

(12) **PATENDIKIRJELDUS**
 (51) Int.Cl.
G06F 11/10 (2007.01)
G06F 9/44 (2007.01)
G11B 20/10 (2007.01)
G11B 20/12 (2007.01)
G11B 20/18 (2007.01)
H03M 13/15 (2007.01)
H03M 13/27 (2007.01)
H03M 13/33 (2007.01)

 (21) Patenditaotluse number: **P200000195**

 (85) Rahvusvahelise patendi-
 taotluse siseriiklikku
 menetlusse esitamise
 kuupäev: **22.03.2000**

 (86) Rahvusvahelise patendi-
 taotluse number: **PCT/EP99/05338**

 (86) Rahvusvahelise patendi-
 taotluse esitamise kuupäev: **19.07.1999**

 (30) Prioriteediandmed: **27.07.1998**
EP 98202511.6

 (24) Patendi kehtivuse
 alguse kuupäev: **19.07.1999**

 (43) Patenditaotluse
 avaldamise kuupäev: **15.06.2001**

 (45) Patendikirjelduse
 avaldamise kuupäev: **15.08.2007**

 (73) Patendiomanikud:

Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1,
NL-5621 BA Eindhoven, NL

Sony Corporation
6-7-35, Kitashinagawa,
Shinagawa-ku, Tokyo 141-0001, JP

 (72) Leiutise autorid:

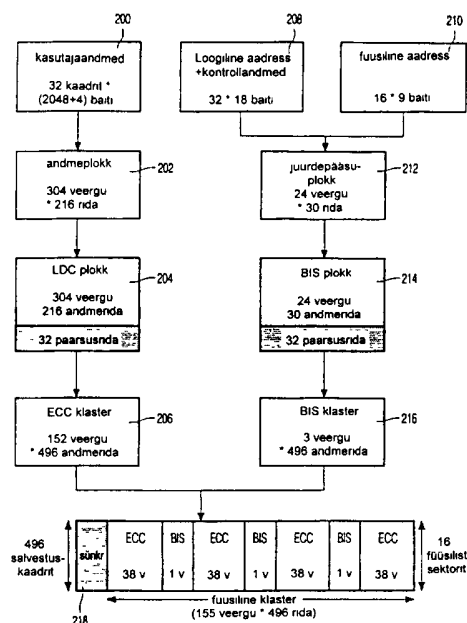
Autorite andmed lisalehel

 (74) Patendivolinik:

Urmas Kernu
AAA Patendibüroo OÜ
Tartu mnt 16, 10117 Tallinn, EE
(54) Meetod ja seade paljusõnalise informatsiooni kodeerimiseks, dekodeerimiseks sõnahaaval vaheldades ning ühikuline salvestuskandja

(57) Paljusõnaline informatsioon baseerub paljubitilistel sümbolitel, mis on paigutatud meediumile suhteliselt lähestikku ning kodeeritud sõnahaaval vaheldades ning sõnahaaval veakaitsekoodi kasutades, võimaldades vealokatiivseid võtmeid üle paljusõnaliste gruppide. Täpsemalt pärinevad võtmed kõrge kaitsevõimega võtmesõnadest (BIS), mis on vaheldatud võtmeveergude ulatuses, ning samuti sünkroniseerimisveergudest, mis moodustuvad sünkroniseerimisbittide gruppidest. Sünkroniseerimisveerud paiknevad kohtades, kus võtmeveerud on paigutatud suhteliselt hajusamalt. Võtmed on suunatud madala kaitsevõimega sihtsõnadele (LDS), mis on vaheldatud oluliselt ühetaolisel viisil sihtveergude piires, mis formeerivad ühetaolise suurusega veergude grupe perioodiliselt korraldatud võtmeveergude ja sünkronisatsiooniveergude vahele.

(57) Multiword information is based on multibit symbols disposed in relative contiguity with respect to a medium, and is encoded with a wordwise interleaving and wordwise error protection code for providing error locative clues across multiword groups. In particular, the clues originate in high protectivity clue words (BIS) that are interleaved among clue columns, and also in synchronizing columns constituted from synchronizing bit groups. The synchronizing columns are located where the clue columns are relatively scarcer disposed. The clues are directed to low protectivity target words (LDS) that are interleaved in a substantially uniform manner among target columns which form uniform-sized column groups between periodic arrangements of clue columns and synchronizing columns.



(72) Leiutise autorid:

Marten E. Van Dijk
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven, NL

Ludovicus M. G. M. Tolhuizen
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven, NL

Josephus A. H. M. Kahlman
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven, NL

Constant P. M. J. Baggen
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven, NL

Masayuki Hattori
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven, NL

Kouhei Yamamoto
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven, NL

Tatsuya Narahara
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven, NL

Susumu Senshu
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven, NL

Meetod ja seade paljusõnalise informatsiooni kodeerimiseks, dekodeerimiseks sõnahaaval
vaheldades ning ühikuline salvestuskandja

LEIUTISE TAUST

Leiutis puudutab meetodit vastavalt patendi US 4 559 625 nõudluspunkti 1
5 piiravale osale (Berlekamp *et al*) ning patendile US 5 229 208 (Blaum *et al*), kus
kirjeldatakse veakaitsega ja vaheldatud infosõnade dekodeerimist viisil, mille kohaselt
esimeses sõnas leitud veamuster võib anda võtme vigade leidmiseks teises sõnas või samas
sõnade grupis. Võrdluseks kasutatakse paljusümboliliste veakoodidega veamudelit üle
mitme sõna. Ühes sõnas esinev viga võimaldab eeldada suure tõenäosusega tekkivat viga
10 vastavas sümboli positsioonis, millele on osutatud järgmises sõnas või sõnades.
Protseduuri tulemusena võib suurendada parandatud vigade hulk. Võtit saab kasutada siiski
vaid siis, kui võtmesõna on täielikult parandatud. Veelgi enam, meedium talletab
informatsiooni samuti nagu ka sünkronisatsioonibittide gruppe, mis esitavad sobiva
suurusega liiasust, mida saab kasutada signaliseerimiseks vigadest sihtsõnades, nii et
15 mõnesid küündivaid võtmesõnu saab ühtlasi kasutada ka sünkronisatsioonibittide gruppide
jaoks. Osa vigu, mis tekivad niinimetatud bitinihete (*bit slips*) tõttu ning mis esinevad palju
sagedamini, hoitakse edaspidi eemale sünkronisatsioonibittide gruppidest. Seega võib
võtmesõnade vaheldamine võtmeveergudes ning samuti ka sihtsõnade vaheldamine
parandada edaspidi veakaitset.

20 LEIUTISE KOKKUVÕTE

Selle tagajärjel on muuhulgas esitletava leiutise eesmärk pakkuda
kodeerimisformaati, mis võimaldaks võtmesõnade koostööd sünkroniseerimisbittide
gruppidega süstemaatilises formaadis, seejuures siludes välja võimalikke negatiivseid
efekte, mis on tingitud rohkematest ühtlastest bitinihetest erinevate sõnade ulatuses. Seega
25 on nüüd iseloomustatud leiutist vastavalt ühele oma aspektidest. Võti võib osutada
rasuursümbolile (*erasure symbol*), milline tegevus võib muuta veakorrektsiooni enam
tõhusamaks. Tegelikult võivad paljud koodid parandada kuni t viga, kui pole teada ühtki
vea paiknemisele osutavat indikatsiooni. Andes rasuurlokatsioone, saab parandada üldiselt
palju suuremat arvu e>t rasuure. Samuti võib tõhustuda veapuhangute kombinatsioonide
30 ning juhuslike vigade vastane kaitse. Leiutist saab kasutada nii andmete talletamisel kui ka
transmissioonil.

Uuenduslik on meetodile see, et informatsioon korraldatakse ühesuurustesse
füüsilistesse klastritesse. Alternatiivina võib sünkroniseerivate veergude arv olla suurem
kui üks, ning võimalusel võiks veergude arv olla paarisarv.

Meetodi kohaselt kasutajaandmed määratakse eksklusiivselt sihtveergudesse ning süsteemiandmed määratakse vähemalt suuremas osas võtmeveergudesse. Videosignaali salvestamisel on kasutajaandmed seotud kasutajale esitatava kujutise ja sellega kaasneva taustaheliga, kusjuures süsteemiandmed võivad näidata programmi nime, aega, aadresse ning erinevaid muid parameetreid, mis võivad olla kasulikud ilma seondumata konkreetse audio- või videolõiguga. Selline võimalus teeb kättesaadavaks kiire juurdepääsu süsteemiandmetele ilma sihtsõnade dekodeerimise vajaduseta.

Meetodi kohaselt paljusümboliliste andmete sihtsümbolite andmekaadri madalaim tase sisaldab paljusümbolilisi, kuid bitt-organiseeritud veadetekteerimisbittide gruppi EDC. Kui vead puuduvad, võib see võimalus koheselt näidata kasutajaseadmele, kas töödeldav infokaader on korrektne.

Meetodi kohaselt järgmine kõrgem tase ECC sektoris sisaldab hulka andmekaadreid levitamiseks hulga sihtsõnade seas *Reed-Solomon'* i liiasuse lisamise kaudu. Meetodi kohaselt enne vaheldamist eraldatakse järjestikusest erinevad koodsõnade plokid. See on seatud esitama halvimat kesktasemel saavutatavat juhtumit selle koodiformaadi jaoks. Meetodi kohaselt rakendatakse vaheldamist reahaaval sihtsümbolite kasvavas ringliiklemises nende klasterite piires. Ajutise meediumina on pakutud optilist talletusmeediat.

Leiutis puudutab ka meetodit selliselt kodeeritud informatsiooni dekodeerimiseks, selle meetodi kohaseks kasutamiseks vajalikku kodeerimise ja/või dekodeerimise seadet ning kandjasignaali selliselt kodeeritud informatsiooni sisaldamiseks. Järgnevad uuenduslikud leiutise aspektid on esitatud vastavais nõudluspunktides.

JOONISTE LOETELU JA KIRJELDUS

Neid ja teisi leiutise aspekte ning uuenduslikkust on järgnevalt tutvustatud lähemalt, tuginedes esitletavaile realiseerimistele, seejuures toetudes ka juurdelisatud joonistele, mis kujutavad:

- joonis fig 1a ja 1b salvestuskandjat;
- joonis fig 2 taasesitusseadet;
- joonis fig 3 salvestusseadet;
- joonis fig 4 süsteemi koodeeri, kandja ning dekoodeeriga;
- joonis fig 5 koodiformaadi põhimõtet;
- joonis fig 6 kandja füüsilise klasteri skemaatilist representatsiooni;
- joonis fig 7 andmekaadrit;
- joonis fig 8 andmesektori kompositsiooni kahest andmekaadrist;

joonis fig 9 andmebaitide ümbernummerdamist ning ECC sektori formeerimist paarsuse lisamisega;

joonis fig 10 ECC klatri kompositsiooni 16 ECC sektori multipleksimisega;

joonis fig 11 ümbernummerdatud ECC klatri enne vaheldamist;

5 joonis fig 12 vaheldatud klatri;

joonis fig 13 BIS klatri multipleksimist vaheldatud ECC klatri;

joonis fig 14 BIS ploki, mis sisaldab 24 BIS koodsõna;

joonis fig 14a BIS ploki viimist BIS klatri;

joonis fig 15 kaadri struktuuri põhiandmete vaheldamise selgitamiseks;

10 joonis fig 16 vaheldamist ennast;

joonis fig 17 näidet BIS baitide osalisest viimisest esimesse kaheksasse sektorisse;

joonis fig 18 näidet BIS baitide osalisest viimisest viimasesse kaheksasse sektorisse;

joonis fig 19 kogu kodeerimisprotsessi skemaatilist representatsiooni.

15

ESITLETAVATE REALISATSIOONIDE DETAILNE KIRJELDUS

Joonis fig 1a kujutab kettakujulist salvestuskandjat 11 rajaga 19 ning tsentraalavaga 10. Rada 19 on moodustatud spiraalpöördjoonega, mis formeerib informatsioonikihil peaaegu paralleelsed rajad. Kandjaks võib olla näiteks optiline ketas salvestust võimaldava või sellele eelnevalt salvestatud informatiivse kihiga. Salvestust võimaldava ketta näiteks on praegu kasutusel CD-R, CD-RW ning DVD-RAM, eelnevalt salvestatud ketta näiteks tavaline audio-CD. Eelnevalt salvestatud tüüp on valmistatav juba tuntud meetodi kohaselt, salvestades esmalt originaalmatriitsi ning seejärel sellest laiatarbeplaate pressides. Salvestataval kandjal on rada märgitud eelreleefse rajastruktuuriga, mis on tekitatud tühja 25 kandja valmistamise käigus. Rada võib koosneda struktureeritud eelsüvenditest 14, et võimaldada lugemis/kirjutuspeal järgida skaneerimise käigus rada 19. Informatsiooni esitatakse informatiivsel kihil märkide (aukude või kõrgenduste) optilise detekteerimise teel.

Joonis fig 1b on salvestusvõimalusega salvestuskandja 11 ristlõige b-b tasapinnas, kus läbipaistev põhimik on varustatud salvestuskihiga 16 ning kaitsekihiga 17. Eelsüvend 14 võib olla formeeritud kas süvendina või kõrgendusena või materjalist, mille deviatsioon erineb ümbritsevast keskkonnast.

Salvestuskandja võib kanda kasutajainfot, mis kasutaja soovil võib olla jagatud väiksemaiks osisteks, millest igaüks võib olla kestusega mõne minutini (nt laul kogumikul

või sümfoonia fragment). Samuti võimaldab kandja osiste identifitseerimiseks juurdepääsuinformatsiooni kandmist, nt niinimetatud sisutabelit (*Table Of Contents* - TOC) või failisüsteemi nagu näiteks ISO 9660 CD-ROM jaoks. Juurdepääsuinformatsioon võib sisaldada ka kestusaega ning algusaadressi iga osise jaoks ning täiendavat informatsiooni, näiteks laulu pealkirja. Sellist informatsiooni võib esitada süsteemi info. Info on

5 salvestatud digitaalsel viisil pärast analoog/digitaal (A/D) muundamist.

Joonis fig 2 kujutab leiutisekohast taasesustuseadeldist joonisel fig 1 kujutatud salvestuskandja 11 lugemiseks. Seade omab ajamit 21 salvestuskandja 11 pöörlemapanemiseks ning lugemispead 22 salvestuskandjal asuva raja skaneerimiseks. Seadeldisel on positsioneerimisvahendid 25 kurseeriva lugemispea 22 radiaalseks positsioneerimiseks. Lugemispea koosneb juba tuntud viisil valmistatud optilisest süsteemist kiire 24 genereerimiseks, mis juhitakse informatsioonikandjal oleval rajal asuvale kiirgustäpile 23 läbi fokuseerivate optiliste elementide. Kiir 24 genereeritakse tuntud meetodi kohase kiirgusallikaga. Lugemispea sisaldab veel ka

15 fokuseerimisaktuaatorit kiire 24 fookuse nihutamiseks piki kiire optilist telge ning jälgimisaktuaatorit kiire täpsemaks positsioneerimiseks kiirgustäpile 23 raja tsentri suhtes radiaalsuunas. Jälgimisaktuaator võib sisaldada elektromagneteid optilise elemendi radiaalseks liigutamiseks, samuti võivad ta olla mõeldud peegelduselemendi nurga muutmiseks. Informatsioonikandjalt peegelduvat kiirgust detekteeritakse tavatehnoloogial põhineva detektoriga, nt *four-quadrant* diodiga, mis asub lugemispeas 22 ning millega genereeritakse lugemissignaali ning järgneva detektorsignaale koos jälgimisvea ning fokuseerimisvea signaaliga, mis kaasnevad jälgimis- ning fokuseerimisaktuaatorite kasutamisega. Lugemissignaali töödeldakse lugemisvahenditega 27, eraldades sellest andmed, kusjuures lugemisvahendid on tavalist tüüpi ja sisaldavad näiteks kanalidekoodrit

20 ning veakorrektoori. Eraldatud andmed saadetakse andmevaliku seadmesse 28 konkreetse informatsiooni eraldamiseks loetud andmetest ning seejärel saadetakse see puhvrissi 29. Valik põhineb andmete tüübitunnustel, mis on salvestatud salvestuskandjale, nt päistel kadreeritud formaadis. Kompresseeritud informatsioon saadetakse puhvrissi 29 dekompressorisse 31 signaalina 30. See signaal võib olla ka saadaval väliselt.

30 Dekompressor 31 dekodeerib andmed ning reprodutseerib informatsiooni algkuju väljundisse 32. Dekompressorit saab ka monteerida eraldi, nagu on näidatud joonisel fig 2 punktiirjoonega ristkülikuga ümbritsetud alas. Alternatiivina võib puhver paikneda ka enne andmete valiku protsessi. Juhtseade 20 võtab vastu käsklusi kasutajalt või serverarvutilt juhtahelate 26 vahendusel, mille moodustavad näiteks süsteemisiin, ühendusajam 21,

positsioneerimisvahendid 25, lugemisvahendid 27 ning andmevaliku vahendid 28, ning samuti ka puhver 29 puhvri täitenivoo kontrollimiseks. Kokkuvõttes koosneb juhtseade 20 juhtahelatest, näiteks mikroprotsessor, programmi mälust ning juhtseadmeist, või olekumasinast (*state machine*).

5 Kompressioon ja dekompressioon on juba tuntud tehnikad. Dekompressiooni ja selle pöördprotsessi rakendatakse originaalsignaali rekonstrueerimiseks. Kui originaalne digitaliseeritud signaal on rekonstrueeritud täpselt, on (de)kompressioon kadudeta, kuid kadudega (de)kompressiooni korral võivad jääda mõned originaalsignaali detailid reprodutseerimata. Sellised kõrvalejäänud detailid on oluliselt
10 inimsilma või kõrva poolt detekteerimatud. Paljud tuntud süsteemid, nagu näiteks MPEG, kasutavad kadudega kompressiooni audio või videosignaali jaoks; kadudeta kompressiooni kasutatakse arvutiandmete talletamisel.

Andmevalik 28 on mõeldud lugemisandmetest juhtinformatsiooni vastuvõtmiseks ning igasuguste muude salvestamise ajal lisatud ballastandmete kõrvalejätmiseks. Kandja
15 pöörlemiskiirus on seatav puhvri 29 keskmise täituvuse astme põhjal, ehk pöörlemiskiirust vähendatakse, kui puhver on keskmisest üle 50% täitunud.

Joonis fig 3 kujutab salvestusseadet informatsiooni kirjutamiseks (korduv)kirjutatavale salvestuskandjale 11. Kirjutamistoimingu vältel formeeritakse markerid, mis esitavad informatsiooni salvestuskandjal. Markerid võivad olla suvalises
20 optiliselt loetavas vormis, nt aladena, mille peegeldustegur erineb neid alasid ümbritseva pinna peegeldustegurist, mis moodustuvad läbi salvestamise materjalidele, mille tulemusena toimub näiteks selle värvi, sulami või faasi muutus või ümbritsevast erineva magneetumise suunatusega piirkondade kujul, kui salvestus toimub magnetoptilisele materjalile. Informatsiooni kirjutamine ja lugemine optilistele ketastele kirjutamisega ning
25 sellekohane formaatimine, veakorrektsioon ning kanalkodeerimise reeglid on tuntud nt CD-süsteemist. Markerid võivad olla formeeritud täpikestena 23, genereerituna salvestuskihil elektromagnetilise kiirevihu 24 abil laserdiodist. Salvestusseade sisaldab sarnaseid põhielemente eelpool vastavalt joonisele fig 2 kirjeldatud seadeldisega, ehk nendeks on juhtseade 20, ajamseade 21 ning positsioneerimisvahendid 25, kuid erinevalt
30 omab ta kirjutuspead 39. Informatsioon esitatakse kompressioonivahendite 35, mis võib asetseda ka eraldi korpuses, sisendisse. Muutuva bitikiirusega kompressiooniga informatsioon pääseb kompressioonivahendite 35 väljundist puhvrisse 36. Puhvril 36 siirduvad andmed andmete kombineerimisvahendisse 37 ballastandmete ning edasiste juhtandmete lisamiseks. Summaarne salvestatav andmevoog juhitakse kirjutusvahenditesse

38. Kirjutuspea 39 on sidestatud kirjutusvahenditega 38, koosnedes formaatijast,
 veakodeerijast ning kanalimodulaatorist. Kirjutusvahendite 38 sisendisse antavad andmed
 on jaotatud loogilistesse ja füüsilistesse sektoritesse vastavalt formaatimise ja kodeerimise
 algoritmidele, millel pikemalt peatume allpool, ning need konverteeritakse
 5 kirjutussignaali kirjutuspea 39 jaoks. Seade 20 on seatud juhtima puhvrit 36, andmete
 kombineerimisvahendeid 37 ning kirjutusvahendeid 38 juhtliinide 26 kaudu ning
 positsioneerimisprotseduuride läbiviimist, nagu seda on kirjeldatud eelpool lugemisseadme
 juures. Kirjutusseadeldis võib olla seatud ka lugemiseks läbi taasesustuseadeldise ning
 kombineeritud kirjutus/lugemispea.

10 Joonis fig 4 kujutab laiahaardelist süsteemi vastavalt leiutisele, koosnedes
 kooderist, kandjast ning dekooderist. Realisatsiooni kasutatakse kodeerimiseks,
 talletamiseks ning lõpuks dekodeerimiseks järjestikusteks diskreetideks või paljubitilisteks
 sümboliteks, mis eraldatakse kas audio- või videosignaalist või andmetest. Terminal 120
 võtab vastu andmevoo, mis võib koosneda kaheksabitistest sümbolitest. Hargmik 122
 15 edastab korduvalt ning tsükliliselt esimesed sümbolid ettekavatsetud võtmesõnade jaoks
 kooderisse 124 ning kõik ülejäänud sümbolid kooderisse 126. Kooderis 124 formeeritakse
 võtmesõnad kodeerimise tulemusena esimese paljusümbolilise veakorrektsioonikoodi
 koodsõnadeks. See kood võib olla *Reed-Solomon*'i kood, produkti kood, vaheldatud kood
 või nende kombinatsioon. Kooderis 126 formeeritakse sihtsõnad kodeerimise teel teise
 20 paljusümbolilise veakorrektsioonikoodi koodsõnadeks. Joonisel fig 5 on kõik koodsõnad
 samasuguse pikkusega, kuid see ei ole selliselt piiratud. Võtmesõnad võivad olla palju
 kõrgema astme veakaitsega. See võib olla saavutatud suuremat arvu kontrollsümboleid,
 väiksemat arvu andmesümboleid või nende kombinatsiooni kasutades.

Plokis 128 edastatakse koodsõnad siiski ühte või mitmesse väljundisse, milledest
 25 sobiv arv on ka näidatud, nii et levitamine meediumis, millel peatume hiljem, muutuks
 ühtlaseks. Plokk 130 sümboliseerib ühikmeediat, näiteks magnetlinti või -ketast, mis võtab
 vastu kodeeritud andmeid. See võib olla seotud otsese kirjutamisega kombinatsioonis
 kirjutus-mehhanism-pluss-meedia. Alternatiivina võib meedia olla koopia kodeeritud
 etalonmeediast, nagu näiteks matriits. Talletusmeedia võib olla optiline või täiesti
 30 järjestikmeedia, kuid võib kasutada ka teisi konfiguratsioone. Plokis 132 loetakse erinevaid
 sõnu meedialt veelkord. Seejärel saadetakse esimese koodi võtmesõnad dekooderisse 134
 ning dekodeeritakse, baseerudes neile omasel liiasusel. Enamgi veel, järgnevalt jooniselt
 fig 5 ilmneb, et selline dekodeerimine võib esitada võtmesõnu ka mujal esinevates vigastes
 kohtades kui nendes võtmesõnades. Pealegi võib analüüsitud informatsiooni bitiveergude

sünkroniseeritusest ja kui selles tekkivad interferentsid, produtseerida sihtsõnade jaoks koheselt täiendavaid võtmesõnu. Kast 135 võtab vastu kõik võtmesõnad ning sisaldab programmi mitme erineva strateegia kohaseks selliste võtmesõnade transleerimiseks radeerimislokatsioonideks. Sihtsõnad dekodeeritakse dekoodris 136.

- 5 Radeerimislokatsioonide kasutamisega tõuseb sihtsõnade veakaitse kõrgemale tasemele. Lõpuks demultiplekseeritakse kõik dekodeeritud sõnad elemendis 138, väljastades väljundisse 140 vastava originaalformaadi. Lühiduse huvides ei peatuta erinevate alamsüsteemide vahelistel elektromehaanilistel liidestel.

- Joonis fig 5 illustreerib lihtsat koodiformaati. Kodeeritud informatsioon on
- 10 kujutatud 480 sümboliplokina, mis paikneb 15 horisontaal- ja 32 vertikaalreas. Talletamine meediale algab ülevalt vasakult ning toimub piki vertikaalridu. Viirutatud ala sisaldab kontrollsümboleid: iga horisontaalridadest 4, 8 ja 12 sisaldab 8 kontrollsümbolit ning moodustatud võtmesõnu. Teised read sisaldavad 4 kontrollsümbolit ning moodustatud sihtandmesõnu. Kogu plokis on 408 informatsioonisümbolit ning 72 kontrollsümbolit.
- 15 Ülaltoodu põhjal jätkates sisaldab ülemine horisontaalrida sünkroniseerimisbittide gruppide esitust. Need asuvad meedial lugemisseadme sünkroniseerimiseks formaadiga, kuid üldiselt ei sisalda mingeid süsteemi- ega kasutajaandmeid ning on ettekirjutatud formaadiga ja suure liiasusega. Seega on sageli kerge detekteerida interferentsi, ning kas ühe häiritud sünkroniseerimisbiti või neist koosneva grupi ilmnemist, mis on füüsiliselt
- 20 lähedal teistele või levitatavaile võtmesümbolitele, võib kasutada veapuhangu tekkimisest signaliseerimiseks. See produtseerib võtmeid sarnaselt võtmesõnadele.

- Reed-Solomon'* i kood võimaldab korrigeerida iga võtmesõna kuni nelja sümbolivea korral. Aktuaalsed sümbolivead on märgistatud ristikestega. Tulemusena on kõik võtmesõnad dekodeeritavad korrektselt, kui nad ei sisalda enam kui nelja viga. Eriti sõnad
- 25 2 ja 3 võivad olla mitte dekodeeritavad pelgalt liiasusele baseerudes. Joonisel esitavad kõik vead, välja arvatud 62, 66 ja 68, veastringe. Vaid stringid 52 ja 58 läbivad vähemalt kolme järjestikust võtmesõna ning on seetõttu vaadeldavad veapuhangutena, mis põhjustavad vähemalt kõigile vahesümbolite asukohtadele rasuurlipu omistamist. Samuti, sihtsõnad just enne puhangu võtmesõna viga ning sihtsõnad vahetult pärast puhangu võtmesõna viga
- 30 võivad saada rasuurlipu selles lokatsioonis, sõltuvalt järgnevast strateegiast. Stringi 54 ei saa vaadelda puhangu, kuna ta on selleks liiga lühike.

Tulemusena produtseerivad kaks viga sõnas 4 seonduvates vertikaalridades rasuurlipu. See muudab sõnad 2 ja 3 parandatavateks, iga neist ühe veasümboli ja kahe rasuursümboliga. Siiski ei moodusta ei juhuslikud vead 62, 68 ega ka string 54 võtmesõnu

sõnade 5, 6, 7 jaoks, kuna iga neist sisaldab vaid ühte võtmesõna. Mõnikord põhjustab rasuur nullvea struktuuri, kuna meelevaldne viga 8-bitises sümbolis omab 1/256 tõenäosust taas korrektse sümboli põhjustamiseks. Sarnaselt pikk puhang, mis kulgeb risti üle eraldiseisva võtmesõna, võib produtseerida selles korrektse sümboli. Sildamise strateegia abil samale puhangule eelneva ja järgneva võtmesõna vahel, on see korrektne sümbol puhangusse haaratud, ning samal viisil kui vigaste võtmesõnade puhul, transleeritakse vigased võtmesümbolid rasuurväärtusteks sobivate sihtsümbolite jaoks. Eeltoodud otsustused võivad varieeruda vastavalt kasutatavale dekodeerimisviisile. Võtmesõnu võib sünkroniseerimisbittide gruppide poolt kasutada sarnaselt kui neid, mis pärinevad võtmesõnadest.

Esitletava leiutise olulisus on suunatud uuematele meetoditele digitaalseks optiliseks salvestamiseks. Eraldi võimalus on juhul, kui põhimiku lugemisintsident ülemisel kandekihil on vaid 100 mikroni suurune. Kanalibitid on suurusega 0,14 mikronit, nii et andmebait kanali kiirusega 2/3 omab pikkust vaid 1,7 mikronit. Kiir on ülaosas diameetriga umbes 125 mikronit. Karbi või ketta ümbrise kasutamine vähendab suurte veapuhangute tõenäosust. Mittevastavad vähemalt 50 mikroni suurusega osakesed võivad põhjustada lühikesi vigu, kuigi leiutis on kasutatav ka pikemate vigade korral. Kasutatud on vea mudelit, milles 50 mikroni suurused vead vea levimisel võivad moodustada 200 mikroni suuruse puhangu, mis vastab umbes 120 baidile. Eraldi mudel on parandanud 120 B suuruseid puhanguid, mis algavad juhuslikult tõenäosusega $2,6 \cdot 10^{-5}$ baidi kohta, või keskmiselt üks puhang 32 kB ploki kohta. Leiutis on kavandatud optilisele kettale talletamiseks, kuid ka teised konfiguratsioonid, nagu mitmerajaline lint ning teised tehnoloogiad nagu näiteks magnetiline ning magnetoptiline võivad olla parandatud meetodina toetatud.

25

Soovitusliku infoformaadi tutvustus

Enne salvestamist võetakse allikalt, milleks võivad olla kas rakendus või server, vastu kasutajaandmed ning formaaditakse mitme järguna, mida on selgitatud täpsemalt, tuginedes joonisele fig 19 järgnevalt: andmekaadrid, andmete sektorid, ECC sektorid, ECC klaster, BIS klaster, füüsiline klaster ning salvestatavad kaadrid.

Andmeid salvestatakse 64k suurustesse partitsioonidesse, mida nimetatakse füüsilisteks klastriteks, millest igaüks omakorda sisaldab 32 andmekaadrit 2048 baidi kasutajaandmetega. Füüsiline klaster on kaitsitud kahe veakorrektsioonimehhanismiga:

- esmalt, *Long Distance* (LDS) (248, 216, 33) *Reed-Solomon* (RS)veakorrektsioonikood;
 - teiseks, andmed on multiplekseeritud puhanguindikaatori alamkoodi (*Burst Indicator Subcode* - BIS) kasutades, mis sisaldab (62, 30, 33) *Reed-Solomon* (RS) koodsõnu. Paarsussümbolite arv on võrdne kahe koodikategooriaga, mis võimaldab kasutada sama
 5 dekooderit mõlemal juhul. BIS koodi kasutatakse pikkade veapuhangute märkimiseks, mille abil LDS kood saab märksa efektiivsemalt läbi viia rasuurkorrektsioone. Kõik andmed on paigutatud massiivi nii, nagu on kujutatud joonisel fig 6. Peab märkima, et võrreldes joonisega fig 5 on vahetatud omavahel vertikaal- ja horisontaalread. Massiivi loetakse piki horisontaalsuunda, ning salvestatakse kettale pärast sünkronisatsiooni-
 10 struktuuri ning täiendavate *d.c.* kontrollbittide lisamist ning pärast modulatsiooni.

Veakorrektsiooni koode rakendatakse vertikaalsuunas, mis annab hea baasi puhanguvigade kõrvaldamiseks kettalt. Lisaks vaheldatakse LDS koodsõnu diagonaalsuunas. Adresseerimiseks jagatakse kogu füüsiline klaster omakorda 16-ks füüsiliseks sektoriks, millest igaüks sisaldab 32 järjestikust rida.

15 Andmekaaader sisaldab 2052 baiti: 2048 kasutajaandmete baiti nummerdatuna $\mathbf{d}_0$ kuni $\mathbf{d}_{2047}$ ning 4 veadetekteerimiskoodi (*Error Detection Code* - EDC) baiti nummerdatuna $\mathbf{e}_{2048}$ kuni $\mathbf{e}_{2051}$. Baidid $\mathbf{e}_{2048}$ kuni $\mathbf{e}_{2051}$ sisaldavad veadetekteerimiskoodi, mis on arvutatud üle andmekaadri 2048 baidi. Andmekaadrit kujutatakse ette kui üksikute bittide välja, alustades kõige nooremast bitist (*most significant bit* - msb) kasutajaandmetes
 20 $\mathbf{d}_0$ ning lõpetades vanima bitiga (*least significant bit* - lsb) $\mathbf{d}_{2051}$ viimases EDC baidis. Msb on $\mathbf{b}_{16415}$ ning lsb on $\mathbf{b}_0$. Iga EDC bitt $\mathbf{b}_i$ on kujutatud järgnevalt $i=0$ kuni $i=31$ jaoks:

$$EDC(x) = \sum_{i=31}^0 b_i x^i \mod G(x)$$

25 kus:

$$l(x) = \sum_{i=16415}^{32} b_i x^i, G(x) = x^{32} + x^{31} + x^4 + 1 \quad (1)$$

Järgnevalt paigutatakse kaks andmekaadrit (A, B) 19 veerust ja 216 reast koosnevasse massiivi, mida nimetatakse andmesektoriks. Massiivi täitmine toimub
 30 veerghaaval, alustades ülemisest veerust baidiga $\mathbf{d}_{0,A}$ ning lõpetades viimases veerus baidiga $\mathbf{e}_{2051,B}$ vastavalt joonisele fig 8.

Järgmiseks joonisel fig 9 nummerdatakse andmesektori igas veerus baidid ringi, alustades veeru ülaosast järgnevalt: $\mathbf{d}_{L,0}, \mathbf{d}_{L,1} \dots \mathbf{d}_{L,i} \dots$ kuni $\mathbf{d}_{L,215}$, kus L on veeru number (0...18). ECC sektor komplekteeritakse, laiendades iga veergu 32 paarsusbaidiga (248, 216, 33) *long distance* RS koodi kohaselt. Paarsusbaidid on: $\mathbf{P}_{L,216}, \mathbf{P}_{L,217}, \dots \mathbf{P}_{L,i} \dots$ kuni $\mathbf{P}_{L,247}$.

Long distance RS kood on defineeritud üle piiratud välja $\text{GF}(2^8)$. Piiratud väljal $\text{GF}(2^8)$ asuvad mittenuksid elemendid genereeritakse primitiivelemendiga α , mis on primitiivpolünoomi $\mathbf{p(X)}=\mathbf{X^8+X^4+X^3+X^2+1}$ aluseks. $\text{GF}(2^8)$ sümbolid on esitatud 8-bitiste baitidena, kasutades selleks polünoomilist baasesitust, kasutades baasina elemente ($\alpha^7, \alpha^6, \alpha^5, \dots \alpha^2, \alpha, 1$). Alus α on esitatud kui $\alpha=00000010$. Iga LDS koodsõna, mis on esitatud vektorina $\mathbf{lds}=(\mathbf{d}_{L,0}, \mathbf{d}_{L,1} \dots \mathbf{d}_{L,215}, \mathbf{P}_{L,216} \dots \mathbf{P}_{L,i} \dots \mathbf{P}_{L,247})$, ühtib *Reed-Solomon*'i koodiga üle $\text{GF}(2^8)$, 216 infobaidi ning 32 paarsusbaidiga. Sellist koodsõna võib esitada ka 247. järgu polünoomina $\mathbf{lds(x)}$, mis võib sisaldada mõningaid nullkoefitsente, kõrgemad järgud vastamas informatiivsele osale vektorist ($\mathbf{d}_{L,0} \dots$ jne) ning madalamad järgud vastamas paarsusosale ($\mathbf{P}_{L,216} \dots$ jne). Nüüd on $\mathbf{lds(x)}$ LDS koodsõna generaatorpolünoomi $\mathbf{g(x)}$ kordne. Generaatorpolünoom on:

$$g(x) = \prod_{i=0}^{31} (x - \alpha^i)$$

LDS kood on süstemaatiline: 216 infobaiti esinevad muutumatuina kõrgeimatel positsioonidel igas koodsõnas. Koodi $\mathbf{lds}$ paarsuskontrolli maatriks on: $\mathbf{H_{LDS}} * \mathbf{lds}^T = \mathbf{0}$ kõigi LDS koodsõnade $\mathbf{lds}$ -de jaoks.

Paarsuskontrolli maatriksi $\mathbf{H_{LDS}}$ teine rida $\mathbf{H_{LDS}2}$ on antud kui $\mathbf{H_{LDS}2}=(\alpha^{247}, \alpha^{246}, \dots \alpha^2, \alpha, 1)$ ning vastab generaatorpolünoomi nullile α , mis määrab koodsõna positsiooni vea lokaliseerimiseks.

Pärast LDS koodsõnade genereerimist ECC sektorites kombineeritakse 16 järjestikust ECC sektorit üheks ECC klastriks, multiplekseerides $16*19$ veergu suurusega 248, 2 2-ga, kaasaarvatud paarsused. Sel viisil formeeritakse 152 uut veergu suurusega 496 baiti, nagu on kujutatud joonisel fig 10. Baitide nummerdamine toimub vastavalt algoritmile $\mathbf{d_{L,M,N}}$ kus:

$\mathbf{L=0..18}$ on LDS koodsõna number ECC sektoris

$\mathbf{M=0..247}$ on baidi number LDS koodsõnas

$\mathbf{N=0..15}$ on ECC sektori number

Edasiseks puhanguvea korrektsiooni võimaluste parandamiseks rakendatakse spetsiaalset vaheldamist, nummerdades baite ümber horisontaalsuunas läbi kõigi ECC klatri ridade, nagu näha jooniselt fig 11. Nüüd on kõik ECC klatri read nihutatud kahekaupa üle $\text{mod}(k*3, 152)$ baidi vasemale, alustades reast 2 ülespoole, esimene rida saades reaks **0**; **k=div(reanumber, 2)**. Baidid, mis vasemale nihutamisel massiivi vasemast servast välja tõugatakse, sisenevad massiivi paremalt poolt, nagu võime näha jooniselt fig 12. Pärast seda protsessi nummerdatakse baidid veelkord ümber ka horisontaalsuunas läbi kõigi ridade, mille tulemusena saadav numeratsioon **D₀** kuni **D₇₅₃₉₁** on näidatud joonisel fig 6. Baitide ümbernummerdamine toob kaasa loogiliste aadresside ebaühtlase jaotuse füüsiliste aadresside suhtes. Selle tagajärgedel peatume allpool.

Pärast vaheldamist jaotatakse vaheldatud ECC klaster 4 gruppi, millest igaüks koosneb 38-st veerust. 4 grupi vahele lisatakse 3 ühe baidi suurust veergu. Need veerud kannavad aadressinformatsiooni, mis on seotud andmetega, mis sisalduvad vaheldatud ECC klatriks. Nad koosnevad (62, 30, 33) RS BIS koodsõnast 30 baidi informatsiooniga ning 32 paarsusbaidiga. Kõrge veakaitse võimaluse ning täiustatud vaheldamisskeemi kasutamisel võivad need veerud pakkuda ka suhtelist indikatsiooni veapuhangute kohta.

3 korda 496 baidimassiivi, formeerituna 3 BIS klatriksina füüsilisest klatriks, kutsutakse ka BIS klatriks. BIS klatri sisu formeeritakse, asetades kõik BIS klatriks asuvad BIS koodsõnad 24 veergu, moodustades 24 korda 62 baidist koosneva massiivi, nagu kujutab joonis fig 14.

BIS RS kood on defineeritud üle piiratud välja $GF(2^8)$. Piiratud väljal $GF(2^8)$ asuvad mittenullised elemendid genereeritakse primitiivelemendiga α , mis on primitiivpolünoomi $p(X)=X^8+X^4+X^3+X^2+1$ aluseks. $GF(2^8)$ sümbolid on esitatud 8-bitiste baitidena, kasutades selleks polünoomilist baasesitust, kasutades baasina elemente ($\alpha^7, \alpha^6, \alpha^5, \dots, \alpha^2, \alpha, 1$). Alus α on esitatud kui $\alpha=00000010$.

Iga LDS koodsõna on esitatud vektorina $\mathbf{bis}=(b_{c,0} \dots b_{c,1} \dots b_{c,29}, \mathbf{Pb}_{c,30}-\mathbf{Pb}_{c,i}-\mathbf{Pb}_{c,61})$, Reed-Solomon' i koodis üle $GF(2^8)$, 30 infobaidi ning 32 paarsusbaidiga. Sellist koodsõna võib esitada ka 61. järgu polünoomina $\mathbf{bis}(x)$, mis võib sisaldada mõningaid nullkoefitsiente, kõrgemad järgud vastamas informatiivsele osale vektorist ($b_{c,0} \dots$ jne) ning madalamad järgud vastamas paarsusosale ($\mathbf{Pb}_{c,30} \dots$ jne). Iga koodsõna on BIS koodsõna generaatorpolünoomi $g(x)$ kordne:

$$g(x) = \prod_{i=0}^{31} (x - \alpha^i)$$

BIS kood on süstemaatiline: 30 infobaiti esinevad muutumatuina kõrgeimatel positsioonidel igas koodsõnas. Koodi **bis** paarsuskontrolli maatriks on: $\mathbf{H}_{\text{BIS}} \cdot \mathbf{bis}^T = \mathbf{0}$ kõigi **BIS** koodsõnade **bis**-de jaoks. Paarsuskontrolli maatriksi $\mathbf{H}_{\text{BIS}}$ teine rida $\mathbf{h}_{\text{BIS } 2}$ on antud kui

5 $\mathbf{H}_{\text{BIS } 2} = (\alpha^{61}, \alpha^{60} \dots \alpha^2, \alpha, 1)$. See vastab generaatorpolünoomi nullile α , mis määrab koodsõna positsiooni vea lokaliseerimiseks.

Joonis fig 15 kujutab kaadristruktuuri põhiandmete vaheldamise selgitamiseks. Erinevad füüsilised sektorid ning veerud kannavad sobivat numeratsiooni. On kujutatud 304*[248, 216, 33] LDS koodsõnu ning 24*[62, 30, 33] BIS koodsõnu.

10 2 kB suurune loogiline sektor sisaldab 9,5 LDS koodsõna, milles on 2048 kasutajaandmete baiti ning 4 kodeeritud EDC baiti, ning järgnevad 22,5 BIS baiti päise talletamiseks, 4 ID+2 EDC baiti, autoriõigusandmeid ning 6 autoriõiguse haldusinformatsiooni baiti (*Copyright Management Information*) **CPR_MAI**. Peale selle on 10,5 BIS baiti reserveeritud võimalikuks edaspidiseks kasutuseks. 4 kB suurune

15 füüsiline sektor sisaldab 31 veergu, kus päisebaidid kahe 2kB sektorina on talletatud füüsiliselt ettemääratud positsioonidele. Joonis fig 16 kujutab vaheldamist täpsemalt. Siin on i -s LDS koodsõna $0 \leq i \leq 303$, mis sisaldab 248 baiti $\mathbf{d}_j$, kus j on kujul: $j = [(i \bmod 2) + 2 \cdot a] \cdot 152 + \{[(i \div 2) - 3 \cdot a] \bmod 152\}$ kindlate väärtustega $0 \leq a \leq 247$. Erinevad lokatsioonid on teostatavad paarsuse sisseviimisega, nii nagu alt alustades, või

20 permutatsioonidega vastavalt $a + 31 \cdot i$, $a \geq 22 \dots$

Järgnevalt selgitame BIS klatri genereerimise protsessi. Pärast BIS koodsõnade genereerimist viiakse BIS plokk vaheldamismeetodi abil massiivi $496 = (16 \times 31)$ rida $\times 3$ veergu. Uut massiivi nimetatakse BIS klatriks, mida on kujutatud joonisel fig 14. Baitide ümberpaigutamine BIS plokist (joonis fig 14) BIS klattrisse on esmalt väljendatud

25 matemaatiliste tehete vahendusel. Selleks eesmärgiks on BIS klaster alajaotatud vastavalt füüsilistele sektoritele, mis on näidatud joonisel fig 6. Sektorid on nummerdatud $s = 1 \dots 15$, read sellises sektoris on nummerdatud $r = 0 \dots 30$ ning veerud on nummerdatud $e = 0 \dots 1$, nagu näha jooniselt fig 14a. Nüüd võtab bait $\mathbf{b}_{N,C}$ järgneva positsiooni:

sektori number $s = \bmod \{[\text{div}(N, 2) + 8 - \text{div}(C, 3)], 8\} + 8 \cdot \bmod(N, 2)$

30 rea number $r = \text{div}(N, 2)$

veeru number $e = \bmod \{[C + \text{div}(N, 2)], 3\}$

Bait number $\mathbf{m}$ võtab järjekorda number $\mathbf{B}_m$, kui füüsiline sektor on kettale kirjutatud nii, nagu on näha jooniselt fig 6, vastavalt $\mathbf{m} = (s \cdot 31 + r) \cdot 3 + e$. Vaheldamisskeemi põhialuseid on näitlikustatud joonistel fig 17, fig 18 ning lisaks:

-iga rida BIS plokis on jaotatud 8-ks 3baidiseks grupiks ning iga gruppidest on paigutatud BIS klatri vastavasse ritta;

-BIS plokki paarisread on viidud sektoritesse 0 kuni 7, BIS plokki paaritud read on viidud sektoritesse 6 kuni 15;

- 5 -kaheksa kolmebaidist gruppi BIS plokki paarisreast on igaüks pandud samasse ritta kaheksa järjestikuse sektoriga, kasutades sektoreid suunas, mis on vastupidine nende nummerdamise suunale. On leitud, et vastupidise suuna kasutamine on efektiivne veapuhangute paremaks hajutamiseks. Algussektor iga BIS plokki rea jaoks on ühe võrra kõrgem sektor kui eelmisel real.
- 10 - BIS plokki rida $N=0$ on paigutatud ridadele $r=0$ sektorites 0, 7, 6, 5, ... 2, 1.
- BIS plokki rida $N=2$ on paigutatud ridadele $r=1$ sektorites 1, 0, 7, 6, ... 3, 2.
- BIS plokki rida $N=4$ on paigutatud ridadele $r=2$ sektorites 2, 1, 0, 7, ... 4, 3.
- seda protseduuri korratakse tsükliliselt reani $N=60$, mis on paigutatud ridadele $r=30$ sektorites 6, 5, 4, ... 0, 7.
- 15 Nüüd nihutatakse iga sektoris iga rida tsükliliselt paremale $\text{mod}(r, 3)$ positsiooni võrra: seega rida $r=0$ ei nihutata üldse, rida $r=1$ nihutatakse 1, rida $r=2$ nihutatakse 2, rida $r=3$ ei nihutata, rida 4 nihutatakse 1 positsiooni võrra jne. BIS plokki paaritud ridade jaoks järgitakse sellele vastavat protseduuri.

Vastavalt sellele kujutab joonis fig 17 näidet BIS baitide osakaupa viimisest
 20 esimestesse kaheksasse sektorisse, ning joonis fig 18 kujutab näidet BIS baitide osakaupa viimisest viimastesse kaheksasse sektorisse, mis pärast ülalkirjeldatud on iseenesest arusaadav.

Joonis fig 19 üle korrates annab skemaatilise esitluse kogu kodeerimisprotsessist. Kasutajaandmed, nagu nad võetakse vastu allikalt, milleks võib olla kas server või
 25 rakendus, jagatakse esmalt andmekaadriteks, millest igaüks sisaldab $2048+4$ baiti; nagu on näidatud joonisel plokis 200, arvestatakse 32-ga neist kaadritest järgmise kodeerimissammu kestel. Plokis 202 formeeritakse andmeplokk ning seatakse see 304 veerust ja 216 reast koosnevaks. Plokis 204 formeeritakse *Long Distance Code* plokk, lisades 32 paarsusrida. See on seatud täitma neli sektsiooni, mis on pealkirjastatud ECC
 30 füüsilises klatriplokis 218, mis on kõikehõlmava koodiformaadi olemuseks.

Aadress ja juhtandmed, mis on lisatud salvestussüsteemis, konverteeritakse samuti järjestikusteks sammudeks. Esmalt korraldatakse loogilised aadressid ning juhtandmed 32×18 baidiks plokis 208. Loogilised aadressid on need, mis kuuluvad kokku kasutajafunktsionaalsustega ning võivad näidata aspekte, mis on seotud kasutajaprogrammi

käitamise kestusega. Ka füüsilised aadressid on korraldatud 16*9 baidiks plokis 210. Füüsilised aadressid on seotud füüsiliste distantsidega kandjal. Korduva ümbernummerdamise ja vaheldamise kestel viiakse lahku füüsiliste ja loogiliste aadresside vaheline seos. Osised, mis üksteisele järgnevad programmis, võivad olla teineteisest paigutatud märkimisväärsele kaugusele ning vastupidi. Ka ei ole kujutamine ühtlaselt progresseeruv. Plokis 212 on kombineeritud aadressid *Access Block* 24 veerust ja 30 reaga. Plokis 214 on lisatud 32 rida paarsust. Plokis 216 on need korraldatud 3 veerust ja 496 reast koosnevasse BIS klastrisse. Need täidavad kolm BIS veergu plokis 218. Samuti lisatakse sünkronisatsioonibittide grupid, nii et formeerub 155 veerust ja 496 reast koosnev füüsiline klaster. Koos moodustavad nad 16 füüsilist sektorit, mis on grupeeritud 496ks salvestuskaadriks, nagu näidatud.

PATENDINÕUDLUS

1. Meetod paljusõnalise informatsiooni kodeerimiseks, mis põhineb paljubitiliste sümbolite suhteliselt lähestikusel paigutamisel meediale, seejuures luues soodsad tingimused sõnahaaval vaheldamisele ja sõnahaaval veakaitse koodile, tekitades
- 5 vealokatiivseid võtmeid läbi paljusõnaliste gruppide, mis **erineb selle poolest**, et sellised võtmed tekitatakse nii kõrge kaitsevõimega võtmesõnades (BIS), mis on vaheldatud võtmeveergude hulgas, kui ka sünkroniseeritud veergudes, mis moodustatakse sünkronisatsioonibittide gruppidest, paigutades neid sünkronisatsiooniveerge sinna, kus võtmeveerud on suhteliselt hajali paigutatud, kus need võtmed suunatakse madala
- 10 kaitstusega sihtsõnadele (LDS), mis vaheldatakse oluliselt ühesugusel viisil sihtveergude hulgas, millega formeeritakse ühesuguse suurusega veergude gruppe perioodiliselt korraldatud võtmeveergude ja sünkronisatsiooniveergude vahel.
2. Meetod vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et informatsioon korraldatakse ühesuurustesse füüsilistesse klastritesse, millest igaüks sisaldab üksikut
- 15 sünkronisatsiooniveergu ning paaritud arvu võtmeveerge.
3. Meetod vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et kasutajaandmed määratakse eksklusiivselt sihtveergudesse ning süsteemiandmed määratakse vähemalt suuremas osas võtmeveergudesse.
4. Meetod vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et paljusümboliliste
- 20 andmete sihtsümbolite andmekaadri madalaim tase sisaldab paljusümbolilisi, kuid bitt-organiseeritud veadetekteerimisbittide gruppi EDC.
5. Meetod vastavalt nõudluspunktile 4, mis **erineb selle poolest**, et järgmine kõrgem tase ECC sektoris sisaldab hulka andmekaadreid levitamiseks hulga sihtsõnade seas *Reed-Solomon*’i liiasuse lisamise kaudu.
- 25 6. Meetod vastavalt nõudluspunktile 5, mis **erineb selle poolest**, et enne vaheldamist eraldatakse järjestikusest erinevad koodsõnade plokid, kiirendades sellega vahendeid hilisemaks dekodeerimiseks.
7. Meetod vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et rakendatakse vaheldamist reahaaval sihtsümbolite kasvavas ringliiklemises nende klastrite piires.
- 30 8. Meetod vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et seda rakendatakse talletamiseks optilisele meediale.
9. Meetod vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et kõik võtmesõnad ning sihtsõnad kannavad ühesuguse ulatusega liiasust, kuid sihtsõnad sisaldavad enam andmesümboleid kui võtmesõnad.

10. Meetod vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb selle poolest**, et laiahaardelise füüsilise talletusklastri võtmesõnadega nummerdatakse kordseid (24/3) võtmeveergude numbreid füüsilises klastris; nummerdatud võtmesõnade sümbolid levitatakse gruppidesse nii paljude sümbolitega kui seal on võtmeveerge füüsilises klastris üle samas ravis asuvate erinevate füüsiliste klastrite füüsiliste sektorite salvestuskaadrite, jaotatud, kuid teisalt ühetaolises vaheldustabelis erinevate salvestuskaadrite ulatuses.

11. Meetod vastavalt nõudluspunktile 10, mis **erineb selle poolest**, et paarisnumbritega võtmesümbolite read määratakse esimesse füüsiliste sektorite poolte lähimasse gruppi ning paaritute numbritega võtmesümbolite read määratakse teiste füüsiliste sektorite poole lähimasse gruppi.

12. Meetod vastavalt nõudluspunktile 10, mis **erineb selle poolest**, et võtmeveergude sümbolite read allutatakse jaotatud ning süstemaatilisele pöördliikumisele erinevate võtmeveergude ulatuses.

13. Meetod vastavalt nõudluspunktile 10, mis **erineb selle poolest**, et võtmesõnadele kehtestatakse nii loogilised kui ka füüsilised aadressandmed, mis kuuluvad antud füüsilise klastri juurde.

14. Meetod paljusõnalise informatsiooni dekodeerimiseks, mis põhineb paljubitiliste sümbolite suhteliselt lähestikusel paigutamisel meediale, seejuures omades sõnahaaval vaheldamise ja sõnahaaval weakaitse koodi toetust, tekitades vealokatiivseid võtmeid läbi paljusõnaliste gruppide, mis on eelnevalt mõõdetud enne aktuaalset dekodeerimist, mis **erineb selle poolest**, et sellised võtmed eraldatakse kõrge kaitsevõimega võtmesõnadest, mis vaheldatakse võtmeveergude hulgas ning ka sünkroniseeritud veergudes, mis moodustatakse sünkronisatsioonibittide gruppidest ning paigutatakse nendesse sünkronisatsiooniveergudesse, kus need võtmeveerud on suhteliselt hajali paigutatud, kus need võtmed suunatakse madala kaitsega sihtsõnadele, mida vaheldatakse oluliselt ühesugusel viisil sihtveergude hulgas, millega formeeritakse ühesuguse suurusega veergude grupe perioodiliselt korraldatud võtmeveergude ja sünkronisatsiooniveergude vahel.

15. Meetod vastavalt nõudluspunktile 14, mis **erineb selle poolest**, et juurde pääsetakse sellele informatsioonile vastavalt ühesuurustele füüsilistele klastritele, mis igaüks sisaldab üksikut sünkronisatsiooniveergu ning paaritut arvu võtmeveerge.

16. Meetod vastavalt nõudluspunktile 14, mis **erineb selle poolest**, et kasutajaandmed eraldatakse eksklusiivselt selle sihtveergudest ning süsteemiandmed eraldatakse vähemalt olulises osas eksklusiivselt nendest võtmeveergudest.

17. Meetod vastavalt nõudluspunktile 14, mis **erineb selle poolest**, et juurde pääsetakse paljusümboliliste andmete sihtsümbolite andmekaadri madalaimal tasemel paljusümboliliste, kuid bitt-organiseeritud veadetekteerimisbittide grupile ettevalmistava dekodeerimissammuna.
- 5 18. Meetod vastavalt nõudluspunktile 17, mis **erineb selle poolest**, et järgmine kõrgem tase konfigureeritakse juurde pääsena hulga vastavatele andmekaadritele andmete sektori piires, mida levitatakse hulga sihtsõnade seas lisatud *Reed-Solomon*’ i liiasuse väärtustamise kaudu.
- 10 19. Meetod vastavalt nõudluspunktile 14, mis **erineb selle poolest**, et korrektsiooni selle vaheldamise jaoks rakendatakse reahaaval sihtsümbolite kasvavas ringliiklemises nende klastrite piires.
20. Meetod vastavalt nõudluspunktile 14, mis **erineb selle poolest**, et seda rakendatakse talletamiseks optilisele meediale.
- 15 21. Meetod vastavalt nõudluspunktile 14, mis **erineb selle poolest**, et kõik võtmesõnad ning sihtsõnad dekodeeritakse ühesuguse ulatusega liiasusel, samas võimaldatakse sihtsõnades sisalduma enam andmesümboleid kui võtmesõnades.
- 20 22. Meetod vastavalt nõudluspunktile 14, mis **erineb selle poolest**, et laiahaardelise füüsilise talletusklastriga võtmesõnadega nummerdatakse kordseid (24/3) võtmeveergude numbreid füüsilises klastris; nummerdatud võtmesõnade sümbolid eraldatakse gruppidest, mis koosnevad nii paljudest sümbolitest, kui seal on võtmeveerge füüsilises klastris üle samas rivis asuvate erinevate füüsiliste klastrite füüsiliste sektorite salvestuskaadrite, jaotatud, kuid teisalt ühetaolises tagasivaheldustabelis erinevate salvestuskaadrite ulatuses.
- 25 23. Meetod vastavalt nõudluspunktile 22, mis **erineb selle poolest**, et paarisnumbritega võtmesümbolite read eraldatakse esimestest füüsiliste sektorite poolte naabergrupist ning paaritute numbritega võtmesümbolite read eraldatakse teistest füüsiliste sektorite poole naabergrupist.
- 30 24. Meetod vastavalt nõudluspunktile 22, mis **erineb selle poolest**, et võtmeveergude sümbolite read eraldatakse jaotatud ning süstemaatilisele pöördliikumisele allutatud sümbolitest erinevate võtmeveergude ulatuses.
25. Meetod vastavalt nõudluspunktile 22, mis **erineb selle poolest**, et võtmesõnadest eraldatakse nii loogilised kui ka füüsilised aadressandmed, mis kuuluvad antud füüsilise klastriga juurde.
26. Seade paljusõnalise informatsiooni kodeerimiseks, mis põhineb paljubitiliste sümbolite suhteliselt lähestikusel paigutamisel meediale, seejuures nähes ette sõnahaaval

- vaheldamise vahendid ja sõnahaaval veakaitse kodeerimisvahendid, tekitades vealokatiivseid võtmeid läbi paljusõnaliste gruppide, mis **erineb selle poolest**, et selliste kodeerimisvahenditega on suunatud võtmed nii kõrge kaitsevõimega võtmesõnadele, mis on vaheldatud võtmeveergude hulgas, kui ka sünkroniseeritud veergudele, mis on
- 5 moodustatud sünkronisatsioonibittide gruppidest lokatsioonivahendite vahendusel, nende sünkronisatsiooniveergude paigutamiseks kohtadesse, kus need võtmeveerud on suhteliselt hajali paigutatud, kus need võtmed on suunatud madala kaitstusega sihtsõnadele (LDS), mis on vaheldatud oluliselt ühesugusel viisil sihtveergude hulgas, ning millega on formeeritud ühesuguse suurusega veergude gruppe perioodiliselt korraldatud
- 10 võtmeveergude ja sünkronisatsiooniveergude vahel.
27. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab korraldusvahendeid selle informatsiooni korraldamiseks ühesuurustesse füüsilistesse klastritesse, mis igaüks sisaldab üksikut sünkronisatsiooniveergu ning paaritut arvu võtmeveerge.
- 15 28. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et on korraldatud kasutajaandmete määramiseks eksklusiivselt sihtveergudesse ning süsteemiandmete määramiseks vähemalt suuremas osas võtmeveergudesse.
29. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab generaatorvahendeid madalaimal tasemel paljusümboliliste andmete sihtsümbolite
- 20 andmekaadrite ning samuti paljusümboliliste, kuid bitt-organiseeritud veadetekterimisbittide gruppide genereerimiseks.
30. Seade vastavalt nõudluspunktile 29, mis **erineb selle poolest**, et on korraldatud järgmisel kõrgemal tasemel formeerima andmesektorit, mis sisaldab hulka andmekaadreid levitamiseks hulga sihtsõnade seas *Reed-Solomon*’i liiasuse lisamise kaudu.
- 25 31. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab rakendusvahendeid vaheldamise rakendamiseks reahaaval sihtsümbolite kasvavas ringliiklemises nende klastrite piires.
32. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab liidestusvahendeid optilise talletusmeedia liidestamiseks.
- 30 33. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et kodeerimisvahendid on korraldatud määrama kõigile võtmesõnadele ning sihtsõnadele kandmiseks ühesuguse ulatusega liiasust, kuid sihtsõnadele siiski suurema ulatusega andmesümboleid kui võtmesõnadele.

34. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et laiahaardelise füüsilise talletusklastri võtmesõnad on korraldatud nummerdama kordseid (24/3) võtmeveergude numbreid füüsilises klastris; nimetatud seade, sisaldades levitusvahendeid nummerdatud võtmesõnade sümbolite levitamiseks gruppidesse nii paljude sümbolitega, kui seal on
- 5 võtmeveerge füüsilises klastris üle samas rivis asuvate erinevate füüsiliste klastrite füüsiliste sektorite salvestuskaadrite, jaotatud, kuid teisalt ühetaolises vaheldustabelis erinevate salvestuskaadrite ulatuses.
35. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab määramisvahendeid paarisnumbritega võtmesümbolite ridade määramiseks esimesse
- 10 füüsiliste sektorite poolte lähimasse gruppi ning paaritute numbritega võtmesümbolite ridade määramiseks teise füüsiliste sektorite poole lähimasse gruppi.
36. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab vahendeid võtmeveergude sümbolite ridade allutamiseks jaotatud ning süstemaatilisele pöördliikumisele erinevate võtmeveergude ulatuses.
- 15 37. Seade vastavalt nõudluspunktile 26, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab aadresside määramise vahendeid võtmesõnadele nii loogiliste kui ka füüsiliste aadressandmete, mis kuuluvad antud füüsilise klastri juurde, omistamiseks.
38. Seade paljusõnalise informatsiooni dekodeerimiseks, mis põhineb paljubitiliste sümbolite suhteliselt lähestikusel paigutamisel meediale, rakendades sõnahaaval
- 20 pöördvaheldamist ja kasutades sõnahaaval veakaitse koodi, tekitades vealokatiivseid võtmeid läbi paljusõnaliste gruppide,
- mis **erineb selle poolest**, et see seade on korraldatud eraldama selliseid kõrge kaitsevõimega võtmesõnu nii vaheldatud võtmeveergude hulgast kui ka sünkroniseeritud veergudest, mis on moodustunud sünkronisatsioonibittide gruppidest juurdepääsuvahendite
- 25 vahendusel, mis pääsevad juurde sünkronisatsiooniveergudele, kus need võtmeveerud on suhteliselt hajali paigutatud, kus need võtmed on suunatud madala kaitstusega sihtsõnadele (LDS), mis on vaheldatud oluliselt ühesugusel viisil sihtveergude hulgas ning millega on formeeritud ühesuguse suurusega veergude grupid perioodiliselt korraldatud võtmeveergude ja sünkronisatsiooniveergude vahel.
- 30 39. Seade vastavalt nõudluspunktile 38, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab juurdepääsuvahendeid sellele informatsioonile juurdepääsuks, mis on paigutatud vastavalt ühesuurustesse füüsilistesse klastritesse, mis igaüks sisaldavad üksikut sünkronisatsiooniveergu ning paaritut arvu võtmeveerge.

40. Seade vastavalt nõudluspunktile 38, mis **erineb selle poolest**, et on korraldatud kasutajaandmete eraldamiseks eksklusiivselt sihtveergudest ning süsteemiandmete eraldamiseks vähemalt suuremas osas võtmeveergudest.
41. Seade vastavalt nõudluspunktile 38, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab 5 juurdepääsuvahendeid juurdepääsuks madalaimal tasemel andmekaadrites paiknevaile paljusümbolilistele, kuid bitt-organiseeritud vea detekteerimise bittide gruppidele, neist vea detekteerimissignaali eraldamiseks.
42. Seade vastavalt nõudluspunktile 41, mis **erineb selle poolest**, et juurdepääsuvahendid on korraldatud järgmisel kõrgemal tasemel juurdepääsuks andmesektorile, mis sisaldab 10 hulka andmekaadreid levitamiseks hulga sihtsõnade seas lisatud *Reed-Solomon*'i liiasuse väärtustamise kaudu.
43. Seade vastavalt nõudluspunktile 38, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab korrektsioonivahendeid vaheldamise rakendamiseks reahaaval sihtsümbolite kasvavas ümberpöörduvalt toimivas ringliiklemises nende klastrite piires.
- 15 44. Seade vastavalt nõudluspunktile 38, mis **erineb selle poolest**, et sisaldab liidestusvahendeid optilise talletusmeedia liidestamiseks.
45. Seade vastavalt nõudluspunktile 38, mis **erineb selle poolest**, et dekodeerimisvahendid on korraldatud dekodeerima kõiki võtmesõnu ning sihtsõnu ühesuguse ulatusega liiasuse kaudu, kuid eraldades sihtsõnadest siiski suuremas ulatuses andmesümboleid kui 20 võtmesõnadest.
46. Seade vastavalt nõudluspunktile 38, mis **erineb selle poolest**, et laiahaardelise füüsilise talletusklastri võtmesõnad nummerdavad kordseid (24/3) võtmeveergude numbreid füüsilises klastris; nimetatud seade sisaldades levitusvahendeid nummerdatud võtmesõnade sümbolite levitamiseks gruppidesse nii paljude sümbolitega kui seal on võtmeveerge 25 füüsilises klastris üle samas rivis asuvate erinevate füüsiliste klastrite füüsiliste sektorite salvestuskaadrite, jaotatud, kuid teisalt ühetaolises vaheldustabelis erinevate salvestuskaadrite ulatuses.
47. Seade vastavalt nõudluspunktile 46, mis **erineb selle poolest**, et on korraldatud eraldama paarisnumbritega sümbolite ridu esimesest lähimast füüsiliste sektorite poolte 30 grupist ning paaritute numbritega sümbolite ridu teisest lähimast füüsiliste sektorite poolte grupist.
48. Seade vastavalt nõudluspunktile 46, mis **erineb selle poolest**, et on korraldatud eraldama võtmeveergude sümbolite ridu, neid jaotades ning süstemaatiliselt vastupidi pöördliigutades erinevate võtmeveergude ulatuses.

49. Seade vastavalt nõudluspunktile 38, mis **erineb selle poolest**, et on korraldatud eraldama nii loogilisi kui ka füüsilisi aadressandmeid võtmeveergudest, mis kuuluvad antud füüsilise klatri juurde.

50. Ühikuline salvestuskandja paljusõnalise informatsiooni talletamiseks, mis põhineb
5 paljubitiliste sümbolite suhteliselt lähestikusel paigutamisel sellele kandjale koos sõnahaaval vaheldamise ja sõnahaaval veakaitse koodi toetamisega, millega tekitatakse vealokatiivsed võtmeid läbi paljusõnaliste gruppide,

mis **erineb selle poolest**, et on korraldatud tekitama võtmeid nii kõrge kaitsevõimega võtmesõnadena, mis on vaheldatud võtmeveergude hulgas ning ka
10 sünkroniseeritud veergudes, mis moodustuvad sünkronisatsioonibittide gruppidest ning on paigutatud nendesse sünkronisatsiooniveergudesse, kus need võtmeveerud on suhteliselt hajali paigutatud, kus need võtmed on suunatud madala kaitstusega sihtsõnadele, mis on vaheldatud oluliselt ühesugusel viisil sihtveergude hulgas, millega on formeeritud ühesuguse suurusega veergude grupid perioodiliselt korraldatud võtmeveergude ja
15 sünkronisatsiooniveergude vahel.

51. Kandja vastavalt nõudluspunktile 50, mis **erineb selle poolest**, et informatsioon on korraldatud ühesuurustesse füüsilistesse klattritesse, mis igaüks sisaldavad üksikut sünkronisatsiooniveergu ning paaritut arvu võtmeveerge.

52. Kandja vastavalt nõudluspunktile 50, mis **erineb selle poolest**, et kasutajaandmed
20 sisalduvad eksklusiivselt sihtveergudes ning süsteemiandmed vähemalt suuremas osas sisalduvad võtmeveergudes.

53. Kandja vastavalt nõudluspunktile 50, mis **erineb selle poolest**, et paljusümboliliste andmete sihtsümbolite andmekaadri madalaim tase sisaldab paljusümbolilisi, kuid bitt-organiseeritud veadetekterimisbittide gruppi.

25 54. Kandja vastavalt nõudluspunktile 53, mis **erineb selle poolest**, et järgmine kõrgem tase andmesektoris sisaldab hulka andmekaadreid levitamiseks hulga sihtsõnade seas *Reed-Solomon*'i liiasuse lisamise kaudu.

55. Kandja vastavalt nõudluspunktile 54, mis **erineb selle poolest**, et on rakendatud reahaaval vaheldamist sihtsümbolite kasvavas ringliiklemises nende klattrite piires.

30 56. Kandja vastavalt nõudluspunktile 50, mis **erineb selle poolest**, et baseerub optilisel talletusmeedial.

57. Kandja vastavalt nõudluspunktile 50, mis **erineb selle poolest**, et kõik võtmesõnad ning sihtsõnad on korraldatud kandma ühesuguse ulatusega liiasust, kuid sihtsõnad sisaldavad enam andmesümboleid kui võtmesõnad.

58. Kandja vastavalt nõudluspunktile 50, mis **erineb selle poolest**, et laiahaardelise füüsilise talletusklastri võtmesõnad on korraldatud nummerdama kordseid (24/3) võtmeveergude numbreid füüsilises klastris; nummerdatud võtmesõnade sümbolid on levitatud gruppidesse nii paljude sümbolitega kui seal on võtmeveerge füüsilises klastris
- 5 üle samas ravis asuvate erinevate füüsiliste klastrite füüsiliste sektorite salvestuskaadrite, jaotatud, kuid teisalt ühetaolises vaheldustabelis erinevate salvestuskaadrite ulatuses.
59. Kandja vastavalt nõudluspunktile 58, mis **erineb selle poolest**, et paarisnumbritega võtmesümbolite read on määratud esimesse füüsiliste sektorite poolte lähimasse gruppi ning paaritute numbritega võtmesümbolite read on määratud teiste füüsiliste sektorite
- 10 poole lähimasse gruppi.
60. Kandja vastavalt nõudluspunktile 58, mis **erineb selle poolest**, et võtmeveergude sümbolite read on paigutatud allutatuna jaotatud ning süstemaatilisele pöördliikumisele erinevate võtmeveergude ulatuses.
61. Kandja vastavalt nõudluspunktile 58, mis **erineb selle poolest**, et võtmeveerud
- 15 sisaldavad nii loogilisi kui ka füüsilisi aadressandmed, mis kuuluvad antud füüsilise klastri juurde.

1/16

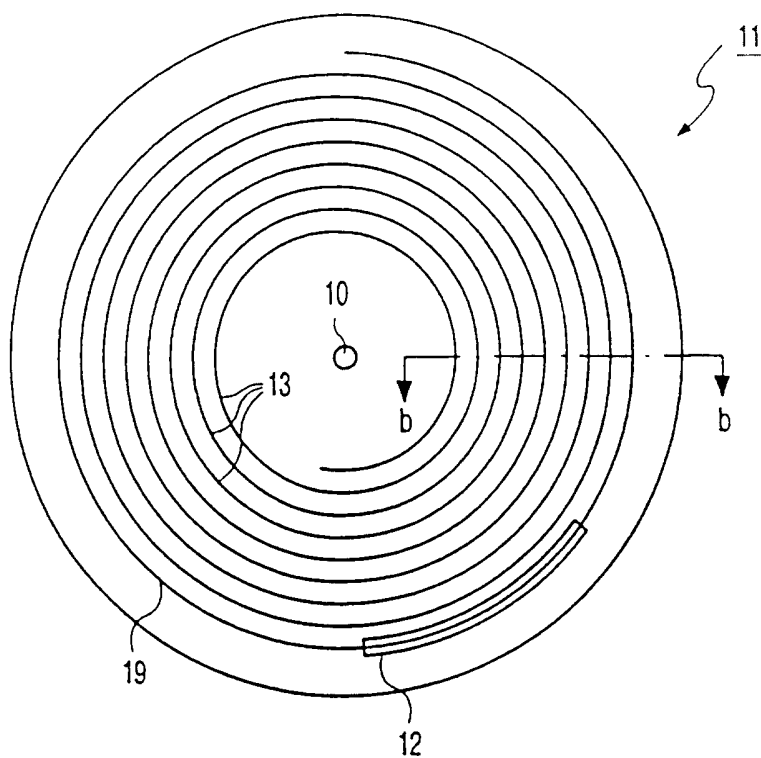


FIG. 1a

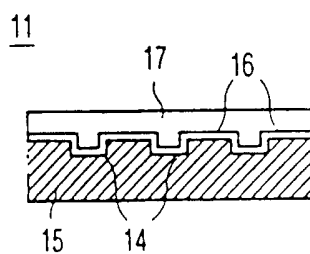


FIG. 1b

2/16

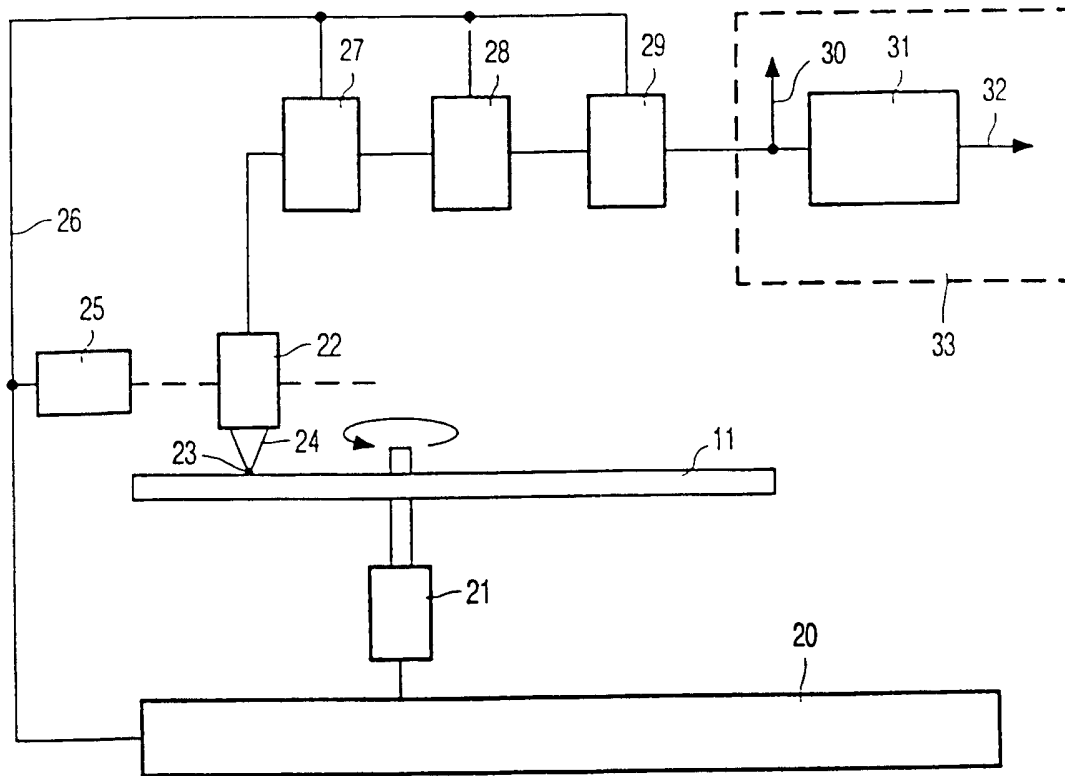


FIG. 2

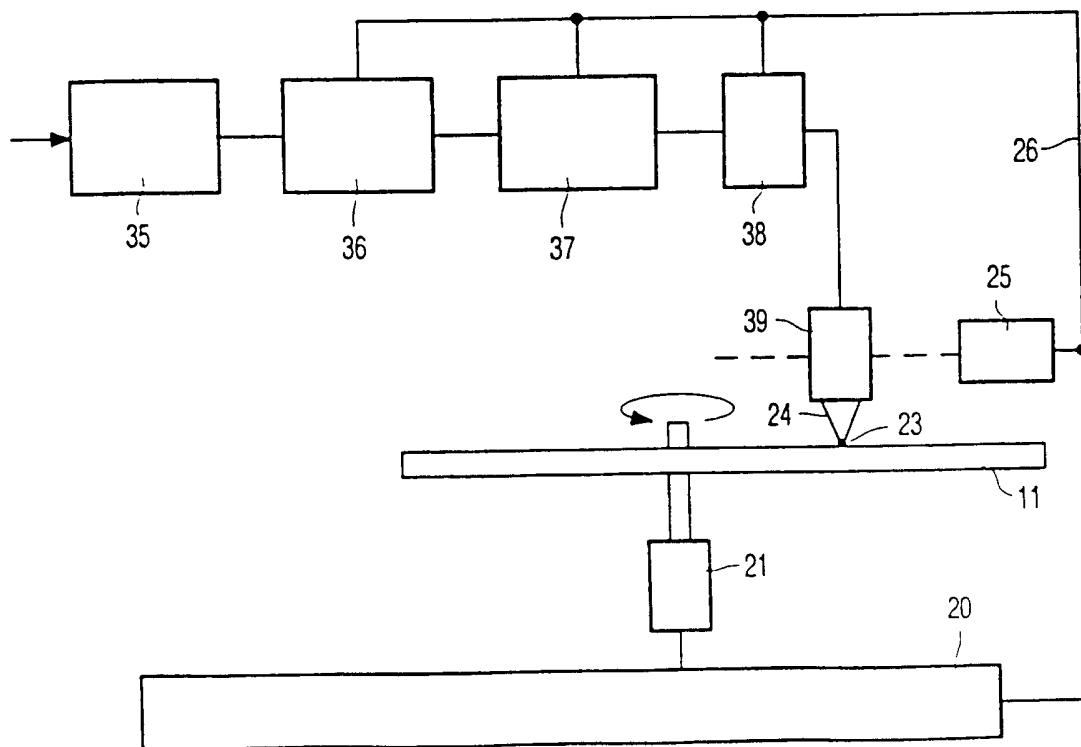


FIG. 3

3/16

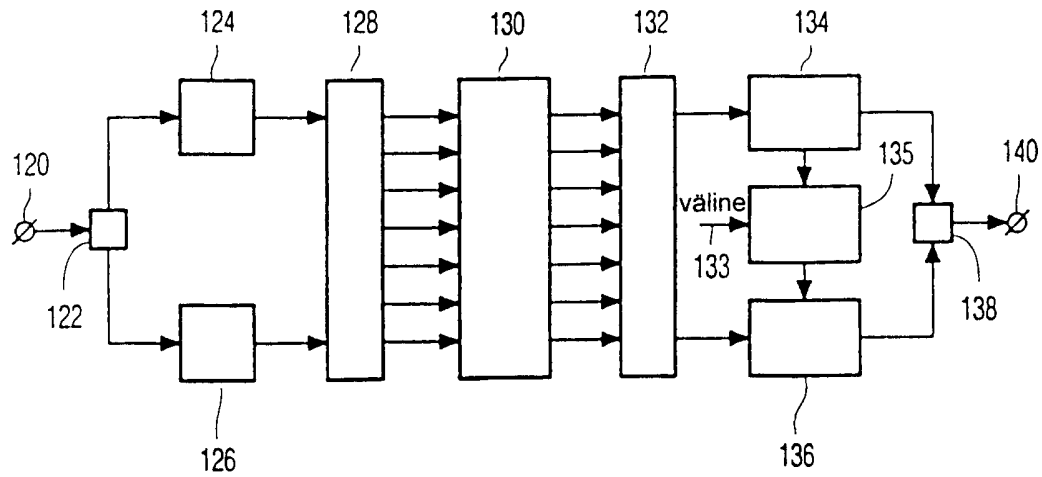


FIG. 4

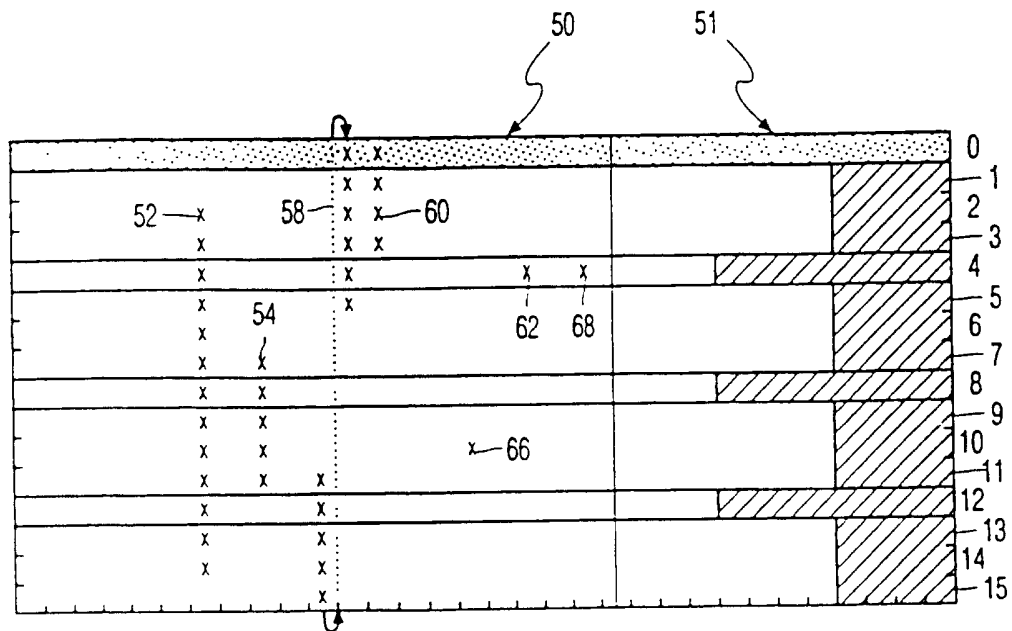


FIG. 5

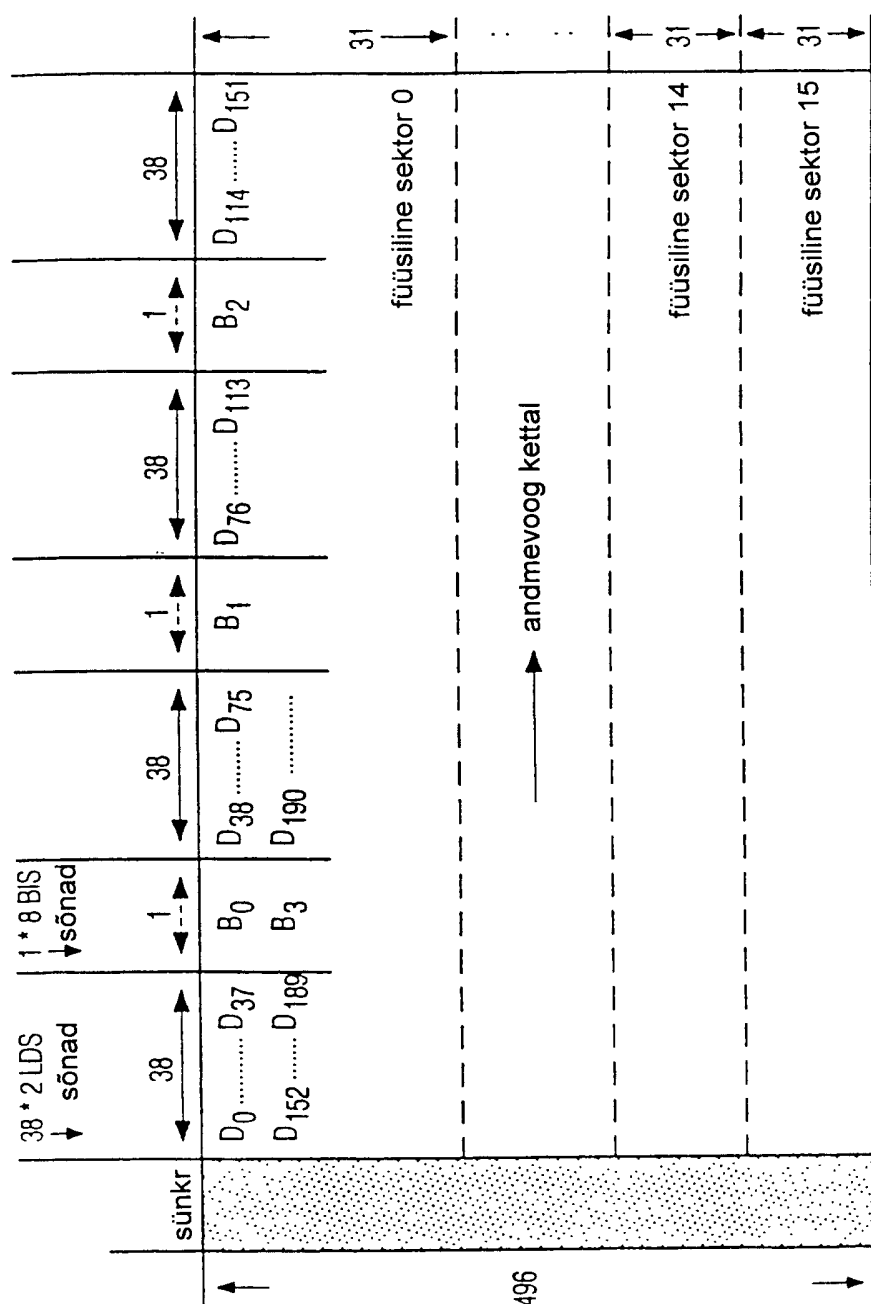


FIG. 6

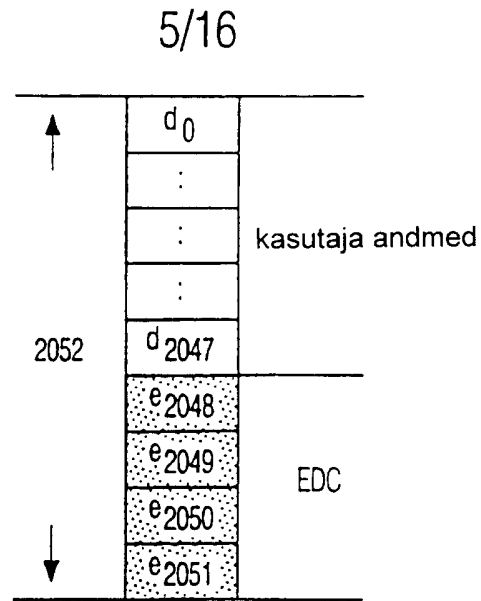


FIG. 7

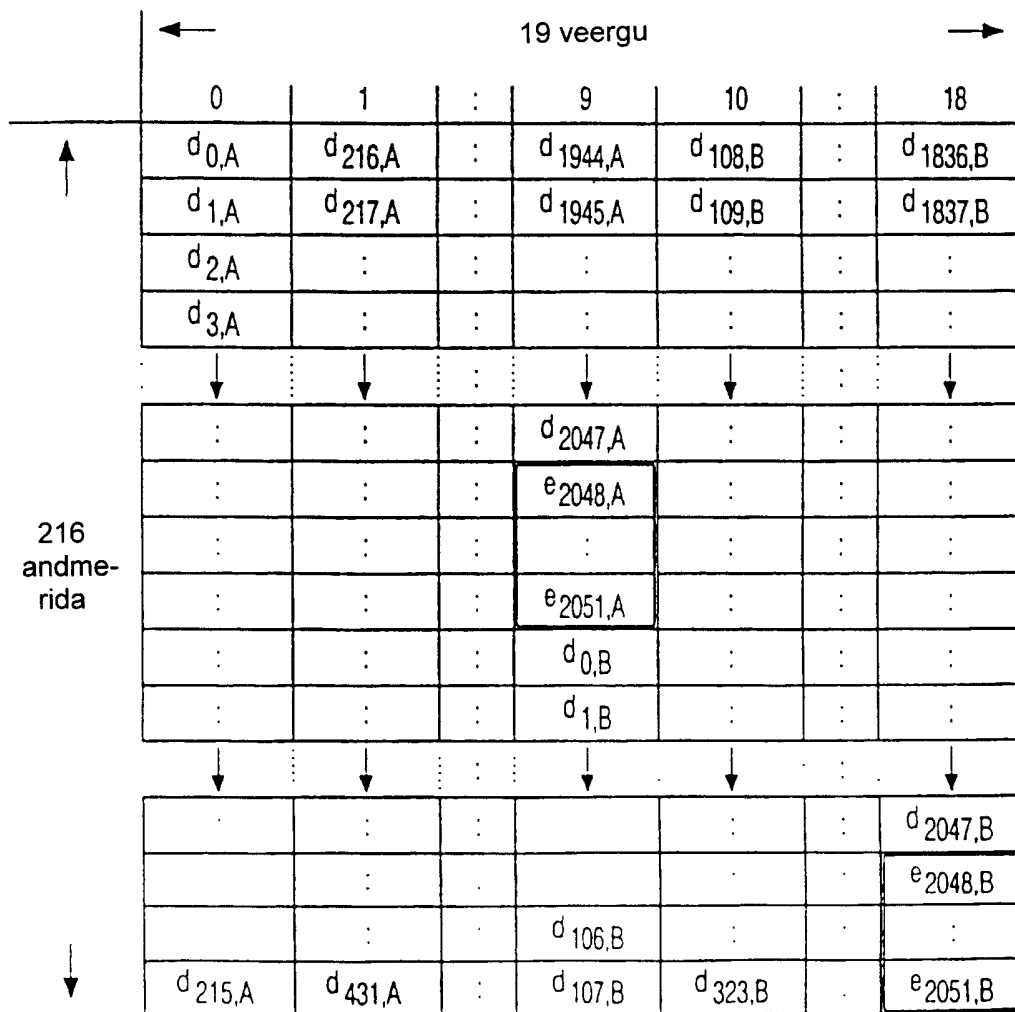


FIG. 8

6/16

		19 koodsõna						
		←						→
		0	1	:	L	:	17	18
216 andme- rida	↑	$d_{0,0}$	$d_{1,0}$	:	$d_{L,0}$	:	$d_{17,0}$	$d_{18,0}$
		$d_{0,1}$	$d_{1,1}$	:	$d_{L,1}$	:	$d_{17,1}$	$d_{18,1}$
		$d_{0,2}$	:	:	:	:	:	:
		$d_{0,3}$	:	:	:	:	:	:
		:	:	:	:	:	:	:
		:	:	:	:	:	:	:
		:	:	:	:	:	:	:
	↓	$d_{0,215}$	$d_{1,215}$	:	$d_{L,215}$	:	$d_{17,215}$	$d_{18,215}$
32 paarsus- rida	↑	$p_{0,216}$	$p_{1,216}$	:	$p_{L,216}$	:	$p_{17,216}$	$p_{18,216}$
	↓	$p_{0,247}$	$p_{1,247}$	:	$p_{L,247}$	:	$p_{17,247}$	$p_{18,247}$

FIG. 9

16 ECS sektorit =152 veergu																→
←	0	1	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	151
↑ 432 andme- rida	d _{0,0,0}	d _{2,0,0}	:	:	d _{16,0,N-1}	d _{18,0,N-1}	d _{1,0,N}	:	:	d _{17,0,N}	d _{0,0,N+1}	:	:	d _{17,0,15}		
	d _{1,0,0}	d _{3,0,0}	:	:	d _{17,0,N-1}	d _{0,0,N}	d _{2,0,N}	:	:	d _{18,0,N}	d _{1,0,N+1}	:	:	d _{18,0,15}		
	d _{0,1,0}	d _{2,1,0}	:	:	d _{16,1,N-1}	d _{18,1,N-1}	d _{1,1,N}	:	:	d _{17,1,N}	d _{0,1,N+1}	:	:	d _{17,1,15}		
	d _{1,1,0}	d _{3,1,0}	:	:	d _{17,1,N-1}	d _{0,1,N}	d _{2,1,N}	:	:	d _{18,1,N}	d _{1,1,N+1}	:	:	d _{18,1,15}		
		:	:	:	:	:	:	:	:	:		:	:	:		
↓		:	:	:	:	:	:	:	:	:		:	:	:		
	d _{0,215,0}	d _{2,215,0}	:	:	d _{16,215,N-1}	d _{18,215,N-1}	d _{1,215,N}	:	:	d _{17,215,N}	d _{0,215,N+1}	:	:	d _{17,215,15}		
	d _{1,215,0}	d _{3,215,0}	:	:	d _{17,215,N-1}	d _{0,215,N}	d _{2,215,N}	:	:	d _{18,215,N}	d _{1,215,N+1}	:	:	d _{18,215,15}		
	P _{0,216,0}	P _{2,216,0}	:	:	P _{16,216,N-1}	P _{18,216,N-1}	P _{1,216,N}	:	:	P _{17,216,N}	P _{0,216,N+1}	:	:	P _{17,216,15}		
	P _{1,216,0}	P _{3,216,0}	:	:	P _{17,216,N-1}	P _{0,216,N}	P _{2,216,N}	:	:	P _{18,216,N}	P _{1,216,N+1}	:	:	P _{18,216,15}		
↑ 64 paarsus- rida	P _{0,217,0}	P _{2,217,0}	:	:	P _{16,217,N-1}	P _{18,217,N-1}	P _{1,217,N}	:	:	P _{17,217,N}	P _{0,217,N+1}	:	:	P _{17,217,15}		
	P _{1,217,0}	P _{3,217,0}	:	:	P _{17,217,N-1}	P _{0,217,N}	P _{2,217,N}	:	:	P _{18,217,N}	P _{1,217,N+1}	:	:	P _{18,217,15}		
		:	:	:	:	:	:	:	:	:		:	:	:		
		:	:	:	:	:	:	:	:	:		:	:	:		
	P _{0,247,0}	P _{2,247,0}	:	:	P _{16,247,N-1}	P _{18,247,N-1}	P _{1,247,N}	:	:	P _{17,247,N}	P _{0,247,N+1}	:	:	P _{17,247,15}		
↓	P _{1,247,0}	P _{3,247,0}	:	:	P _{17,247,N-1}	P _{0,247,N}	P _{2,247,N}	:	:	P _{18,247,N}	P _{1,247,N+1}	:	:	P _{18,247,15}		

FIG. 10

8/16

← 16 ECC sektorit, igaüks koos 2 andmekaadriga (152 veergu) →				
	38 veergu	38 veergu	38 veergu	38 veergu
↑ 432 andme-rida ↓	C ₀ C ₃₇	C ₃₈ C ₇₅	C ₇₆ C ₁₁₃	C ₁₁₄ C ₁₅₁
	C ₁₅₂ C ₁₈₉	.....	.....	..... C ₃₀₃
	C ₃₀₄ .....	.....	.....	..... C ₄₅₅
↑ 64 paarsus-rida ↓	C ₆₅₅₁₂ .....	.....	.....	..... C ₆₅₆₆₃
	C ₆₅₆₆₄ .....	.....	.....	..... C ₆₅₈₁₅
	C ₇₅₂₄₀ .....	.....	.....	..... C ₇₅₃₉₁

FIG. 11

9/16

FIG. 12

152 baiti																		
← nihe	c ₀	c ₁															c ₁₅₀	c ₁₅₁
0	c ₁₅₂	c ₁₅₃															c ₃₀₂	c ₃₀₃
← nihe	c ₃₀₇	c ₃₀₈															c ₃₀₄	c ₃₀₆
3	c ₄₅₉	c ₄₆₀															c ₄₅₆	c ₄₅₈
← nihe	c ₆₁₄	c ₆₁₅															c ₆₀₇	c ₆₀₉
6	c ₇₆₆	c ₇₆₇															c ₇₆₂	c ₇₆₄
		...																
		...																
← nihe	c ₁₅₃₅₀	c ₁₅₃₅₁	c ₁₅₂₀₀															c ₁₅₃₄₉
150	c ₁₅₅₀₂	c ₁₅₅₀₃	c ₁₅₃₅₂															c ₁₅₅₀₁
← nihe	c ₁₅₅₀₅	c ₁₅₅₀₆															c ₁₅₆₅₄	c ₁₅₅₀₄
1	c ₁₅₆₅₇	c ₁₅₆₅₈															c ₁₅₈₀₆	c ₁₅₆₅₆
← nihe																		
k*3 mod 152																		
← nihe	c ₇₄₉₁₄	c ₇₄₉₁₅																c ₇₄₉₁₃
130	c ₇₅₀₆₆	c ₇₅₀₆₇																c ₇₅₀₆₆
← nihe	c ₇₅₂₂₁	c ₇₅₂₂₂																c ₇₅₂₂₀
133	c ₇₅₃₇₃	c ₇₅₃₇₄																c ₇₅₃₇₂

10/16

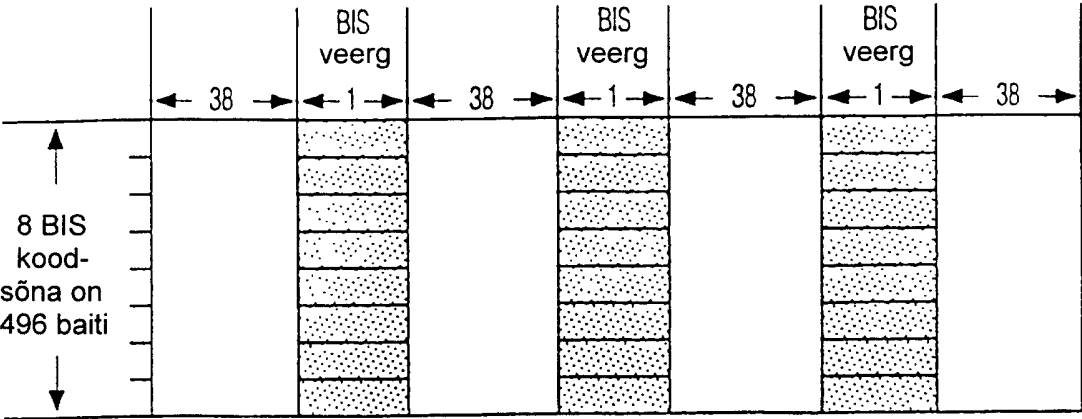


FIG. 13

	koodsõna	koodsõna	:	koodsõna	:	koodsõna	koodsõna
	0	1	:	c	:	22	23
↑	$b_{0,0}$	$b_{1,0}$	:	$b_{c,0}$	:	:	$b_{23,0}$
↑	$b_{0,1}$	$b_{1,1}$	:	$b_{c,1}$	:	:	$b_{23,1}$
	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	$b_{c,n}$	:	:	:
	:	:	:	:	:	:	:
30 informatsioon	$b_{0,29}$	$b_{1,29}$	:	$b_{c,29}$	:	:	$b_{23,29}$
↓	$p_{b0,30}$	$p_{b1,30}$	:	$p_{bc,30}$	:	:	$p_{b23,30}$
↑	:	:	:	:	:	:	:
32 paarsus	:	:	:	:	:	:	:
↓	$p_{b0,61}$	$p_{b1,61}$	:	$p_{bc,61}$	:	:	$p_{b23,61}$

FIG. 14

11/16

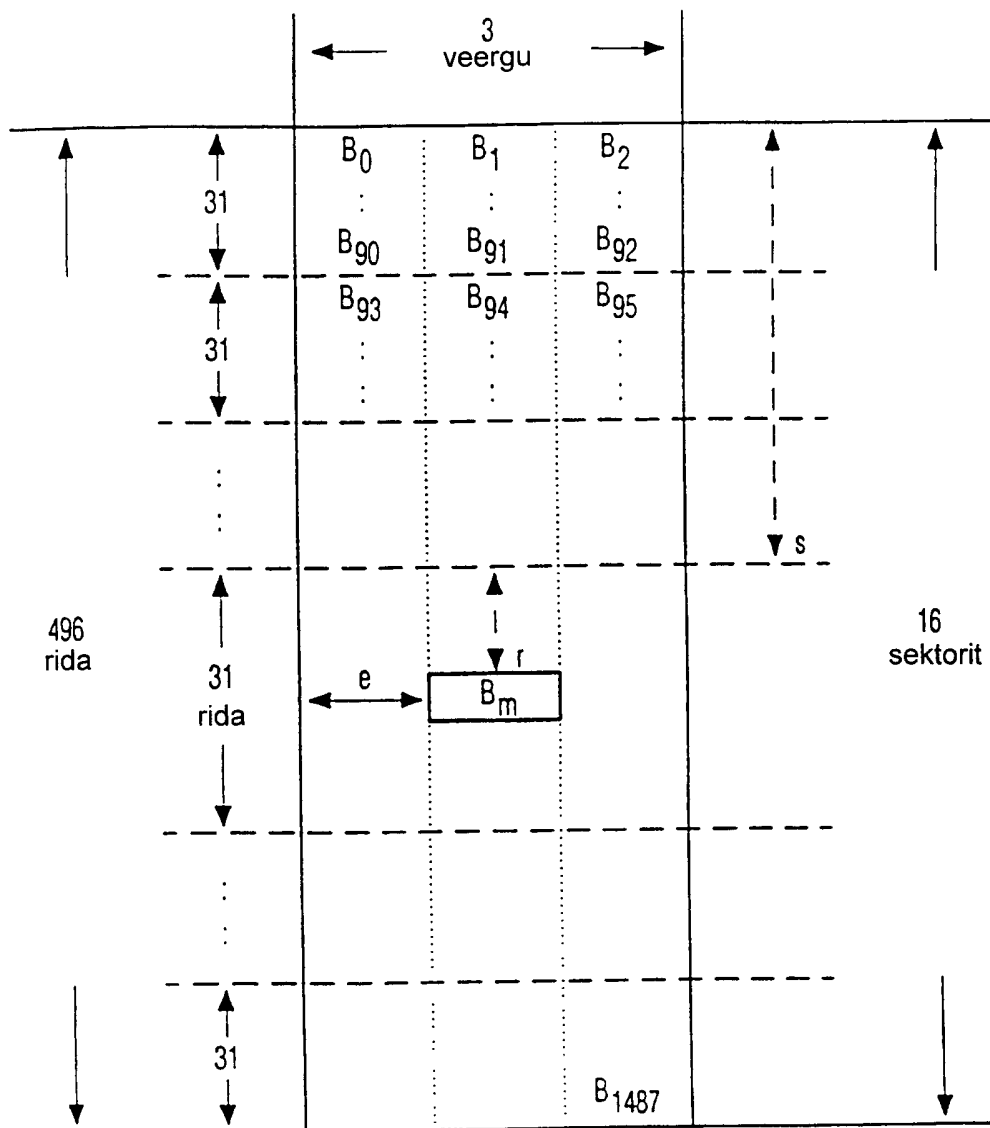


FIG. 14A

12/16

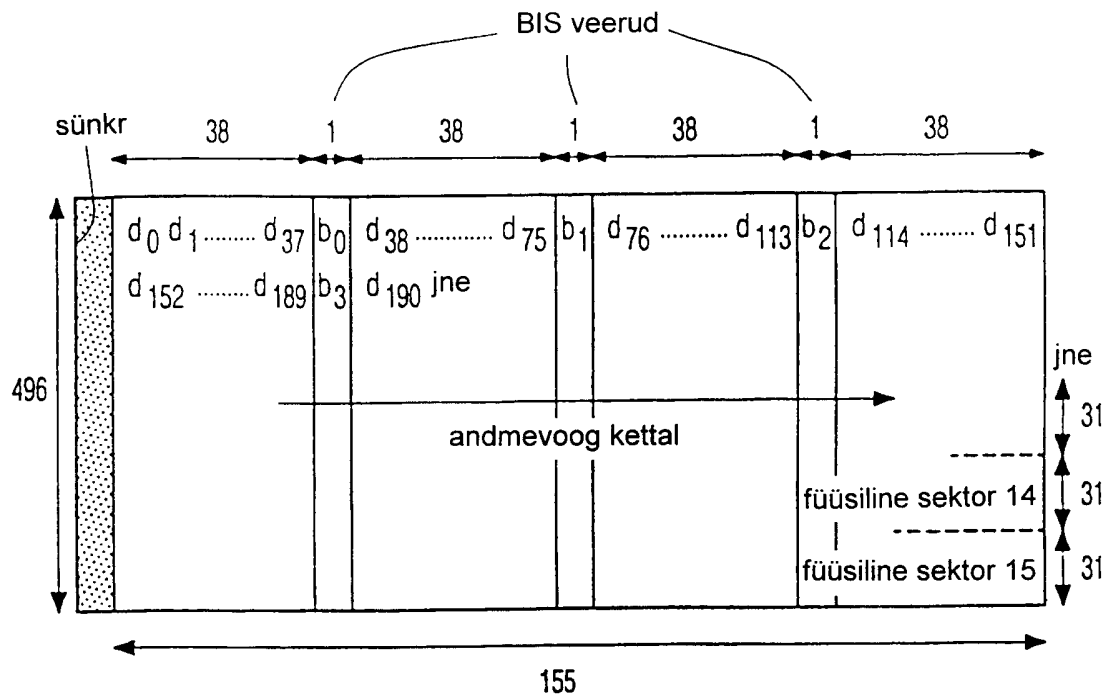


FIG. 15

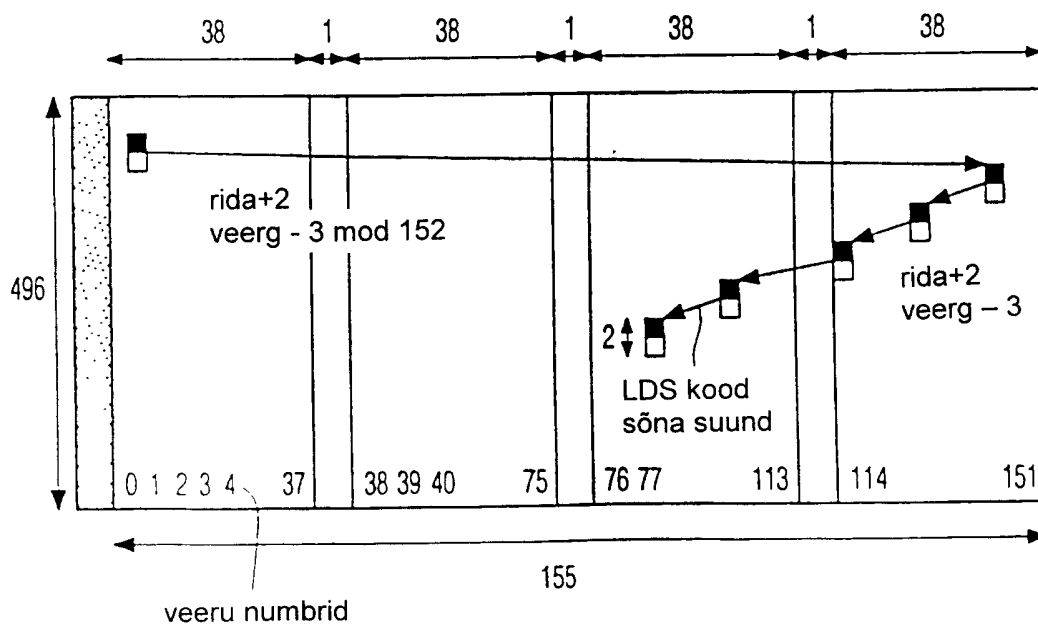


FIG. 16

13/16

sektor s	rida r	BIS plokki baidi nr N, C			nihuta paremale (mod(r, 3))	ülemises suunas täitmine
		0	veerg e 1	2		
0	0	0,0	0,1	0,2	0	ploki rea N=0 algus
	1	2,5	2,3	2,4	1	↑ ploki rea N=2 jätk
	2	4,7	4,8	4,6	2	
	3	6,9	6,10	6,11	0	
	:					
	7	14,23	14,21	14,22	1	
	8	16,1	16,2	16,0	2	ploki rea N=16 algus
	:					
	30	60,18	60,19	60,20	0	
	:					
1	0	0,21	0,22	0,23	0	ploki rea N=0 lõpp
	1	2,2	2,0	2,1	1	ploki rea N=2 algus
	2	4,4	4,5	4,3	2	
	3	6,6	6,7	6,8	0	
	:					
2	0	0,18	0,19	0,20	0	
	1	2,23	2,21	2,22	1	ploki rea N=2 lõpp
	2	4,1	4,2	4,0	2	ploki rea N=4 algus
	3	6,3	6,4	6,5	0	
	:					
3	0	0,15	0,16	0,17	0	
	1	2,20	2,18	2,19	1	
	2	4,22	4,23	4,21	2	
	3	6,0	6,1	6,2	0	ploki rea N=6 algus
	:					
4	0	0,12	0,13	0,14	0	
	1	2,17	2,15	2,16	1	
	2					
	:					

FIG. 17(1)

14/16

5	0	0,9	0,10	0,11	0	
	1	2,14	2,12	2,13	1	
	2					
	:					
6	0	0,6	0,7	0,8	0	
	1	2,11	2,9	2,10	1	
	2	4,13	4,14	4,12	2	
	:					
7	0	0,3	0,4	0,5	0	ploki rea N=0 jätk
	1	2,8	2,6	2,7	1	ploki rea N=2 jätk
	2	4,10	4,11	4,9	2	
	:					
	7	14,2	14,0	14,1	1	ploki rea N=14 algus
	:					
	30	60,21	60,22	60,23	0	ploki rea N=60 lõpp

FIG. 17(2)

15/16

sektor s	rida r	BIS plokki baidi nr N, C			nihuta paremale (mod(r, 3))	ülemises suunas täitmine
		0	veerg e 1	2		
8	0	1,0	1,1	1,2	0	ploki rea N=1 algus
	1	3,5	3,3	3,4	1	
	2	5,7	5,8	5,6	2	
	3	7,9	7,10	7,11	0	
	:					
	8	17,1	17,2	17,0	2	ploki rea N=17 algus
	:					
	30	61,18	61,19	61,20		
9	0	1,21	1,22	1,23		ploki rea N=1 lõpp
10	0	1,18	1,19	1,20		
11	0	1,15	1,16	1,17		
12	0	1,12	1,13	1,14		
13	0	1,9	1,10	1,11		
14	0	1,6	1,7	1,8		
15	0	1,3	1,4	1,5	0	↑ ploki rea N=1 jätk
	1	3,8	3,6	3,7	1	
	2	5,10	5,11	5,9	2	
	:					
	7	15,2	15,0	15,1	1	ploki rea N=15 algus
	:					
	30	61,21	61,22	61,23	0	ploki rea N=61 lõpp

FIG. 18

16/16

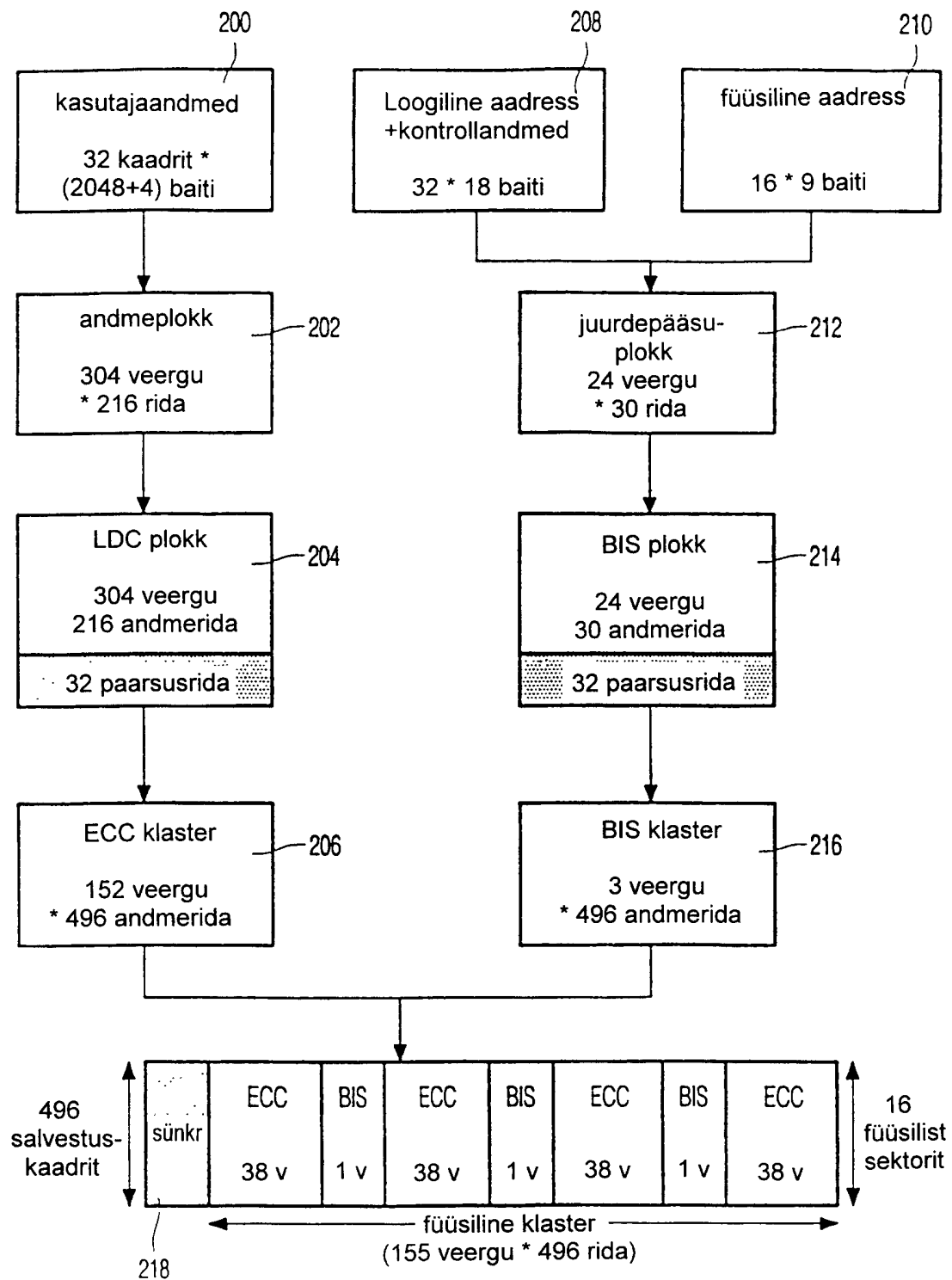


FIG. 19