

NORGE [B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 129239



STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

(51) Int. Cl. B 06 b 1/08

(52) Kl. 42s-1/08

(21) Patentsøknad nr. 2113/71

(22) Inngitt 4.6.1971

(23) Løpedag 4.6.1971

(41) Søknaden alment tilgjengelig fra 23.12.1971

(44) Søknaden utlagt og
utlegningsskrift utgitt 18.3.1974

(30) Prioritet begjært fra: 22.6.1970 USA,
nr. 48377

-
- (71)(73) INTERNATIONAL NICKEL LIMITED,
Thames House, Millbank, London, S.W.1, England.
- (72) Alden Potter Edson, 199 Parkside Drive, Suffern,
Rockland, N.Y., USA.
- (74) Siv.ing. Rolf Larsen.
- (54) Vibrasjonseffektgenerator.

Den foreliggende oppfinnelse vedrører elektromekanisk omdannelse av energi og mer spesielt et apparat eller en generator av magnetostriktiv type for omdannelse av elektrisk energi til mekanisk energi, og omvendt. Det er vel kjent at magnetostriktive virkninger, omfattende Joule-effekten (forandring i lengde når en ferromagnetisk stav blir plassert i et longitudinalt magnetisk felt) og Villari-effekten (forandring i magnetisk tilstand når en magnetisert ferromagnetisk stav blir utsatt for longitudinalt trykk), og også andre magnetostriktive effekter kan anvendes for å omdanne elektrisk energi til mekanisk energi og omvendt. Magnetostriktive transdusere har spesielt vært nyttige til omforming av vekselstrømenergi til oscillerende (eller vibrerende) mekanisk energi, omfattende akustisk energi. Magnetostriktive

transdusere omfattende en spole viklet på en sylindrisk ring, har f.eks. blitt funnet nyttig til generering av sonisk og annen undervannslyd, og magnetostriktive transdusere omfattende langstrakte staver med skrueformede spoler viklet om omkretsen på staven, har vært anvendt til drift av vibrerende verktøy, f.eks. ultrasonisk vibrerende bor, sveiseapparater og loddebolter samt ultrasoniske rengjøringsanordninger. Det magnetostriktive materiale utgjør vanligvis den vesentlige, eller i det minste en betydelig del av vekten og volumet av en magnetostriktiv transduser, og der hvor det er nødvendig med større magnetostriktive effekter, er det således i høy grad ønskelig å øke energikapasiteten uten å øke mengden av magnetostriktivt materiale i transduseren. Vanligvis avhenger størrelsen på den oppnåelige mekaniske effekt fra en magnetostriktiv transduser hovedsakelig av vibrasjonsfrekvensen og av den totale vibrasjonsamplityden av den magnetostriktive deformasjon, dvs. lengdeforandringen dividert med den opprinnelige lengde. Vibrasjonsfrekvensen er ofte i praksis begrenset av mekaniske faktorer, f.eks. treghet og resonansfrekvens, og av elektriske faktorer som f.eks. induktiv reaktans, og i noen spesielt viktige tilfeller som ved generering av akustisk energi, blir frekvenskravene bestemt av behov som angår mottakerapparatet eller lydeffekten, inkludert ubehagelig hørbar lyd, eller signalering, kavitatsjonsterskler og andre ting. Følgelig er forbedringer som frembringer økning av den magnetostriktive deformasjon, av stor eller endog av enorm betydning der hvor det er viktig med økning i den magnetostriktive effekt. Det er begrenset hvor meget man kan øke den magnetostriktive deformasjon ved å øke den elektriske effekttilførselen, idet magnetostriksjonen når metning når fluksen blir økt over mer eller mindre bestemte nivåer, avhengig av kjernematerialene. Den mettede magnetostriksjon er en egenskap som vanligvis er anisotropisk når den måles på et enkeltkrystall og har således forskjellige verdier i forskjellige krystallografiske retninger. Ved polykrystallinske materialer er den tilsynelatende, utnyttbare magnetostriksjon vanligvis et gjennomsnitt av bidraget til den magnetostriktive deformasjon som inntreffer samtidig i et antall forskjellig orienterte krystaller. Følgelig er de magnetostriktive karakteristikker, omfattende metningsmagnetostriksjonen, i polykrystallinske materialer isotropiske (eller praktisk talt isotropiske) i noen tilfeller og anisotropiske i andre tilfeller, avhengig av materialets krystallinske struktur, som igjen ofte er avhengig av den forangående metallurgiske

behandling av materialet. Men uansett om et magnetostriktivt materiale er isotropisk eller anisotropisk og endog om man kan ha oppnådd noen fordeler på grunn av gunstige krystallografiske orienteringer, påfører metningsmagnetostriksjonen restriktive begrensninger på mulighetene for energiomforming i magnetostriktive transdusere. Vanligvis er det liten eller ingen vanskelighet ved å frembringe så meget, eller endog mer, elektrisk energi enn det som en gitt magnetostriktiv transduser kan omdanne til mekanisk energi ved sitt metningsnivå, og der hvor det er nødvendig med økt magnetostriktiv energi, er det i høy grad ønskelig å øke det oppnåelige mekaniske energiutbytte fra et gitt volum eller vekt av kjernemateriale selv om økningen av mekanisk energiutbytte krever en økning i tilført elektrisk energi. Hovedproblemet ved å få økt den mekaniske energi fra magnetostriktive transdusere, er følgelig å oppnå relativt stor mekanisk effekt pr. enhet magnetostriktivt materiale under metningsbetingelsene og å frembringe relativt høy amplitude i den magnetostriktive deformasjon når kjernefluksen varieres i sykluser opp til det magnetostriktive metningsnivå.

Nærmere angivelser av vibrasjonseffektgeneratoren ifølge foreliggende oppfinnelse samt de nye og særegne trekk ved denne er opptatt i patentkravene.

Den magnetostriktive kjerne i denne nye generator eller transduser har i en utførelse en form som frembringer en kontinuerlig bane med uniformt tverrsnitt rundt en sentral åpning, slik som formen av en toroid og modifikasjoner av denne, omfattende en hul ring og hule ringformede sylindre og også rettlinjede eller andre symmetriske modifikasjoner av toroidale former. Konfigurasjoner kjent som "billedrammer", "vinduer", "spiraler" og "smultringer" kan anvendes.

Andre ønskelige kjennetegn ved magnetostriktive transdusere er linearitet, effektivitet og elektromekanisk kopling, og det å oppnå en optimal verdi for en av disse karakteristikker, kan kreve at en må ofre noe når det gjelder verdien på andre. For å oppnå god ytelse av magnetostriktive transdusere som blir drevet ved høye nivåer for energiutbytte pr. volumenhet av magnetostriktivt materiale (avgitt effektetthet), er det ønskelig å oppnå god elektromekanisk linearitet (likhet i bølgeform mellom eksitasjonsspenningen og det magnetostriktive trykk eller deformasjon)

og høy elektromagnetisk effektivitet ved omdannelse av elektrisk tilført energi til mekanisk utgangseffekt. God elektromagnetisk kopling er også gunstig for å unngå skadelige store forringelser i den elektromekaniske ytelse i det tilfelle da arbeidsfrekvensene uunngåelig eller uønsket avviker fra resonnansfrekvensene. Andre ønskelige karakteristikk ved magnetostriktive høyeffekttransdusere omfatter kompatibilitet med en rekke magnetostriktive materialer, omfattende rene metaller, legeringer og ferritter, passende for eksitasjon fra en enfase vekselstrømskilde, i det vesentlige resistiv inngangsimpedans under forhold med mekanisk resonnans og også mulighet for vellykket drift uten at det er nødvendig med formagnetisering av kjernen, for således å unngå nødvendigheten av å fremskaffe likestrømskilder eller høy-koersitive materialer så som permanentmagneter.

Vanskelighetene ved å oppnå økte effekttettheter i utbyttet har nær sammenheng med og er innvevet i behovene for oppnåelse av høy elektromekanisk effektivitet og lineært forhold mellom tilført og oppnådd effekt. Når man f.eks. forsøker å øke effektutbyttet ved å øke den tilførte effekten, frembringer likerettingsforvrengning, hvis et eksiterende vekselstrømsfelt blir økt i en slik grad at størrelsen på fluksen i eksitasjonsfeltet overstiger polarisasjonsfluksen for det magnetostriktive materialet, en stor mekanisk effektkomponent ved høyere harmoniske av den elektriske eksitasjonsfrekvensen.

Et bilineært magnetostriktivt materiale er karakterisert ved dimensjonsforandringer i to gjensidig perpendikulære retninger som både er parallelle med og i rett vinkel på det påtrykte feltet når magnetostriksjonen foregår i et varierende magnetisk felt, og de perpendikulære dimensjonsforandringer i materialet er også av motsatt fortegn i den betydning at en økning i lengde er fulgt av en transversal dimensjonsminsking, og en minking av lengden medfører en økning i den transversale dimensjon, f.eks. de kjente magnetostriksjonskarakteristikkene til nikkel ved lave feltstyrker opp til 50 ørsted. Vanligvis er de her anvendte magnetostriktive materialer kjennetegnet med svært betydelige mengder magnetostriksjon av Joule-typen, f.eks. Joule-magnetostriktiv deformasjon på i det minste 10 deler per million ved metningsnivået og svært liten eller ingen volum-magnetostriksjon. Hvis materialet oppviser noen volum-magnetostriksjon ved en magnetostriktiv forandring i lengden, er den prosentvise forandring i volum mindre enn den

prosentvisse magnetostriktive lengdeforandring. Man forstår følgende at ved magnetostriktiv deformasjon av et bilineært magnetostriktivt materiale i et magnetfelt trekker materialet seg sammen parallelt til akse for det magnetiske feltet samtidig som det utvider seg transversalt perpendikulært til akse i magnetfeltet, og når materialet utvider seg parallelt med akse i magnetfeltet, trekker det seg samtidig sammen transversalt, perpendikulært til akse i magnetfeltet. Ved bilineær magnetostriksjon med konstant volum i isotropisk materiale er den lineære magnetostriktive deformasjon perpendikulært til magnetiseringsretningen tilnærmet halvparten så stor som den lineære magnetostriktive deformasjon langs magnetiseringsaksen.

Materialer som har bilineære magnetostriktive karakteristikker slik som Joule-magnetostriksjonskarakteristikkene til glødet tilfeldig polykrystallinsk nikkel, er vanligvis tilfredsstillende til bruk som kjernemateriale i transdusere i henhold til oppfinnelsen. Andre tilfredsstillende eller fordelaktige kjernematerialer omfatter tilfeldig polykrystallinske legeringer som nominelt inneholder 2,2% krom med resten nikkel, 4,5% kobolt med resten nikkel, 45% nikkel og 55% jern, 50% kobolt og 50% jern, aluminium-jern-legeringer kjent som "Alfenol", f.eks. 12% aluminium med resten jern, legeringer med fra 0,9% til 3,6% krom, opp til 3,6% kobolt og resten nikkel som beskrevet i US patent nr. 3 146 380. Brukbare er også magnetostriktive keramikker omfattende bilineære magnetostriktive ferritsammensetninger, slik som av typen $Me^{2+}(Fe_2O_4)$, f.eks. ferroxcube, samt nikkel, sink, kobolt og/eller kobberferriter, f.eks. en ferritsammensetning svarende til formelen

$(Ni_{0.90}Zn_{0.10})_{0.876}Co_{0.024}Cu_{0.10}Fe_2O_4$. Anisotropiske materialer kan anvendes i kjernen, og i slike tilfeller kan det magnetiske feltet med fordel være rettet i den retning som tilsvarende den største lineære magnetostriktive metning som karakteriserer det anisotropiske materialet.

Skjønt det har vært gjort mange forsøk på å øke den energimengde som kan omformes av magnetostriktive transdusere uten å øke mengden med magnetostriktivt materiale i transduserne og man til en viss grad har lyktes i dette, slik som ved å frembringe materialer med spesielt gunstige magnetostriktive karakteristikker og/eller ved å frembringe spesielle elektriske arrangementer som statisk polarisasjon rettet langs eksitasjonsaksen, er der fremdeles uoppfylte behov for å oppnå større avgitte energitettheter fra magneto-

striktive materialer og for å unngå ulemper med energinivåer som ligger over metningsgrensene for de tilgjengelige magnetostriktive materialer.

For bedre å forstå oppfinnelsen skal det nå beskrives noen eksempler på transdusere og arbeidskretser for transduserne under henvisning til de vedføyde tegninger, der:

- Fig. 1 er en planskisse av en elektromekanisk generator med transduser i henhold til oppfinnelsen.
- Fig. 2 er et tverrsnitt gjennom transduseren på fig. 1 tatt langs linjen 2-2.
- Fig. 3 viser en elektrisk krets som er passende for drift av en transduser ifølge oppfinnelsen.
- Fig. 4 viser en annen elektrisk krets omfattende en transduser og elektriske energikilder for energisering av transduseren.
- Fig. 5a, 5b, 5c og 5d er vektordiagrammer som beskriver fluks-tetthetene (B), eller induksjonen, til det elektromagnetiske feltet som blir tilført noen eksempler på oppfinnelsen.

Det vises nå til tegningene der fig. 1, 2 og 3 viser en spesielt fordelaktig utførelse av en magnetostriktiv generator som omfatter oppfinnelsen. Som vist på fig. 1 og 2, omfatter den magnetostriktive transduseren 10 den magnetostriktive kjernen 11 som er en hul ring omfattende en ringdel som har form av en kanal 12 og en dekkplate 13, begge laget av et bilineært magnetostriktivt metall, f.eks. nikkel av høy renhet. Toroidspolen 14 er viklet rundt den magnetostriktive kjernen og har ledninger 15 og 16 til kopleingspunktene 17 og 18, resp. Ringkjernen har et kontinuerlig ringformet hulrom 19 vist i tverrsnittet på fig. 2. En spole 20 er viklet ringformet inne i hulrommet i kjernen og har ledninger 21 og 22 som strekker seg fra spolen gjennom forseglede åpninger 23 og 24 til tilkopleingspunktene 25 og 26 resp. for ringspolen.

I dette eksemplet er dekkplaten og ringen festet stivt sammen med seks messingskruer 27 slik at der er kontakt metall til metall. Det er gunstig å unngå å ha ikke-magnetisk materiale mellom ringen og dekkplaten for således å unngå eller gjøre et eventuelt ikke-magnetisk gap mellom dem minst mulig. For å oppnå gode magneto-

129239

striktive arbeidskarakteristikker med utførelser av oppfinnelsen som har ringspoler anbrakt koaksialt inne i magnetostriktive ringe som illustrert på fig. 1 og 2, er det i høy grad fordelaktig å ha en fullstendig kontinuerlig magnetisk bane (uten ikke-magnetiske gap) rundt den ringformede spolen, f.eks. som vist med piler rundt spole 20 på fig. 2, så langt dette er mulig på grunn av virvelstrømsfenomener. Elektrisk isolerende lamineringer kan imidlertid være nødvendig i mange tilfeller, spesielt for drift ved høye soniske eller ultrasoniske frekvenser når det anvendes materialer med lav elektrisk motstand, slik som metaller og legeringer, i kjernen, for å hindre virvelstrømmer. Dersom kjernen og ringen er heftet sammen ved slagloddning eller en sement, er det gunstig om slagloddningen eller sementen er tynn eller har gode magnetiske permeabilitetskarakteristikker.

Fig. 3 illustrerer en fordelaktig krets for energisering av transduseren på fig. 1 og 2 og også andre transdusere som omfattes av oppfinnelsen, idet spolestillingene på fig. 3 kun er skjematiske. Kretsen 30 omfatter en vekselstrømskilde 31 som er elektrisk forbundet med halvbølggelikettere 32 og 33, f.eks. halvledende silisiumdioder, med en felles leder 34 som forbinder kildenes tilkoplingspunkt 31a med grenlederne 35 og 36, som leder til lederne 32 og 33, resp. Vekselstrømskilden og likeretterne er koplet parallelt og med motsatt lederetning til to gjensidig ortogonale spoler tilknyttet en magnetostriktiv kjerne i en transduser ifølge oppfinnelsen. Ved å betrakte fig. 3 i lys av fig. 1 og 2, viser fig. 3 likeretter 32 tilkoplede tilkoplingspunktet 18 på spole 14 over lederen 37 og likeretter 33 forbundet til tilkoplingspunktet 26 på spole 20 over lederen 38; tilkoplingspunktene 17 og 25 på henholdsvis spole 14 og 20 er over lederen 39 forbundet med tilkoplingspunktet 31b på vekselstrømskilden 31. Likeretterne 32 og 33 er anordnet for å overføre ensrettet strøm fra vekselstrømskilden vekselvis gjennom spole 14 og spole 20, og for å frembringe to syklisk varierende elektromagnetiske fluksfelter, et felt rundt hver spole, og for syklisk å variere flukstettheten i de to feltene slik at feltstyrkene tiltar og avtar i et forhold som er 180° faseforskjøvet i forhold til hverandre. Dersom eksempelvis kilden 31 (f.eks. en røroscillator) frembringer en utgangsspenning med sinusformet karakteristikk, vil strømmen i den halvperiode hvor øyeblikksverdien av spenningspotensialet ved tilkoplingspunktet 31a er positivt i forhold til tilkoplingspunktet 31b,

flyte fra tilkoplingspunktet 31a gjennom likeretter 32 og spole 14 og frembringe et elektromagnetisk felt som kopler spole 14 til kjernen 11 og gjennomtrenger dennes omkrets. Det periferielle feltet frembrakt av spolen 14, gjennomtrenger kjernen med en magnetfluks i en sirkulær bane koaksialt mellom den indre og ytre omkrets av kjernen 11, som delvis illustrert av den ringformede fluksbanen ved hjelp av pilen X på fig. 1. I den andre halvperioden, når potensialet ved tilkoplingspunktet 31b er positivt i forhold til potensialet ved tilkoplingspunktet 31a, flyter strømmen fra tilkoplingspunktet 31b gjennom spolen 20 og likeretteren 33 og frembringer et elektromagnetisk felt som kopler spole 20 til kjernen 11 og gjennomtrenger kjernen toroidalt. Den resulterende fluks følger en toroidal bane rundt tverrsnittet av spole 20, som vist ved pilen Y på fig. 2.

Det er innlysende at fluksen i det periferielle feltet frembrakt av strømmen i spole 14, er orientert perpendikulært til fluksen i det toroidale feltet frembrakt av strømmen i spolen 20. Det blir således frembrakt et ortogonalt par med felter som veksler syklisk og med fluksbaner som skjærer hverandre perpendikulært i den magnetostriktive kjernen, og kjernen blir utsatt for oscillerende ortogonal eksitasjon 180° ute av fase. Magnetiseringsretningen er derfor en vinkeloscillasjon over en vinkel på 90° .

Spolene og magnetfeltene som svarer til spole 14 og det periferielle feltet som utgår fra denne, vil nå bli referert til som X-spolen og X-feltet, og på samme måte vil spolene og feltene som svarer til spole 20 og det toroidale feltet som utgår derfra, bli referert til som henholdsvis Y-spolen og Y-feltet.

Ortogonal eksitering av kjerner som inneholder bilineære magnetostriktive materialer med den ortogonale eksitering styrt slik at feltene veksler faseforskjøvet i forhold til hverandre, kan anordnes til å frembringe en resulterende magnetostriktiv deformasjon som er gunstig for energisering av vibrerende anordninger (f.eks. elektroakustiske anordninger), idet disse gunstige resultater omfatter deformasjoner med spesielt stor totalamplitude. For eksempel vil det periferielle feltet når kjernen 11 er laget av tilfeldig polykrystallinsk nikkel og den toroidale spolen 14 blir energisert og et periferielt felt gjennomtrenger kjernen, i kjernen frembringe en magnetostriktiv deformasjon som blir referert til som longitudinell deformasjon, idet deformasjonsbidraget gjen-

nom en gitt vinding i toroidspolen er rettet langs den sentrale akse i vedkommende vinding. Denne longitudinelle deformasjonen vil trekke sammen kjernens ll omkrets, fordi den longitudinelle magnetostriktive deformasjon i nikkel er negativt (sammentrekning) ved påvirkning av et longitudinalt magnetfelt. Selvsagt vil sammen- trekning av kjernens omkrets også minske kjernens diameter, slik som den ytre diameter D (fig. 1). Når kjernen er laget av et materiale som tilfeldig polykrystallinsk nikkel, vil det periferielle feltet også frembringe transversal magnetostriktiv deformasjon som er positiv (utvidelse) og resultere i en forstørrelse av tverrsnittsdimensjonene i kjernen, spesielt i økning av bredden W og tykkelsen T av kjerneringen (fig. 2). I det foreliggende tilfelle er dimensjonsforandringene, som er et resultat av de transverse magnetostriktive deformasjoner, frembrakt av det periferielle feltet små, fordi denne transverse deformasjon inntreffer over en relativt kort dimensjon i kjernen.

I løpet av vekselstrømsperioden fra kilden 31 blir styrken av det periferielle feltet øket til et maksimum for så å minke, og følgelig blir de longitudinelle magnetostriktive deformasjonene som er frembrakt i det periferielle feltet, øket og deretter minsket, og kjernen ll blir sammentrukket periferielt for så å frigjøres.

Kretsen 30 frembringer en 180° faseforskyvning mellom variasjonen i den periferielle feltintensiteten og forandringen i den toroidale feltintensiteten.

Det toroidale feltet frembringer magnetostriktiv deformasjon med en longitudinell deformasjonskomponent som er negativ og trekker sammen tverrsnittet av kjernemetallet rundt spole 20 og minsker således kjernens tverrsnittsdimensjoner W og T. Disse minskningene i dimensjonene W og T er relativt små i det foreliggende tilfelle, idet den longitudinelle deformasjon er rettet langs disse relativt korte dimensjonene.

Mer viktig er at den magnetostriktive deformasjon frembrakt av det toroidale feltet, også har en transversal komponent som er positiv og er rettet periferielt rundt kjernen og således resulterer i utvidelse av omkretsen og diameteren i kjernen. Den transverse magnetostriksjon frembrakt av det toroidale feltet, er spesielt viktig fordi den inntreffer rundt den periferielle, relativt lange dimensjon av kjernen og er fasestyrt til å frembringe den maksimale amplitude for radial og periferiell utvidelse på de tidspunkter da det periferielle feltet utøver minimal eller ingen sam-

menttrekkende virkning og den transverse magnetostriksjon frembrakt av det toroidale feltet, øker således amplityden for forandringen i spolediameteren i løpet av vekselstrømsperioden. På samme måte vil den sykliske sammentrekning og utvidelse av kjerneomkretsen under gjentatte strømperioder fra oscillatoren vibrere kjernen radially, og med hensyn til utgangseffekten i foreliggende tilfelle er den effektive amplitude for den radielle vibrasjon spiss-til-spiss amplityden som strekker seg mellom spissen av den radielle sammentrekning og som er et resultat av den longitudinelle magnetostriktive deformasjon frembrakt av det periferielle feltet og til spissen av den radielle utvidelse som er et resultat av den transverse magnetostriktive deformasjon frembrakt av det toroidale feltet, og den effektive vibrasjonsamplityden blir således forøket av begge feltene. Den radielle vibrasjon av kjernen 11 som beveger de sylindriske overflatene 28 og 29 av kjernen avvekslende innover og utover, frembringer mekanisk energi som kan tilføres væsker for å generere akustiske bølger eller, inter alia, for å vibrere verk-tøy eller andre mekaniske anordninger.

Det er i høy grad fordelaktig, særlig for å oppnå maksimalt avgitte energitettheter, at spissflukstettheten i hvert av de fluk-tuerende transverse feltene er like, eller hva som er i det vesent-lige det samme, at flukstetthetsnivået for den mettende magneto-striksjon for kjernematerialet er elektromagnetisk koplet med fel-tet. Dette kan oppnås ved for eksempel å kontrollere strømmen gjennom transducerspolene og antall vindinger i spolene. For å oppnå høye avgitte energitettheter og likevel unngå at det inn-treffer skadelige bølgeforvrengning på grunn av overmetning, kan i praksis spissflukstettheten med fordel styres slik at den når et så høyt nivå som det praktisk kan styres uten å overskride det magnetostriktive metningsnivå. Med hensyn til magnetisk domene-teori kan den beskrevne transduser betraktes som om den frembringer en 90° vinkeloscillasjon av de magnetiske domeneakser for å frem-bringe magnetostriktiv deformasjon i kjernematerialet. Den like-retterstyrte energiseringskretsen som er tilpasset til å sende likerettete strømmer som fluktuierer syklisk og 180° faseforskjøvet gjennom de ortogonale spolene i transduseren, f.eks. som vist på fig. 3, har spesielle fordeler i tillegg til å frembringe energi-sering av feltene opp til og i det vesentlige lik metningsnivået for magnetostriksjonen, til å frembringe oscillasjon av magneti-seringsaksen gjennom en hel 90° vinkel uten nesten noen risiko for

å overskride 90° oscillasjon og til å frembringe høye avgitte energitettheter, uten at det er nødvendig å tilveiebringe apparater for statisk formagnetisering, idet den også er spesielt fordelaktig for å overvinne vanskeligheter eller ulemper slik som flusreversering, magnetisk metning og hystérese.

For noen spesielle formål, f.eks. trepanering, kan det være fordelaktig med en resulterende torsjon, og det kan i tilfelle oppnås ved å frembringe en kontinuerlig tynn sliss gjennom en vegg i hulrommet 19 parallelt med lederne i spole 20, skjønt dette ikke er fordelaktig med hensyn til det å ha en kontinuerlig fluksbane.

Det følgende illustrerende eksempel er gitt for å gi fagfolk på området en bedre forståelse av oppfinnelsen.

En magnetostriktiv transduser (heretter referert til som transduser TA) omfattet en sylindrisk ringformet kjerne som var sammensatt av bilineært magnetostriktivt metall og hadde et kontinuerlig ringformet hulrom innelukket av det magnetostriktive metallet, en første spole (X-spolen) viklet toroidalt rundt kjernen og en andre spole (Y-spolen) viklet ringformet i hulrommet. Oppbygningen og formen av kjernen og plasseringen av spolene var som vist på fig. 1 og 2. Den kanalformede ringen og dekkplaten i kjernen ble laget av glødet nikkel av høy renhetsgrad, kjent som nikkel 270, som nominelt inneholder 99,98% nikkel, 0,01% karbon, og mindre enn 0,001% magnesium, jern, svovel, silisium, kobber, krom, titan, kobolt og mangan og ble festet tett sammen ved hjelp av messingskruer. En energiseringskrets omfattende en vakuumrøroscillator og to silisium halvlederlikerettere anordnet som vist på fig. 3, ble forbundet til transduseren TA. Det ble sendt elektrisk strøm gjennom transduserviklingene i kretsen fra oscillatoren som leverte vekselstrøm med 77Hz, mens transduseren var neddykket i vann, og den magnetostiktive kjernen ble således utsatt for oscillerende ortogonal eksitasjon med spolestrømmer som varierte syklisk faseforskjøvet 180° , og samtidig viste vibrerende krusninger og sprutting at kjernen vibrerte og sendte ut lydbølger under vannet. Elektroniske mikrometermålinger av kjernen viste at kjernen vibrerte radialt med vibrasjonsamplituder på opp til 28×10^{-6} , avhengig av eksitasjonsstrømmens spissverdi som ble variert for å observere økningen i vibrasjonseffekten med økningen i strømmen. Mens

vibrasjonsamplituden ble økt opp til grensen for det som det var mulig å måle pålitelig med måleapparatet, viste resultatene at grensen for metningsmagnetostriksjonen var betydelig høyere. For å sammenlikne resultatene fra den ortogonale eksitasjon ifølge oppfinnelsen og resultatene ved likerettet eksitasjon fra en enkelt spole, noe som ikke er ifølge oppfinnelsen, ble videre transduseren TA drevet i tre modi, idet spissverdien av eksitasjonsstrømmen og frekvensen (77 Hz) var den samme for hver modus; XY-modus med eksitering av begge spolene i henhold til oppfinnelsen; X-modus med eksitasjon av bare X-spolen; og Y-modus med eksitering av bare Y-spolen. Elektroniske mikrometermålinger viste at metoden ifølge oppfinnelsen med XY-modus og ortogonal eksitasjon resulterte i oppnåelse av en spiss-til-spiss deformasjonsamplitude som var omkring 36% større enn den spiss-til-spiss deformasjonsamplitude som ble oppnådd med X-moduset og omkring 500% større enn den spiss-til-spiss deformasjonsamplituden som ble oppnådd med Y-moduset. Videre viste de elektroniske mikrometermålingene at den radiale spiss-til-spiss amplituden av vibrasjonen i XY-moduset var klart større enn summen av de radiale spiss-til-spiss amplituder av vibrasjonene i X-moduset og Y-moduset. Den elektromekaniske lineariteten av XY-moduset var også markert bedre enn for de to andre modi.

Ved apparater i henhold til den foreliggende oppfinnelse har konstruksjoner med hul kjerne og en indre spole spesielle fordeler, omfattende god kopling og elektromekanisk effektivitet, noe som kommer av den kontinuerlige fluksbanen som er frembrakt rundt den indre spolen. Der hvor det f.eks. er nødvendig med en langstrakt kjernekonstruksjon for å oppnå stor deformasjonsamplitude i en ønsket retning, kan den hule ringformede kjernekonstruksjonen som er illustrert på fig. 1 og 2 og eksemplifisert ved transduseren TA, lages med den hule kjernen i form av en langstrakt sløyfe i stedet for den sirkulære form som er vist på fig. 1, eller den kan lages i form av en langstrakt smal sylinder, slik som en hul ring med stort ~~lengde~~ diameter-forhold eller, uttrykt ved hjelp av dimensjonene T og D som er vist på fig. 1 og 2, med et T:D forhold på minst 1:1; T:D forhold på 2:1 eller 3:1 kan f.eks. brukes, eller helt opp til 10:1 eller høyere. Når T:D forholdet økes slik at det blir større enn det som er vist på fig. 1 og 2, blir spiss-til-spiss forskyvningen i aksial retning,

eller aksialamplityden av vibrasjonen som stammer fra den trans-
verse magnetostriksjonsdeformasjon frembragt av det periferielle
feltet og den longitudinale magnetostriktive deformasjon frembragt
av det toroidale feltet, større og nyttigere; for magnetostriktive
drivanordninger som skal frembringe aksiale vibrasjoner for akustis-
ke strålere eller vibrasjonsverktøy er det ønskelig med et T:D for-
hold på fra 1,5:1 til omkring 5:1.

Man vil forstå at transdusere i henhold til oppfinnelsen
kan anvendes i oppstillinger i forskjellige kombinasjoner med
hverandre, f.eks. stabler av ring-kjernetransdusere slik som vist
på fig. 1 og 2, med eller uten luftgap eller andre gap med lav
permeabilitet eller med avstandsstykker med høy permeabilitet
mellom transduserne.

Fig. 4 og fig. 5a og 5d, som må ses i sammenheng med
hverandre, beskriver en annen energiseringskrets, og den elektro-
magnetiske virkning av denne kan anvendes ved ortogonal eksita-
sjon av magnetostriktive transdusere i henhold til oppfinnelsen.
Fig. 4 viser kretsen 70 som omfatter ortogonale spoler 71 og 72
forbundet i serie til vekselstrømskilden 75 og som også omfatter
de gjensidig ortogonale spoler 73 og 74 forbundet i serie med
den regulerbare konstante likestrømskilden 76. Spolene 71 og 72
som er de sykliske feltspolene, er anordnet i forbindelse med
kilden 75 og den bilineære magnetostriktive kjernen 77, slik at
det frembringes to syklisk varierende elektromagnetiske felter
med fluksbaner som skjærer hverandre perpendikulært inne i kjernen
77. Det andre spoleparet 73 og 74 som er konstantfelt-spolene,
er anordnet slik i forbindelse med kilden 76 at det frembringes
to konstante elektromagnetiske felter med fluksbaner som skjærer
hverandre perpendikulært inne i kjernen 77. Kjernen og spolene
som er vist symbolsk på fig. 4, kan f.eks. ha samme form og være
anordnet på samme måte som den ringformede transduseren som er
vist på fig. 1 og 2, og i et eksempel med en slik transduser brukt
i kretsen 70 og et eksempel på en fremgangsmåte som omfatter en
slik transduser brukt i kretsen 70 (heretter betegnet som transdu-
ser TB og fremgangsmåte TB), har kjernen 77 den hule ringform til
kjernen 11, spolene 72 og 74 er viklet sammen toroidalt rundt
kjerneeringen i stedet for spole 14, og spolene 71 og 73 er sammen-

129239

viklet ringformet inne i kjernen i stedet for spole 20. I henhold til den foran nevnte betegnelse av spoler og elektromagnetiske felter som "X"- og "Y"-spoler eller -felter er således spolene 72 og 74 og de respektive felter fra disse, når det refereres til transduser eller fremgangsmåte TB, X eller X2 og X4-spoler og -felter, resp., og spolene 71 og 73 og de respektive felter fra disse er betegnet som Y eller Y1 og Y3-spoler og -felter resp. Spolene 71 og 72 er slik tilpasset at de frembringer like flukstettheter (B) når de energiseres av like strømmer, og spolene 73 og 74 er på samme måte tilpasset hverandre, men ikke nødvendigvis spolene 71 og 72. De fire spolene og lederne til disse i kretsen 70 er spesielt viklet og forbundet slik at når vekselstrømmen gjennom spole 72 er i samme toroidale retning rundt kjernen som likestrømmen gjennom spole 74 så vil i samme øyeblikk vekselstrømmen i sirkulær retning inne i kjernen gjennom spolen 71 være motsatt av retningen av likestrømmen gjennom spolen 73, og kretsen er således anordnet til å sørge for at når fluksen fra spole 72 forsterker fluksen fra 74, vil fluksen fra spole 71 svekke fluksen fra spole 73 (og omvendt). I dette arrangement er vekselfeltspolene koblet motsatt av hverandre i forhold til konstantfeltspolene.

De elektromagnetiske vektorer og felter frembragt av spolene i transduseren TB ved fremgangsmåten TB er fremstilt på fig. 5a til 5b. Her er vektorene som betegner konstantfeltene, tegnet med hel strek og vektorene som betegner vekselfeltene, med brutte streker. Fig. 5a viser variasjonen med tiden av de syklisk varierende flukstetthetene B-X2 og B-Y1 frembragt av henholdsvis spolene 72 og 71 når de energiseres av vekselstrøm fra kilden 75. Fig. 5a viser også de konstante flukstetthetene B-Y3 og B-Y4 som blir frembragt av spolene 73 og 74 når de energiseres av konstant likestrøm fra kilden 76 og som blir holdt minst så stor som, og i praksis med fordel litt større enn, f.eks. 5% større, spissflukstetthetene i vekselfeltene for å unngå skadelige fluksreverserende virkninger. Fig. 5b viser resultatet av kombinasjonen av feltene fra spolene 72 og 74 som er referert til som felt B-X;

og fig. 5c viser resultatet av kombinasjonen av feltene fra spolene 71 og 73 som er referert til som felt B-Y. Med den ovenfor beskrevne vikling og sammenkobling av spolen veksler kurvene B-X og B-Y syklisk 180° ute av fase med hverandre, og ingen av dem faller under nullaksen på noe tidspunkt, og der er således ingen reversering av fluksretningen i kjernen. Reversering av fluksretningen i kjernen blir fortrinnsvis, og i noen tilfeller nødvendigvis unngått for å forhindre skadelige effekter slik som elektromekaniske harmoniske, frekvensdobling og/eller tap i vibrasjonsamplituden. Idet feltene B-X og B-Y er et resultat av de gjensidig ortogonale spolene i transduser TB og fluksbanene for disse feltene skjærer hverandre perpendikulært i kjernen 77, og feltene B-X og B-Y er 180° ute av fase, er det innlysende at fremgangsmåten TB har til virkning at den magnetostriktive kjernen tilføres to gjensidig perpendikulære, syklisk fluktuerende elektromagnetiske felter som varierer 180° faseforskjøvet i forhold til hverandre. Den magnetostriktive virkning av feltene frembragt etter fremgangsmåten TB, vibrerer kjernen i transduseren og etter denne fremgangsmåten er hovedamplitudene for vibrasjonen radial og periferiell vibrasjon frembragt av longitudinal magnetostriksjon i spolene 72 og 74 og syklisk varierende transvers magnetostriksjon rundt spolene 71 og 73.

Fig. 5d viser vektorer som beskriver forholdene mellom de elektromagnetiske feltene ved fremgangsmåten TB. På fig. 5d svarer X-aksen til en linje tangensiell til en periferiell sirkel i ringkjernen ved et punkt hvor de ortogonale feltene fra spolene til transduseren TB skjærer hverandre perpendikulært i kjernen (og X-aksen svarer således til den tiltagende retning av feltet X); origo O er ved tangeringspunktet, og Y-aksen tilsvarer retningen av det toroidale elektromagnetiske feltet (Y-feltet) ved tangeringspunktet og er følgelig perpendikulært til kjerneringsplan. Mer generelt uttrykt er X-aksen rettet langs hovedaksen eller banen i det magnetostriktive materialet som vanligvis svarer til den ønskede retning for den mekaniske energien og spolen 43. Idet det igjen refereres til fremgangsmåten TB, er de elektromagnetiske

feltene som blir tilført kjernen fra spolene 71, 72, 73 og 74, beskrevet ved vektorer B-Y1, B-X2, B-Y3 og B-X4 resp. Det resulterende feltet med konstant intensitet som også kan kalles det statiske polarisasjonsfeltet, frembragt ved samvirkningen av feltene B-Y3 og B-X4, er tegnet med vektor B-P. Helningsvinkelen for vektor B-P med hensyn til X-aksen er kalt vinkel θ og er i foreliggende eksempel 45° fordi feltene B-Y3 og B-X4 er like og perpendikulære til hverandre. Vektorene B-Y1 og B-X2 beskriver de tilsvarende vekselfeltene når de samvirker med konstantfeltene. I denne forbindelse legger man spesielt merke til at idet spolene 71 og 72 er spesielt forbundet i motsatt retning i forhold til spolene 73 og 74, er vekselvektoren B-Y1 ved sitt maksimum i positiv retning (oppover) og således rettet i samme retning som konstantvektoren B-Y3 på de tidspunkter da vekselvektoren B-X2 er ved sitt maksimum i negativ retning (til venstre) og således rettet motsatt av konstantvektoren B-X4; og i den andre delen av vekselstrømsperioden når B-Y1 sin negative toppverdi, mens B-X2 når sin positive toppverdi. Helningsvinkelen på vektor B-E fra Y-aksen er betegnet som vinkel ϕ og er i det foreliggende tilfelle 45° fordi feltene B-Y1 og B-X2 er like og perpendikulære til hverandre. Følgelig er feltvektoren B-E perpendikulær til feltvektoren B-P. Resultatene av feltene B-P og B-E og således resultanten av de fire feltene B-Y1, B-X2, B-Y3 og B-X4 er tegnet med vektoren B-R som strekker seg fra origo O til vektor B-E. I løpet av en full periode av den vekselstrømmen som tilføres spolene 71 og 72, svinger vektoren B-R gjennom vinkelen ϕ mellom vinkelstillingene ϕ' og ϕ'' , som vist på fig. 5d, slik at den fremste spissen av vektoren beveger seg fra punkt R' til punkt R'' og tilbake langs vektorlinjen B-E uten å krysse hverken X-aksen eller Y-aksen under noen del av perioden. Den vinkelmessige oscillasjon av resultantvektoren foregår altså innenfor den positive X-Y-kvadranten.

Man bør også legge merke til at i løpet av oscillasjonen av vektoren B-R mellom vinklene ϕ' og ϕ'' varierer lengden av vektoren og indikerer således variasjonen av resultantfeltets intensitet.

Siden retningen av resultantvektoren B-R beskriver retnin-

gen av magnetiseringsaksen for resultantfeltet som er frembrakt av de fire spolene, er det klart av aksens for magnetiseringsfeltet som påføres kjernen, svinger over en vinkel på omkring, men ikke større enn 90° (f.eks. 85°) og tilbake i løpet av en vekselstrømsperiode. Prosessen polariserer således kjernen syklisk avvekslende i det vesentlige i retning av X-aksen og i det vesentlige i retning av Y-aksen.

På det tidspunkt i perioden da magnetiseringsaksen er rettet i det vesentlige langs X-aksen, trekker den longitudinale magnetostriksjon som skriver seg fra polarisasjonen av den ringformede nikkelkjernen, kjernen sammen i periferiell retning med negativ magnetostriktiv deformasjon. Deretter svinger i fortsettelsen av perioden magnetiseringsaksen mot Y-aksen, og følgelig avtar den longitudinale magnetostriksjon og sammentrekningen av kjernen gradvis til et minimum, eller null, som kan oppnås ved omkring 60° til 65° helning av magnetiseringsaksen fra X-aksen. Når perioden fortsetter og magnetiseringsaksen svinger videre fra X-aksen og nærmer seg Y-aksen, vil den transverse magnetostriksjon som skriver seg fra polariseringen av kjernen i samme retning som Y-aksen, utvide kjernen periferielt med positiv magnetostriktiv deformasjon. Den maksimale utvidelse nås når magnetiseringsaksen er rettet i det vesentlige langs Y-aksen, som tegnet ved B-R". I den andre halvdel av perioden er svingeretningen for magnetiseringsaksen reversert, den foran nevnte utvidelse og sammentrekning av kjerneomkretsen blir følgelig også reversert, og kjerneomkretsen vender således tilbake til den sammentrukne form som eksisterte da magnetiseringsaksen var rettet langs X-aksen ved begynnelsen av den nettopp beskrevne periode. I denne prosessperioden vibrerer således kjernen radialt med avvekslende sammentrekning og utvidelse av omkretsen, og spiss-til-spiss amplituden av vibrasjonen er et resultat av kombinasjonen av de longitudinale og de transverse magnetostriktive deformasjoner frembrakt av de elektromagnetiske feltene som er påført kjernen.

For å oppnå spesielt høye vibrasjonsamplituder ved praktiske utførelser av oppfinnelsen, er det spesielt fordelaktig å regulere feltintensitetene slik at den statiske polarisasjonsvinkelen θ er ca. 45° , slik at den resulterende feltvektoren B-R oscillerer så nær som praktisk mulig fra X-aksen til Y-aksen uten å krysse noen av aksene og slik at flukstettheten (intensiteten) av resul-

tantfeltet B-R når det magnetostriktive metningsnivå for det magnetostriktive materiale i kjernen når resultantvektoren B-R er ved ytterkantene av sin oscillasjon (svarende til vinklene ϕ'' og ϕ'), f.eks. når vektoren er nærmest X-aksen og Y-aksen og har sin maksimale lengde.

Der hvor det følgelig er av største nødvendighet å oppnå maksimale energitettheter i utbyttet, er apparatet og arbeidsmåten tilpasset for å oscillere den magnetiske aksens gjennom en vinkel på i det vesentlige 90° og fra aksens for den avgitte energi (her representert ved henholdsvis ϕ -vinkelområdet og X-aksen) og å regulere spissflukstetthetene til resultantfeltet (B-R) til å være lik det magnetostriktive fluksmetningsnivået.

I andre tilfeller er det ikke så viktig å oppnå maksimalt energitilbytte og visse andre elektromekaniske karakteristikk, slik som elektromekanisk linearitet, elektromekanisk kopling eller elektromekanisk effektivitet eller båndbredde er viktige. Arbeidsbetingelsene for maksimale avgitte effekttettheter frembringer ikke alltid optimale nivåer for disse andre elektromekaniske karakteristikk, men i andre utførelser av oppfinnelsen kan oscillasjonsområdet for den magnetiske aksens og spissintensiteten i resultantfeltet være begrenset for å oppnå gunstige kombinasjoner av slike karakteristikk sammen med gode (skjønt ikke de beste) avgitte effekttettheter. For å oppnå spesielt god elektromekanisk linearitet, elektromekanisk kopling og båndbredde, og muligens noe bedre elektromekanisk effektivitet, blir spissflukstetthetene av eksiteringsfeltene B-Y1 og B-X2 redusert (men holdt like) i forhold til flukstetthetene i de statiske feltene B-Y3 og B-X4 resp., f.eks. et forhold mellom eksiteringsfelt og statisk felt på fra omkring 1:3 til omkring 1:4, noe som kan gjøres ved å minske likt antall vindinger og/eller strømstyrken i spolene 71 og 72, f.eks. med kretsen tilpasset til å sørge for at forholdet mellom induktansene i spolene 71 og 73 og henholdsvis spolene 73 og 74 er omkring 1:3 til 1:4. Med spissflukstetthetene i eksiteringsfeltene redusert slik, blir amplituden av vektoren B-E redusert og vinkelområdet for oscillasjonen av magnetiseringsaksen over vinkelen ϕ blir redusert, f.eks. til et område på fra omkring 25° til omkring 65° eller fra 30° til 60° fra aksens for uttatt energi; følgelig blir spissflukstettheten for resultantfeltet B-R redusert i forhold til flukstettheten av konstantfeltet.

Andre fordeler, spesielt når det gjelder elektromekanisk effektivitet og muligens også linearitet, kan oppnås ved å øke helningsvinkelen θ for det statiske feltet til over 45° , f.eks. til omkring 65° , 70° eller 75° , noe som kan gjennomføres ved å øke forholdet mellom flukstetthetene av feltet B-Y3 i forhold til flukstettheten av feltet B-X4, f.eks. fra omkring 2:1 til omkring 4:1, eller 3:1. For å oppnå høy elektromekanisk effektivitet, er vinkelen θ så stor som den kan være uten at vektoren B-E krysser Y-aksen. Selvfølgelig blir spissintensiteten av eksitasjonsfeltvektoren B-E holdt tilstrekkelig høy til å sørge for den krevde vibrasjonsenergi for transduseren, som vanligvis er for moderat energiutbytte ved høye effektiviteter. I forbindelse med det å oppnå høy elektromekanisk effektivitet, kan det videre være gunstig å redusere styrken av det transverse eksitasjonsfeltet B-Y1 i forhold til det longitudinale eksitasjonsfeltet B-X2 og derved øke vinkelen γ , som vanligvis er minst 45° og fortrinnsvis er gjort lik vinkelen θ for å få stort mekanisk utbytte, til mer enn 45° og om mulig opp til nær 90° (f.eks. 85°), spesielt dersom vinkelen θ er relativt høy, f.eks. 65° til 85° . Forholdet mellom spissflukstettheten av feltet B-Y1 og feltet B-Y2 eller forholdet mellom induktansene eller vindingstallene i spolene 71 og 72, kan f.eks. være omkring 1:2 eller 1:3 eller om mulig 1:4, eller i en noe forenklet form av apparatet kan spolen 71 være utelatt hvis den statiske feltvinkelen er høy og effektbehovene er moderate. Vanligvis blir for å oppnå disse spesielle fordelene der hvor det ikke er spesielle krav til god elektromekanisk effektivitet, vinkelområdet for oscillasjonen av magnetiseringsaksen holdt på høye helningsvinkler fra energiaksen, f.eks. oscillasjon gjennom vinkelområder på fra omkring 70° til 90° eller fra omkring 75° til 87° , fra effektaksen.

Skjønt den elektromagnetiske virkning av transduseren TB og modifikasjoner av denne er beskrevet i forbindelse med kretsen 70 som er illustrert på fig. 4, vil man forstå at forskjellige anordninger av spoler og energikilder og ledere kan anvendes for å oppnå de fleste eller kanskje alle virkningene av kretsen 70. Det kan for eksempel anordnes separate likestrømskilder for hver av spolene 73 og 74, spolene 71 og 72 kan være parallellkoplet i stedet for seriekoplet (forutsatt at det foran beskrevne motsatte forhold opprettholdes), eller en enkelt spole kan være forbundet

129239

både til likestrømskilden og vekselstrømskilden i stedet for spolene 72 og 74, f.eks. ved å utelate spole 74 og forbinde likestrømskilden 76 og spolen 73 i serie over spole 72 og skyte inn en sperrekondensator mellom vekselstrømskilden 75 og spolen 72 for å sperre for likestrømmen fra kilden 76 til vekselstrømskilden 75.

Skjønt utførelser med både fluktuerende og konstante felter, slik som illustrert på fig. 4, har ønskelige trekk, spesielt for tilpasning til spesielle formål ved lavt eller moderat energitilbytte, er den likerettede energikretsen som er illustrert på fig. 3, mest fordelaktig for å oppnå høyest mulig avgitte energitettheter, og den er også fordelaktig for å oppnå i det vesentlige resistive belastningskarakteristikker, unngå nødvendigheten av å sørge for likestrømsenergi og overvinne vanskeligheter med fluksreversering.

Mens oppfinnelsen er blitt illustrert i forbindelse med omdannelse av elektrisk energi til mekanisk energi, vil man forstå at oppfinnelsen også kan anvendes ved omdannelse av mekanisk energi til elektrisk energi. F.eks. kan en transduser i henhold til oppfinnelsen utsettes for mekanisk deformasjon, f.eks. for anisotropisk trykkdeformasjon, og variasjonene i magnetisk fluks kan detekteres eller avføres ved at de ortogonale spolene overfører elektrisk energi, f.eks. for måling av akustiske eller andre trykkvariasjoner.

Den foreliggende oppfinnelse er spesielt anvendelig som magnetostriktiv transduser til sonar-transmisjon og -mottakelse, til å drive vibrerende verktøy eller verktøyegger omfattende trepaneringsbor, stenbor og kjernebor og mine- eller olje-brønnbor og til å frembringe vibrasjon av rambukker, klinkere, sveisemaskiner, loddebolter, ultrasoniske rengjøringsapparater og dentale eller kirurgiske bore- og/eller skjæreanordninger, og er også anvendelig ved frembringelse av vibrasjoner ved metallformingsprosesser, som f.eks. ved rørtrekking eller ekstrudering. Oppfinnelsen er nyttig til frembringelse av vibrasjoner ved soniske og ultrasoniske frekvenser, som fra 20 eller 50 Hz til omkring 20 000 Hz og opp til høyere frekvenser på 50 000 Hz eller 100 000 Hz, eller enda høyere, og også ved moderate subsoniske frekvenser, f.eks. 10 Hz. Oppfinnelsen er spesielt anvendelig ved elektromekanisk vibrerende kjerner dannet av hule former med lukkede baner, eller hovedsakelig

eller fullstendig kontinuerlige lukkede baner eller sløyfer med materiale rundt en sentral åpning, f.eks. en lukket bane eller sløyfe rundt omkretsen av en sirkel, oval eller rektangel, og har et kontinuerlig indre hulrom eller en passasje som strekker seg inne i materialet og rundt den sentrale åpningen, idet det er underforstått at hulrommet refererer seg til den indre, i det vesentlige innelukkede, passasjen og ikke til den sentrale åpningen. En hul, ringformet, sylindrisk kjerne har f.eks. en sentral åpning som strekker seg aksialt gjennom cylinderen og en ringformet passasje innelukket i cylinderen og som strekker seg rundt den sentrale åpningen. Oppfinnelsen er anvendelig med kjernestrukturer som er i det vesentlige kontinuerlige og av magnetostriktivt materiale og også med laminerte magnetostriktive strukturer, f.eks. planlaminater, sylindriske eller ringformede laminater, eller spirallaminater, eller kombinasjoner av disse, med eller uten elektriske isolerende materialer, ikke-magnetiske materialer eller forskjellige magnetiske eller magnetostriktive materialer mellom lamineringene.

P a t e n t k r a v

1. Vibrasjonseffektgenerator for omdannelse av elektrisk energi til mekanisk vibrasjonsenergi, omfattende en magnetostriktiv transduser (10) med en kjerne (11) inneholdende bilineært magnetostriktivt materiale samt første og andre elektriske leder-spoler (14,20) plassert slik i forhold til kjernen at de frembringer henholdsvis første og andre elektromagnetiske felter med innbyrdes tverrgående fluksbaner i kjernen, k a r a k t e r i s e r t ved at transduseren har i det vesentlige kontinuerlige fluksbaner av magnetostriktivt materiale i kjernen både for den fluks som frembringes når en elektrisk strøm sendes gjennom den første spole og for den fluks som frembringes når en elektrisk strøm sendes gjennom den annen spole.

2. Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at kjernen (11) er utformet slik at den danner en i det vesentlige kontinuerlig bane av kjernemateriale rundt en sentral åpning og har et hult tverrsnitt slik at det fremkommer et sammenhengende innvendig hulrom som strekker seg langs den nevnte

bane, at en av spolene (20) er viklet inne i hulrommet slik at hver av dennes vindinger strekker seg sammen med den nevnte bane, og at den annen spole (14) er av toroidtypen og er viklet rundt kjernen langs den nevnte bane.

3. Anordning ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t ved at kjernen (11) er ringformet.

4. Anordning ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t ved at forholdet mellom den aksielle tykkelse og den ytre diameter av den ringformede kjerne er i det minste 1 : 1.

5. Anordning ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t ved at forholdet mellom den aksielle tykkelse og diameteren av den ringformede kjerne ligger mellom 1,5 : 1 og 5 : 1.

6. Anordning ifølge et av kravene 1 - 5, k a r a k t e r i s e r t ved at det magnetostriktive materiale er kjennetegnet ved en Joule-magnetostriktiv metningsdeformasjon på i det minste 10 deler pr. million.

(56) Anførte publikasjoner:

Britisk patent nr. 830463

BRD patent nr. 910609

U.S. patent nr. 2472388, 2730103

129239

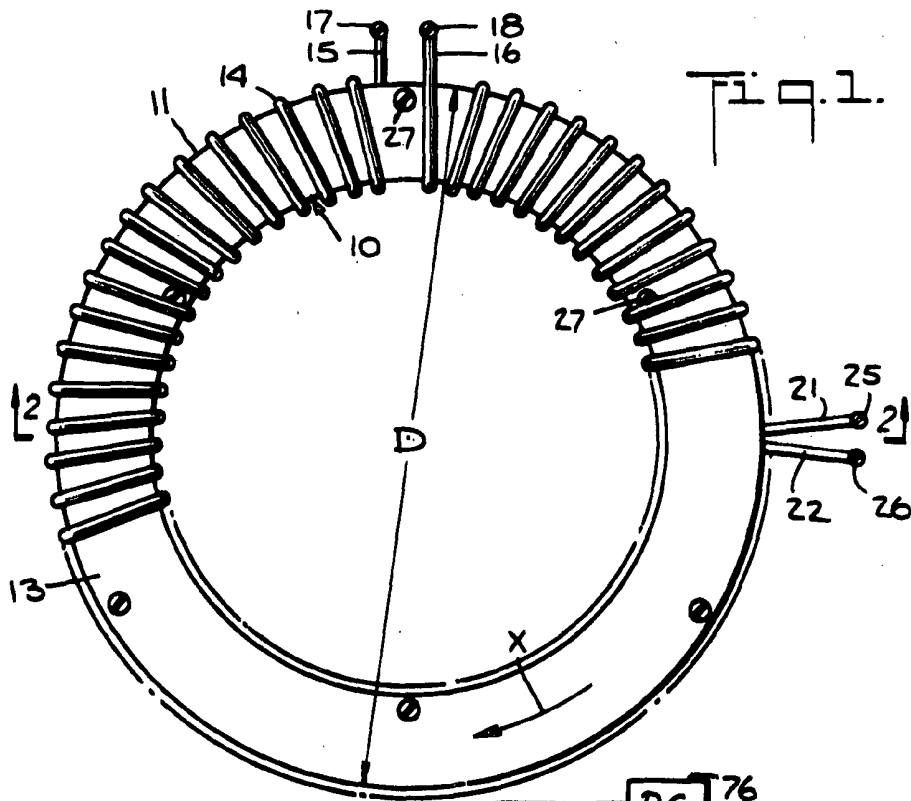


Fig. 1.

Fig. 4.

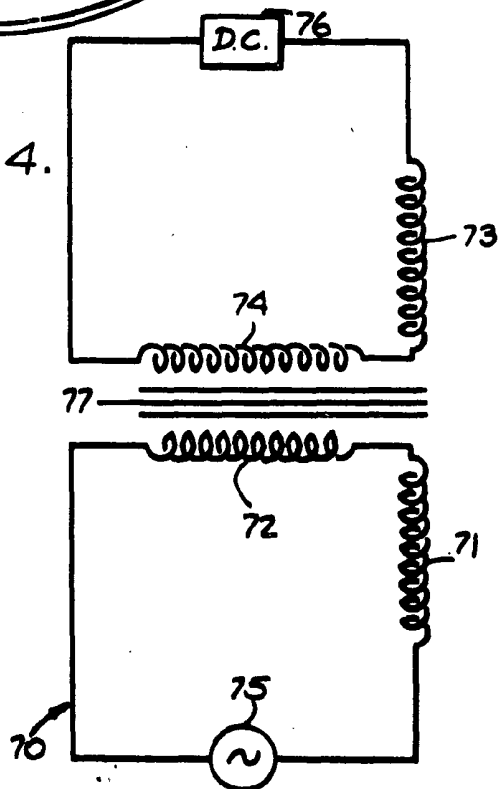


Fig. 2.

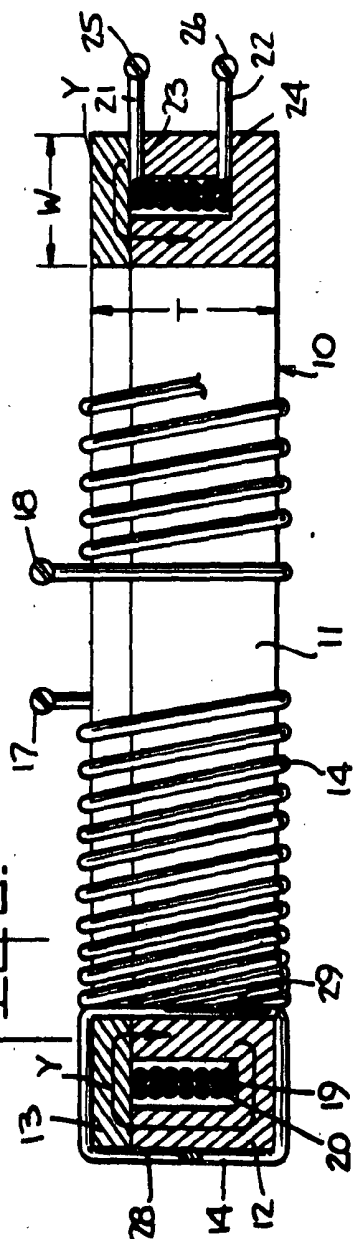
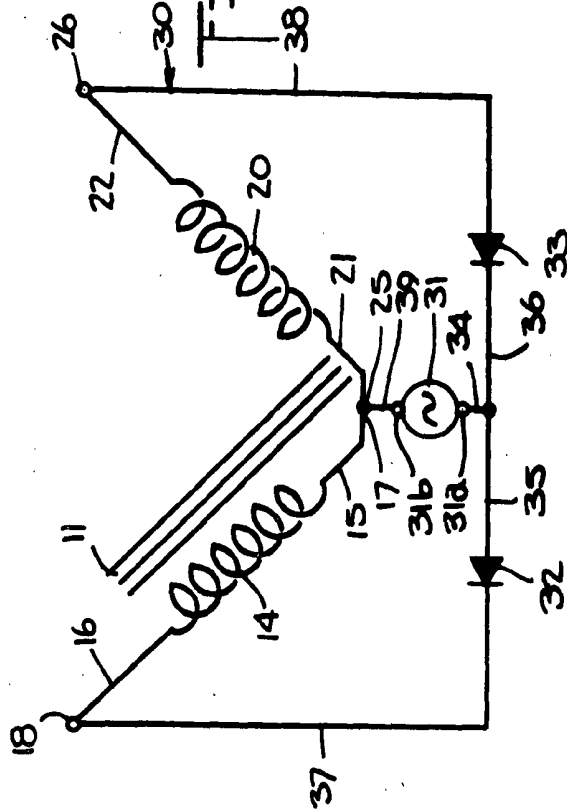


Fig. 3.



129239

Fig. 5.a.

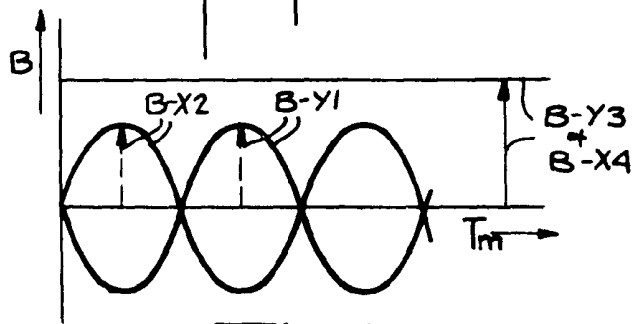


Fig. 5 b.

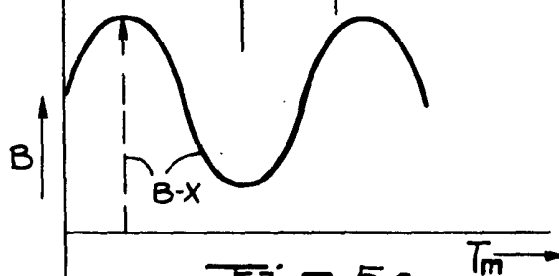


Fig. 5c.

