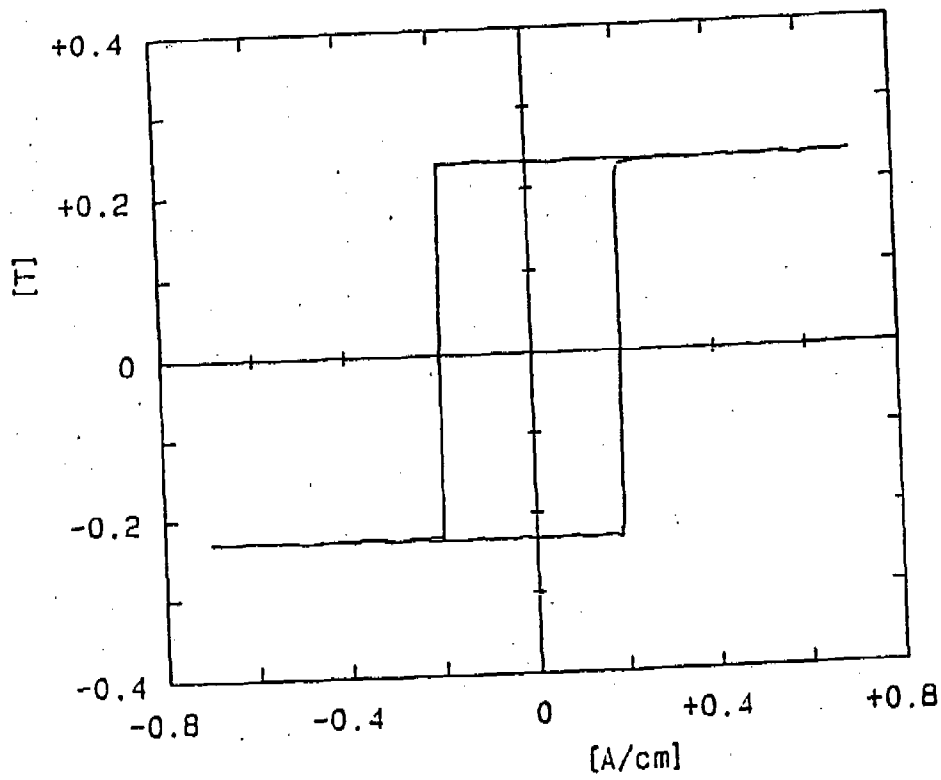


FIG 2

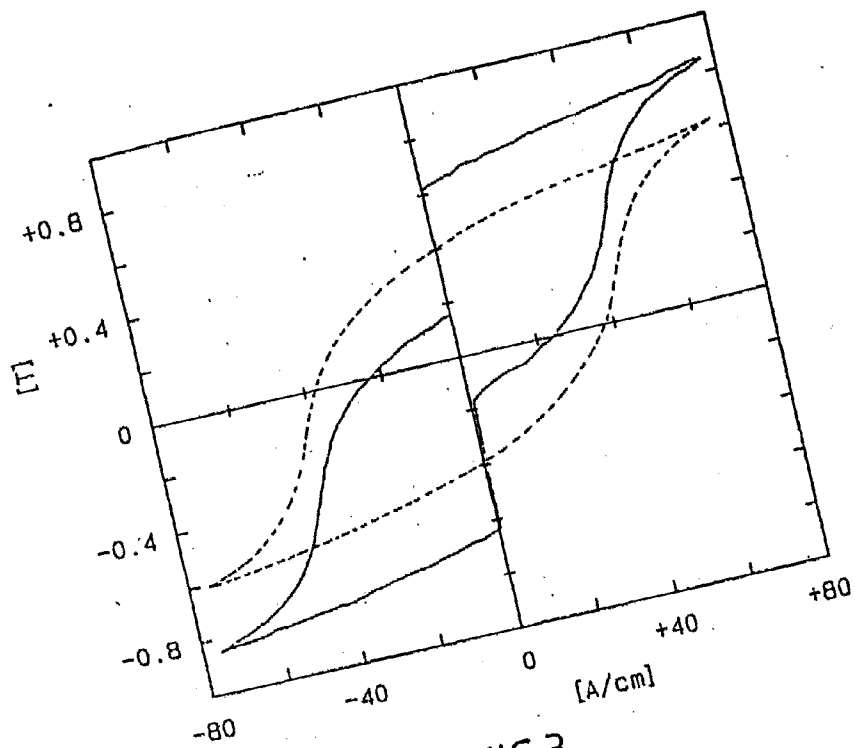


FIG 3

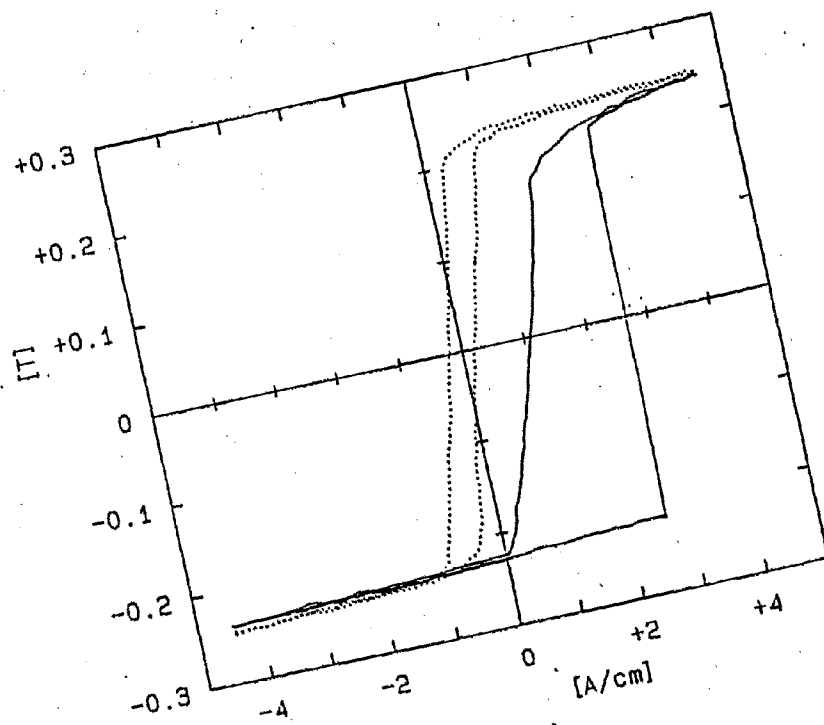
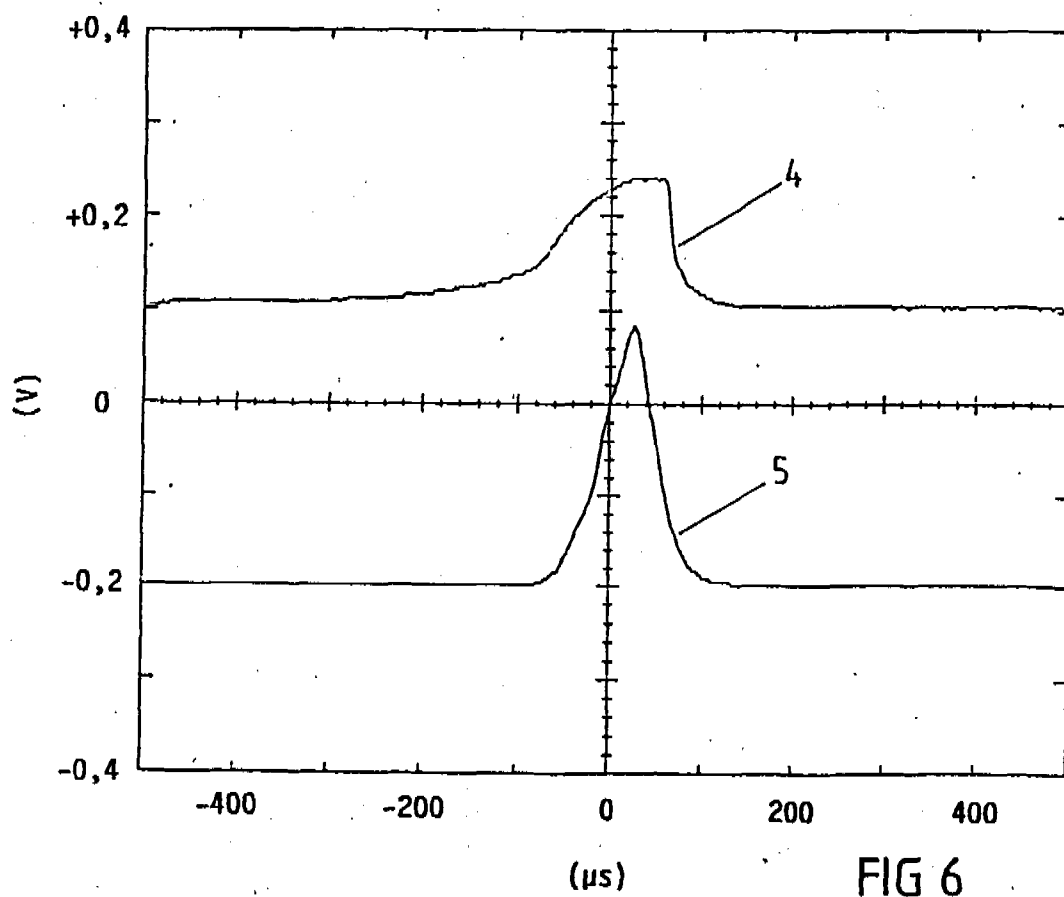
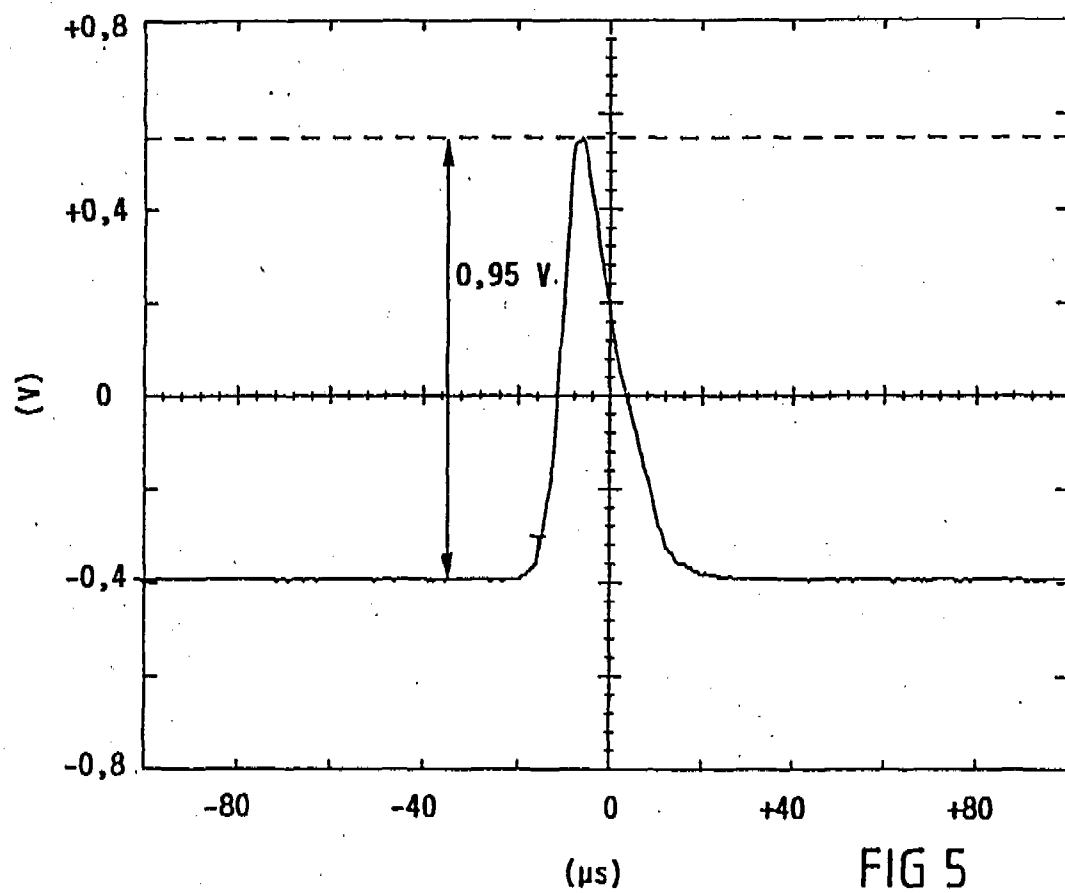


FIG 4



PATENTTIHAKEMUS NRO	LUOKITUS
930149	H01F 41/02, H03K 3/45

TUTKITTU AINEISTO
Patenttijulkaisukokoelma (FI, SE, NO, DK, DE, CH, EP, WO, GB, US), tutkitut luokat ---
Tiedonhaut ja muu aineisto ---

VIITEJULKAISUT		
Kategoria*)	Julkaisun tunnistetiedot	Koskee vaatimuksia
---	---	---
*) X Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu yksinään tarkasteltuna Y Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu, kun otetaan huomioon tämä ja yksi tai useampi samaan kategoriaan kuuluva julkaisu A Yleistä tekniikan tasoa edustava julkaisu, ei kuitenkaan patentoitavuuden este		
Päiväys 19.10.2000	Tutkija Timo Alanne	