FI000125019B

(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 125019 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats **30.04.2015**

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

G21C 17/00 (2006.01)
G21D 3/00 (2006.01)
G21C 17/10 (2006.01)
G21C 17/108 (2006.01)
G21D 3/04 (2006.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning **20125881**

(22) Saapumispäivä - Ankomstdag **24.08.2012**

(24) Tekemispäivä - Ingivningsdag **28.01.2011**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig **24.08.2012**

(86) Kv. hakemus - Int. ansökan **PCT/JP2011/000463**

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

28.01.2010 JP 22-016199 P

SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 • Kabushiki Kaisha Toshiba, 1-1, Shibaura 1-chome Minato-ku, 105-8001 TOKYO, JAPANI, (JP)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 • TAKIZAWA, Osamu, MINATO-KU, TOKYO, JAPANI, (JP)
2 • ODAGAWA, Naoto, MINATO-KU, TOKYO, JAPANI, (JP)
3 • KOIZUMI, Atsuhiko, MINATO-KU, TOKYO, JAPANI, (JP)
4 • MASUGI, Tsuyoshi, MINATO-KU, TOKYO, JAPANI, (JP)
5 • SUZUKI, Kiyoteru, MINATO-KU, TOKYO, JAPANI, (JP)

(74) Asiamies - Ombud

Kolster Oy Ab, Iso Roobertinkatu 21 - 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Ydinreaktorin sydämen termisen raja-arvon valvontalaite, ydinreaktorin sydämen valvontajärjestelmä ja ydinreaktorin sydämen termisen raja-arvon valvontamenetelmä

Övervakningsanordning för en kärnreaktorhärds termiska gränsvärde, övervakningssystem för en kärnreaktorhärd och övervakningsförfarande för en kärnreaktorhärds termiska gränsvärde

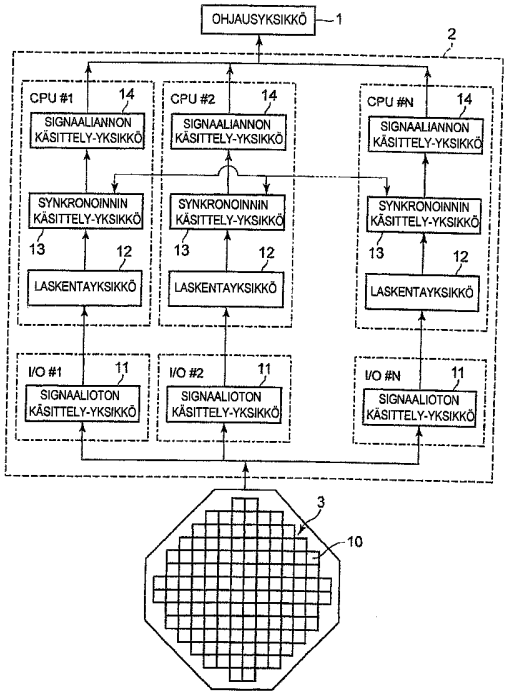
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US 5638413 A, US 2002067790 A1, JP 2002116283 A, JP H07280984 A, JP 2007003399 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Sydämen termisen rajan valvontalaitteeseen (2), joka valvontaalueisiin (10) segmentoidun sydämen (3) termistä tila-arvoa valvoessaan antaa signaalin ohjausyksikköön (1), on aikaansaatu laskentayksiköitä (12), ja laskentayksiköihin (12) vastaavia signaalioton käsittely-yksiköitä (11), synkronoinnin käsittely-yksiköitä (13) ja signaaliannon käsittely-yksiköitä (14). Laskentayksikkö (12) määrittää ohjausyksikköön (1) tapahtuvan signaaliannon tarpeelliseksi tai tarpeettomaksi laskemalla valvonta-alueiden (10) termiset tilaarvot signaalioton käsittely-yksikön (11) vastaanottaman, sydämen (3) tilaa esittävän signaalin perusteella. Jos laskentayksikkö (12) määrittää ohjausyksikköön (1) tapahtuvan signaaliannon tarpeelliseksi, synkronoinnin käsittelyyksikkö (13) lähettää signaaliannon estosignaalin muihin synkronoinnin käsittely-yksiköihin (13), ja jos laskentayksikkö (12) määrittää toisin, synkronoinnin käsittely-yksikkö (13) lähettää signaaliannon eston peruutussignaalin muihin synkronoinnin käsittely-yksiköihin (13). Kun synkronoinnin käsittely-yksikkö (13) ei vastaanota signaalin estosignaalia, signaaliannon käsittely-yksikkö (14) antaa laskentayksikön (12) laskentatuloksia esittävän signaalin ohjausyksikköön (1).

I en övervakningsanordning (2) för en kärnas termiska gräns, vilken övervakningsanordning då den övervakar ett termiskt tillståndsvärde för den i övervakningsområden (10) segmenterade kärnan (3) ger en signal till en styrenhet (1), har åstadkommits kalkylenheter (12), och i kalkylenheterna (12) motsvarande behandlingsenheter (11) för signaltagning, behandlingsenheter (13) för synkronisering och behandlingsenheter (14) för signalgivning. Kalkylenheten (12) definierar den till styrenheten (1) skeende signalgivningen som nödvändig eller onödig genom att beräkna övervakningsområdenas (10) termiska tillståndsvärden på basis av en av behandlingsenheten (11) för signaltagning mottagen signal som visar kärnans (3) tillstånd. Ifall kalkylenheten (12) definierar den till styrenheten (1) skeende signalgivningen som nödvändig, sänder behandlingsenheten (13) för synkronisering en spärrsignal för signalgivningen till de övriga behandlingsenheterna (13) för synkronisering, och ifall kalkylenheten (12) definierar annorlunda, sänder behandlingsenheten (13) för synkronisering en spärråterkallningssignal för signalgivningen till de övriga behandlingsenheterna (13) för synkronisering. När behandlingsenheten (13) för synkronisering inte mottar signalens spärrsignal, ger behandlingsenheten (14) för signalgivning en signal som visar kalkylenhetens (12) kalkylresultat till styrenheten (1).



Ydinreaktorin sydämen termisen raja-arvon valvontalaite, ydinreaktorin sydämen valvontajärjestelmä ja ydinreaktorin sydämen termisen raja-arvon valvontamenetelmä

Tekniikan ala

Esillä olevan keksinnön suoritusmuodot koskevat sydämen termisen raja-arvon valvontalaitetta, sydämen valvontajärjestelmää, ja sydämen termisen raja-arvon valvontamenetelmää, jotka antavat signaalin ydinreaktorin ohjausyksikköön ydinreaktorin sydämen termisen tila-arvon valvonnan tuloksena.

Tekniikan tausta

Kiehutusvesiydinvoimalassa tehonsäätö aikaansaadaan yleensä säätösauvakäytöin ja kiertovirtauksen ohjauksella. Sydämen valvontajärjestelmä valvoo siten termistä tila-arvoa. Tällainen sydämen valvontajärjestelmä suorittaa valvonnan esimerkiksi yhdistämällä aikaa vievän tehonjakauman laskennan suorittava sydäntehon laskentalaite, ja sydämen termisen raja-arvon valvontalaite, joka suorittaa tehonjakauman laskennan suhteellisen lyhyessä ajassa.

Sydäntehon laskentalaitteessa tehonjakauman laskennan suorittaminen vie paljon aikaa. Sydäntehon laskentalaitteen ja sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen yhdistelmää käyttävä sydämen valvontajärjestelmä suorittaa tästä syystä valvonnan käyttäen täydentävästi sydämen termisen raja-arvon valvontalaitetta, joka suhteellisen lyhyessä ajassa pystyy toimittamaan laskentatuloksen.

Sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen laskenta-aika on tavoitellusti lyhyt. Vaatimus, että laskentakäsittely peittää sydämen koko valvontakohdealueen rajoittaa kuitenkin laskentajaksoa noin 200 ms:iin. Sydän jaetaan useisiin alueisiin useita CPU-yksiköitä omaavan tietokoneen valvottavaksi (ks. esimerkiksi patenttiasiakirja 1).

Tunnetun tekniikan asiakirja

Patenttiasiakirja

Patenttiasiakirja 1: Japanilainen julkaistu patenttihakemus, julkaisu nro 2007 - 278991

20125881 PRH 24 -03- 2015

Keksinnön yhteenveto

Keksinnön ratkaistavat ongelmat

Milloin sydän jaetaan useisiin alueisiin useita CPU-yksiköitä omaavan tietokoneen valvottavaksi, ohjausyksikkö määrittää kaikista CPU-yksiköistä tulevien signaalien lähtötilat. Tällöin ohjausyksikön on kuitenkin määrittävä signaalin lähtötila myös sellaisen CPU-yksikön kohdalla, jonka ei tarvitse antaa signaalia, joten ohjausyksikkö ei pysty suorittamaan käsittelyä sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteesta annettujen signaalien mukaan, mikä estää koko laskenta-ajan lyhentämisen.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on siten aikaansaada konfiguraatio, jossa ohjausyksikkö suorittaa käsittelyn sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteesta annettujen signaalien mukaan koko laskentajakson lyhentämiseksi.

Välineet ongelman ratkaisemiseksi

Erään suoritusmuodon mukaan aikaansaadaan sydämen termisen raja-arvon valvontalaite, joka antaa signaalin ydinreaktorin ohjausyksikköön ydinreaktorin sydämen termisen tila-arvon valvonnan tuloksena, kun laite käsittää: useita signaalioton käsittely-yksiköitä, joista kukin vastaanottaa useisiin valvottaviin alueisiin jaetun sydämen tilaa esittävän signaalin; eri signaalioton käsittely-yksiköihin vastaaviksi aikaansaatuja laskentayksiköitä, kun kukin laskentayksiköistä laskee valvottavien alueiden termiset tila-arvot vastaavan signaalioton käsittely-yksikön vastaanottaman signaalin perusteella ohjausyksikköön tapahtuvan signaaliannon määrittämiseksi tarpeelliseksi tai tarpeettomaksi; eri laskentayksiköihin vastaaviksi aikaansaatuja synkronoinnin käsittely-yksiköitä; ja eri laskentayksiköihin vastaaviksi aikaansaatuja annon käsittely-yksiköitä. Synkronoinnin käsittely-yksikkö lähettää, jos vastaava laskentayksikkö on määrittänyt ohjausyksikköön tapahtuva signaalianto tarpeelliseksi, signaaliannon estosignaalin muihin synkronoinnin käsittely-yksiköihin, kun synkronoinnin käsittely-yksikkö lähettää, jos vastaava laskentayksikkö on määrittänyt ohjausyksikköön tapahtuva signaalianto tarpeettomaksi, signaaliannon eston peruutussignaalin muihin synkronoinnin käsittely-yksiköihin. Annon käsittely-yksikkö antaa, kun vastaava synkronoinnin käsittely-yksikkö ei vastaanota signaaliannon estosignaalia, laskentayksikön laskentatuloksia esittävän signaalin ohjausyksikköön.

20125881 PRH 24 -03- 2015

Muun suoritusmuodon mukaan aikaansaadaan sydämen termisen raja-arvon valvontamenetelmä, joka käyttää tietokonetta, joka sisältää useita CPU-yksiköitä signaalin antamiseksi ydinreaktorin ohjausyksikköön ydinreaktorin sydämen termisen tila-arvon valvonnan tuloksena, kun menetelmä käsittää: signaalinottovaiheen, jossa kukin CPU-yksiköistä vastaanottaa useisiin valvottaviin alueisiin jaetun sydämen tilaa esittävän signaalin; laskentavaiheen, jossa kukin CPU-yksiköistä laskee valvottavien alueiden termiset tila-arvot vastaanotetun signaalin perusteella ohjausyksikköön tapahtuvan signaaliannon määrittämiseksi tarpeelliseksi tai tarpeettomaksi; vaiheen signaaliannon estosignaalin lähettämiseksi muihin CPU-yksiköihin, jos ohjausyksikköön tapahtuva signaalianto on määritelty tarpeelliseksi; vaiheen signaaliannon eston peruutussignaalin lähettämiseksi muihin CPU-yksiköihin, jos ohjausyksikköön tapahtuva signaalianto on määritelty tarpeettomaksi; ja antovaiheen laskentatuloksia esittävän signaalin antamiseksi ohjausyksikköön kun signaaliannon estosignaalia ei vastaanoteta, jos ohjausyksikköön tapahtuva signaalianto on määritelty tarpeelliseksi.

Keksinnön hyödyt

Esillä olevien suoritusmuotojen toteutusmuotojen mukaan ohjausyksikkö pystyy suorittamaan käsittelyn sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen annon mukaan, laskentajaksoa siten lyhentäen.

Piirustusten lyhyt kuvaus

Kuvio 1 on lohkokaavio esillä olevan keksinnön ensimmäisen suoritusmuodon sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteesta.

Kuvio 2 on esimerkillinen poikkileikkauskuva, joka havainnollistaa sydänalueenjakomenetelmää käyttäen esillä olevan keksinnön mukaisen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen ensimmäistä suoritusmuotoa.

Kuvio 3 on vuokaavio, joka havainnollistaa sydämen termisen raja-arvon valvontamenetelmää käyttäen esillä olevan keksinnön mukaisen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen ensimmäistä suoritusmuotoa.

Kuvio 4 on lohkokaavio esillä olevan keksinnön toisen suoritusmuodon sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteesta.

Kuvio 5 on esimerkillinen poikkileikkauskuva, joka havainnollistaa sydänalueenjakomenetelmää (kaava 1) esillä olevan keksinnön mukaisen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen toisessa suoritusmuodossa.

20125881 PRH 24 -03- 2015

Kuvio 6 on esimerkillinen poikkileikkauskuva, joka havainnollistaa sydänalueenjakomenetelmää (kaava 2) esillä olevan keksinnön mukaisen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen toisessa suoritusmuodossa.

Kuvio 7 on esimerkillinen poikkileikkauskuva, joka havainnollistaa sydänalueenjakomenetelmää (kaava X) esillä olevan keksinnön mukaisen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen toisessa suoritusmuodossa.

Kuvio 8 on taulukko, joka havainnollistaa esimerkkiä aluemääritystiedon muistiyksikköön tallennettavasta tiedosta esillä olevan keksinnön mukaisen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen toisessa suoritusmuodossa.

Kuvio 9 on vuokaavio, joka havainnollistaa sydämen termisen raja-arvon valvontamenetelmää käyttäen esillä olevan keksinnön mukaisen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen toista suoritusmuotoa.

Suoritusmuotoja keksinnön toteuttamiseksi

Seuraavassa oheisiin piirustuksiin viitaten kuvataan esillä olevan keksinnön mukaisen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen suoritusmuotoja. Kauttaaltaan piirustuksissa samoja viitenumeroita käytetään merkitsemään samoja tai vastaavia osia ja niiden ylimääräiset kuvaukset jätetään siten pois.

Ensimmäinen suoritusmuoto

Kuvio 1 on lohkokaavio esillä olevan keksinnön ensimmäisen suoritusmuodon sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteesta. Kuvio 2 on esimerkillinen poikkileikkauskuva, joka havainnollistaa sydänalueenjakomenetelmää käyttäen esillä olevaa suoritusmuotoa.

Suoritusmuodon mukainen sydämen termisen raja-arvon valvontalaite 2 antaa signaalin ohjausyksikköön 1 tuloksena esim. sellaisen mahdollisuuden arvioinnista, että sydän 3 ei täytä termistä raja-arvoa paikallisen tehoalueen valvontalaitteen (local power range monitor - LPRM) kautta vastaanotetun, sydämen 3 tilaa esittävän signaalin perusteella. Sydän 3 on jaettu M alueeseen. Saman alueluvun omaavat alueet voivat sijaita toisistaan erillään. Kuten havainnollistetaan kuviossa 2, esillä olevassa suoritusmuodossa sydän 3 on jaettu 32 alueeseen, tarkoittaen että M on 32, ja kukin sellainen 32 alueesta, joka on merkitty samalla alueluvulla, sijaitsee neljässä keskinäisesti erillisessä paikassa.

20125881 PRH 24 -03- 2015

Sydämen termisen raja-arvon valvontalaite 2 omaa useita I/O-yksiköitä (I/O - input/output - otto/anto) ja vastaavia CPU-yksiköitä. Esillä olevassa suoritusmuodossa I/O-yksiköiden määrän ja CPU-yksiköiden määrän oletetaan olevan N. Sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteessa 2 kukin N (#1 - #N) I/O-yksiköstä omaa signaalioton käsittely-yksikön 11. Kukin N (#1 - #N) CPU-yksiköstä omaa laskentayksikön 12, synkronoinnin käsittely-yksikön 13, ja signaaliannon käsittely-yksikön 14.

Kukin laskentayksiköistä 12 suorittaa sydämen 3 vastaavan alueen laskennan. Kukin signaaliannon käsittely-yksiköistä 14 antaa signaalin ohjausyksikköön 1. Kukin synkronoinnin käsittely-yksiköistä 13 välittää signaaliannon eston tai signaaliannon eston peruutuksen muiden CPU-yksiköiden kanssa. Kukin signaalioton käsittely-yksiköistä 11 ottaa laskennan vaatiman datan.

Kuvio 3 on vuokaavio, joka havainnollistaa sydämen termisen raja-arvon valvontamenetelmää käyttäen esillä olevaa suoritusmuotoa.

Signaalioton käsittely-yksiköt 11 vastaanottavat sydämen 3 vastaavien alueiden tiloja esittäviä signaaleja ja lähettävät signaalit vastaaviin laskentayksiköihin 12 (vaihe S1). CPU #1 -yksikön laskentayksikkö 12 ottaa dataa I/O #1 -yksikön signaalioton käsittely-yksiköstä 11, CPU #2 -yksikön laskentayksikkö 12 ottaa dataa I/O #2 -yksikön signaalioton käsittely-yksiköstä 11, ja CPU #N -yksikön laskentayksikkö 12 ottaa dataa I/O #N -yksikön signaalioton käsittely-yksiköstä 11.

Laskentayksiköt 12 suorittavat sydämen 3 alueiden vaadittavan laskennan, kun kullekin alueelle on varattu vastaava laskentakäsittelyluku, aikaansaaden siten termiset tila-arvot (vaihe S2). CPU #1 -yksikön laskentayksikkö 12 suorittaa alueiden 01, 05, 09, 13, 17, 21, 25, ja 29 laskennan, CPU #2 -yksikön laskentayksikkö 12 suorittaa alueiden 02, 06, 10, 14, 18, 22, 26, ja 30 laskennan, ja CPU #N -yksikön laskentayksikkö 12 suorittaa alueiden 04, 08, 12, 16, 20, 24, 28 ja M laskennan. Tällöin kukin laskentayksiköistä 12 määrittää ohjausyksikköön 1 tapahtuvan signaaliannon tarpeelliseksi tai tarpeettomaksi (vaihe S3).

Signaaliannon tarpeelliseksi määrittäneen CPU-yksikön synkronoinnin käsittely-yksikkö 13 antaa käskyn, edellyttäen että se ei ole vastaanottanut signaaliannon estokomentoa jostakin muista CPU-yksiköistä, muiden CPU-yksiköiden synkronoinnin käsittelylle estää signaalin anto, ja suorittaa signaalin annon signaaliannon käsittely-yksikön 14 kautta. Signaalin antokäskyn, hetkenä kun signaalin anto on tarpeeton, suorittaneen CPU-yksikön synk-

20125881 PRH 24 -03- 2015

ronoinnin käsittely-yksikkö 13, antaa muiden CPU-yksiköiden synkronoinnin käsittely-yksiköille 13 käskyn peruuttaa signaaliannon estokomento. Vastaavassa synkronoinnin käsittely-yksikössään 13 signaaliannon estokomennon vastaanottanut CPU ei suorita signaalin antoa signaaliannon käsittely-yksikön 14 kautta, ennen kuin synkronoinnin käsittely-yksikkö 13 vastaanottaa signaaliannon eston peruutuskomennon, vaikka signaalin antoa vaadittaisiin laskentayksiköstä 12 saadun laskentatuloksen perusteella.

Erityisemminkin milloin signaalin anto ohjausyksikköön 1 on tarpeeton, määritykseen suorittaneeseen laskentayksikköön 12 vastaava synkronoinnin käsittely-yksikkö 13 tarkistaa, että onko muihin synkronoinnin käsittely-yksiköihin 13 lähetettävä signaaliannon estosignaali lähetetty tai ei (vaihe S4). Milloin synkronoinnin käsittely-yksikkö 13 on lähettänyt signaaliannon estosignaalin muihin synkronoinnin käsittely-yksiköihin 13, se lähettää signaaliannon eston peruutussignaalin toiseen synkronoinnin käsittely-yksikköön 13 (vaihe S5).

Milloin signaalin anto ohjausyksikköön 1 on tarpeellinen, määritykseen suorittaneeseen laskentayksikköön 12 vastaava synkronoinnin käsittely-yksikkö 13 tarkistaa, että onko se vastaanottanut signaaliannon estosignaalin jostakin muista synkronoinnin käsittely-yksiköistä 13 vai ei (vaihe S6). Milloin synkronoinnin käsittely-yksikkö 13 on vastaanottanut signaaliannon estosignaalin jostakin muista synkronoinnin käsittely-yksiköistä 13, vuo palaa vaiheeseen S1. Milloin synkronoinnin käsittely-yksikkö 13 ei ole vastaanottanut signaaliannon estosignaalia jostakin muista synkronoinnin käsittely-yksiköistä 13, se lähettää signaaliannon estosignaalin muihin synkronoinnin käsittely-yksiköihin 13 (vaihe S7) ja antaa vastaavalle signaaliannon käsittely-yksikölleen 14 käskyn suorittaa signaalin annon käsittelyn. Edellä mainitun käskyn mukaisesti signaaliannon käsittely-yksikkö 14 antaa signaalin ohjausyksikköön 1 (vaihe S8). Tämän jälkeen vuo palaa vaiheeseen S1.

Esillä olevan suoritusmuodon mukaan, vaadittavat laskennat jaetaan useiden CPU-yksiköiden laskentayksiköiden 12 kesken niin, että laskentamäärä yhtä CPU-yksikköä kohti on vähennettävissä lyhentäen laskenta-aikaa verraten tapaukseen, jossa CPU suorittaa kaikkien alueiden laskennat. Lisäksi, useat CPU-yksiköt eivät erikseen anna signaaleja ohjausyksikköön 1, vaan synkronoinnin käsittely saattaa vain sen CPU-yksikön antamaan signaalin, jonka on suoritettava signaalin anto. Joten ohjausyksikkö 1 voi suorittaa käsittelyn sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen 2 antosignaalin mu-

20125881 PRH 24 -03- 2015

kaisesti määrittämättä kaikista CPU-yksiköistä tulevien signaalien lähtötiloja. On siten mahdollista lyhentää koko laskenta-aikaa suorittaen samalla signaalin anto ohjausyksikköön 1 ilman ristiriitaisuutta.

Toinen suoritusmuoto

Kuvio 4 on lohkokaavio esillä olevan keksinnön toisen suoritusmuodon, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteesta. Kuvio 5 on esimerkillinen poikkileikkauskuva, joka havainnollistaa sydänalueenjakomenetelmää (kaava 1) esillä olevassa suoritusmuodossa. Kuvio 6 on esimerkillinen poikkileikkauskuva, joka havainnollistaa sydänalueenjakomenetelmää (kaava 2) esillä olevassa suoritusmuodossa. Kuvio 7 on esimerkillinen poikkileikkauskuva, joka havainnollistaa sydänalueenjakomenetelmää (kaava X) esillä olevassa suoritusmuodossa. Kuvio 8 on taulukko havainnollistaen esimerkkiä aluemääritystiedon muistiyksikköön tallennettavasta tiedosta esillä olevassa suoritusmuodossa.

Esillä olevan suoritusmuodon mukaiseen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteeseen 2 on valmisteltu M (1 - M) alueluvun yhdistelmän ja varatun laskentakäsittelyluvun yhdistelmän useita (1 - X) kaavoja, kun laskentakäsittelyluku esittää, mikä CPU-yksiköistä #1 - #N suorittaa sydämen 3 kullekin alueelle määritellyn alueluvun laskennan. Kaava asetetaan esim. kunkin käyttöjakson, polttoaineen täyttökaavaan vastaavaksi. Sydämen 3 kutakin aluetta osoittaa X-koordinaatin ja Y-koordinaatin yhdistelmä. Varatut laskentakäsittelyluvut säilytetään taulukkomuodossa aluemääritystiedon muistiyksikössä 4, kuten havainnollistetaan esimerkiksi kuviossa 8.

Kukin CPU omaa asetusyksikön 15, aluemäärityksen tietotaulukon 16, ja lukuyksikön 17. Asetusyksikkö 15 asettaa kunkin CPU-yksikön aluemääritystiedon muistiyksikköön 4 tallennetun tiedon. Aluemäärityksen tietotaulukko 16 säilyttää asetustiedon. Lukuyksikkö 17 heijastaa laskentayksikössä 12 olevan aluemäärityksen tietotaulukon 16.

Kuvio 9 on vuokaavio sydämen termisen raja-arvon valvontamenetelmästä käyttäen esillä olevaa suoritusmuotoa.

Alueluvut 1 - M ja kukin varatuista laskentakäsittelyluvuista, joka esittää, mikä CPU-yksiköistä #1 - #N suorittaa kunkin alueluvun laskennan, määritellään kullekin, X-koordinaatin ja Y-koordinaatin yhdistelmän esittämälle alueelle, ja tallennetaan aluemääritystiedon muistiyksikköön 4 (vaihe S11). Aluemääritystiedon muistiyksikköön 4 tallennettuun käyttöjakson kaavaan vastaava aluemääritystieto asetetaan tällöin kunkin CPU-yksikön aluemäärityksen

20125881 PRH 24 -03- 2015

tietotaulukkoon 16 asetusyksikön 15 kautta (vaihe S12). Lukuyksikön 17 kautta kunkin CPU-yksikön laskentayksikkö 12 varmistaa aluemäärityksen tietotaulukkoon 16 asetetun kaavan (vaihe S13).

Tämän jälkeen, milloin käyttöjakson vaihto tai kaavan muutos on tarpeeton (vaihe S14), käsittelysarja (vaiheet S1 - S8) ensimmäisessä suoritusmuodossa suoritetaan toistuvasti. Tämän seurauksena, kunkin CPU-yksikön laskentayksikölle 12 varattujen alueiden laskennat suoritetaan kyseisen hetken käyttöjaksoon vastaavan kaavan mukaan, jonka jälkeen seuraavat synkronointi ja signaaliannon käsittely. Milloin käyttöjakson vaihto tai kaavan muutos on tarpeellinen (vaihe S14), vuo palaa vaiheeseen S11 ja kaavan määritys ja aluemäärityksen tietotaulukon asetus toimitetaan jälleen uudelleen.

Esillä olevan suoritusmuodon mukaan, vaadittavat laskennat jaetaan useiden CPU-yksiköiden laskentayksiköiden 12 kesken. Joten laskentamäärä yhtä CPU-yksikköä kohti on vähennettävissä lyhentämään laskenta-aikaa verraten tapaukseen, jossa yksi CPU suorittaa kaikkien alueiden laskennat. Lisäksi, useat CPU-yksiköt eivät erikseen anna signaaleja ohjausyksikköön 1, vaan synkronoinnin käsittely saattaa vain sen CPU-yksikön antamaan signaalin, jonka on suoritettava signaalin anto. Joten ohjausyksikkö 1 voi suorittaa käsittelyn sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen 2 antosignaalin mukaisesti määrittämättä kaikista CPU-yksiköistä tulevien signaalien lähtötiloja. On siten mahdollista lyhentää koko laskenta-aikaa suorittaen samalla signaalin anto ohjausyksikköön 1 ilman ristiriitaisuutta. Lisäksi, aluemääritystieto on muutettavissa niin, että alueen määritys on muutettavissa joustavasti käyttöjakson mukaan.

Muita suoritusmuotoja

Edellä mainitut suoritusmuodot ovat vain esimerkillisiä eivätkä rajoita esillä olevaa keksintöä. Eri suoritusmuotojen ominaisuuksia voidaan lisäksi yhdistää.

Symbolien selitys

1: ohjausyksikkö; 2: sydämen termisen raja-arvon valvontalaite; 3: sydän; 4: aluemääritystiedon muistiyksikkö; 15: asetusyksikkö; 16: aluemäärityksen tietotaulukko; 17: lukuyksikkö; 11: signaalioton käsittely-yksikkö; 12: laskentayksikkö; 13: synkronoinnin käsittely-yksikkö; 14 signaaliannon käsittely-yksikkö.

20125881 PRH 24 -03- 2015

Patenttivaatimukset

1. Ydinreaktorin sydämen termisen raja-arvon valvontalaite (2), joka antaa signaalin ydinreaktorin ohjausyksikköön (1) ydinreaktorin sydämen termisen tila-arvon valvonnan tuloksena, kun laite käsittää:

useita signaalioton käsittely-yksiköitä (11), joista kukin vastaanottaa useisiin valvottaviin alueisiin jaetun sydämen tilaa esittävän signaalin;

signaalioton käsittely-yksiköihin vastaaviksi aikaansaatuja laskentayksiköitä (12), kun kukin laskentayksiköistä (12) laskee valvottavien alueiden termiset tila-arvot vastaavan signaalioton käsittely-yksikön (11) vastaanottaman signaalin perusteella ohjausyksikköön (1) tapahtuvan signaaliannon määrittämiseksi tarpeelliseksi tai tarpeettomaksi;

laskentayksiköihin (12) vastaaviksi aikaansaatuja synkronoinnin käsittely-yksiköitä (13); ja

laskentayksiköihin (12) vastaaviksi aikaansaatuja annon käsittely-yksiköitä (14),

kun **tunnettu** siitä, että synkronoinnin käsittely-yksikkö (13) lähettää, jos vastaava laskentayksikkö (12) on määrittänyt, että on tarpeellista suorittaa signaalianto ohjausyksikköön (1), signaaliannon estosignaalin muihin synkronoinnin käsittely-yksiköihin (13), kun synkronoinnin käsittely-yksikkö (13) lähettää, jos vastaava laskentayksikkö (12) on määrittänyt ohjausyksikköön (1) tapahtuvan signaaliannon tarpeettomaksi, signaaliannon eston peruutussignaalin muihin synkronoinnin käsittely-yksiköihin (13),

kun annon käsittely-yksikkö (14) antaa, kun vastaava synkronoinnin käsittely-yksikkö (13) ei vastaanota signaaliannon estosignaalia, laskentayksikön (12) laskentatuloksia esittävän signaalin ohjausyksikköön (1).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ydinreaktorin sydämen termisen raja-arvon valvontalaite (2), **tunnettu** siitä, että se lisäksi käsittää:

aluemääritystiedon muistiyksikön (4), joka säilyttää kullekin valvottavista alueista määritellyn, aluelukujen ja varattujen laskentakäsittelylukujen yhdistelmän useita kaavoja;

eri laskentayksiköihin (12) vastaaviksi aikaansaatuja asetusyksiköitä (15), kun kukin asetusyksiköistä (15) asettaa yhden vastaavassa laskentayksikössä (12) olevan aluemääritystiedon muistiyksikköön (4) tallennetuista kaavoista;

20125881 PRH 24 -03- 2015

eri laskentayksiköihin (12) vastaaviksi aikaansaatuja aluemäärityksen tietotaulukoita (16), kun kukin aluemäärityksen tietotaulukoista (16) säilyttää kaavat; ja

eri laskentayksiköihin (12) vastaaviksi aikaansaatuja lukuyksiköitä (17), kun kukin lukuyksiköistä (17) heijastaa vastaavassa laskentayksikössä (12) olevan vastaavan aluemäärityksen tietotaulukon (16) tiedon.

3. Ydinreaktorin sydämen valvontajärjestelmä, joka käsittää:

patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukaisen, sydämen termisen raja-arvon valvontalaitteen (2); ja

sydäntehon laskentalaitteen, joka suorittaa tehonjakauman laskennan.

4. Ydinreaktorin sydämen termisen raja-arvon valvontamenetelmä, joka käyttää tietokonetta, joka sisältää useita CPU-yksiköitä signaalin antamiseksi ydinreaktorin ohjausyksikköön (1) ydinreaktorin sydämen termisen tila-arvon valvonnan tuloksena, **tunnettu** siitä, että menetelmä käsittää:

signaalinottovaiheen (S1), jossa kukin CPU-yksiköistä vastaanottaa useisiin valvottaviin alueisiin jaetun sydämen tilaa esittävän signaalin;

laskentavaiheen (S3), jossa kukin CPU-yksiköistä laskee valvottavien alueiden termiset tila-arvot vastaanotetun signaalin perusteella ohjausyksikköön (1) tapahtuvan signaaliannon määrittämiseksi tarpeelliseksi tai tarpeettomaksi;

vaiheen (S7) signaaliannon estosignaalin lähettämiseksi muihin CPU-yksiköihin, jos ohjausyksikköön (1) tapahtuva signaalianto on määritelty tarpeelliseksi;

vaiheen (S5) signaaliannon eston peruutussignaalin lähettämiseksi muihin CPU-yksiköihin, jos ohjausyksikköön (1) tapahtuva signaalianto on määritelty tarpeettomaksi; ja

antovaiheen (S8) laskentatuloksia esittävän signaalin antamiseksi ohjausyksikköön (1) kun signaaliannon estosignaalia ei vastaanoteta, jos ohjausyksikköön (1) tapahtuva signaalianto on määritelty tarpeelliseksi.

20125881 PRH 24 -03- 2015

Patentkrav

1. Övervakningsanordning (2) för en kärnreaktors kärnas termiska gränsvärde, vilken anordning ger en signal till kärnreaktorns styrenhet (1) som ett resultat av övervakningen av kärnreaktorns kärnas termiska tillståndsvärde, när anordningen omfattar:

flera behandlingsenheter (11) för signaltagning, av vilka var och en mottar en signal som visar kärnans tillstånd delad i flera områden som ska övervakas;

kalkylenheter (12) åstadkomna som motsvarande i behandlingsenheterna för signaltagning, när var och en av kalkylenheterna (12) beräknar termiska tillståndsvärden för områdena som ska övervakas på basis av signalen som mottagits av motsvarande behandlingsenhet (11) för signaltagning för att bestämma signaltagningen som sker till styrenheten (1) som nödvändig eller onödig;

behandlingsenheter (13) för synkronisering som åstadkommits som motsvarande i kalkylenheterna (12); och

behandlingsenheter (14) för utmatning som åstadkommits som motsvarande i kalkylenheterna (12),

när **kännetecknad** av att behandlingsenheten (13) för synkronisering sänder, om motsvarande kalkylenhet (12) har bestämt att det är nödvändigt att utföra signalering till styrenheten (1), en signaleringsspärrsignal till andra behandlingsenheter (13) för synkronisering, när behandlingsenheten (13) för synkronisering sänder, om motsvarande kalkylenhet (12) har bestämt att signaleringen som sker till styrenheten (1) är onödig, en signaleringsspärrupphävningssignal till de andra behandlingsenheterna (13) för synkronisering,

när behandlingsenheten (14) för utmatning ger, när motsvarande behandlingsenhet (13) för synkronisering inte mottar en signaleringsspärrsignal, en signal som visar kalkylenhetens (12) kalkylresultat till styrenheten (1).

2. Övervakningsanordning (2) för en kärnreaktors kärnas termiska gränsvärde enligt patentkrav 1 **kännetecknat** av att den dessutom omfattar:

en minnesenhet (4) för områdesbestämningsdata, som förvarar flera formler för en kombination av områdestal och reserverade kalkylbehandlingstal som definierats för vart och ett av områdena som ska övervakas;

20125881 PRH 24 -03- 2015

inställningsenheter (15) åstadkomna som motsvarande i olika kalkylenheter (12), när var och en av inställningsenheterna (15) inställer en områdesbestämningsdata som finns i motsvarande kalkylenhet (12) från formlerna som lagrats i minnesenheten (4);

datatabeller (16) för områdesbestämning åstadkomna som motsvarande i olika kalkylenheter (12), när var och en av datatabellerna (16) för områdesbestämning förvarar formlerna; och

talenheter (17) åstadkomna som motsvarande i olika kalkylenheter (12), när var och en av talenheterna (17) reflekterar data för motsvarande datatabell (16) för områdesbestämning i motsvarande kalkylenhet (12).

3. Övervakningssystem för en kärnreaktors kärna, vilket omfattar:

en övervakningsanordning (2) för kärnans termiska gränsvärde enligt patentkrav 1 eller 2; och

en kärneffektskalkylanordning, som utför beräkning av effektfördelning.

4. Övervakningsförfarande för en kärnreaktors kärnas termiska gränsvärde, vilket använder en dator som innehåller flera CPU-enheter för signalering till kärnreaktorns styrenhet (1) som ett resultat av övervakningen av kärnreaktorns kärnas termiska tillståndsvärde, **kännetecknat** av att förfarandet omfattar:

ett signaltagningssteg (S1), vari var och en av CPU-enheterna mottar en signal som visar kärnans tillstånd delad i flera områden som ska övervakas;

ett kalkylsteg (S3), vari var och en av CPU-enheterna beräknar termiska tillståndsvärden för områdena som ska övervakas på basis av signalen som mottagits för att bestämma signaleringen som sker till styrenheten (1) som nödvändig eller onödig;

ett steg (S7) för att sända en signaleringsspärrsignal till övriga CPU-enheter, om signaleringen som sker till styrenheten (1) har definierats som nödvändig;

ett steg (S5) för att sända en signaleringsspärrupphävningssignal till övriga CPU-enheter, om signaleringen som sker till styrenheten (1) har definierats som onödig; och

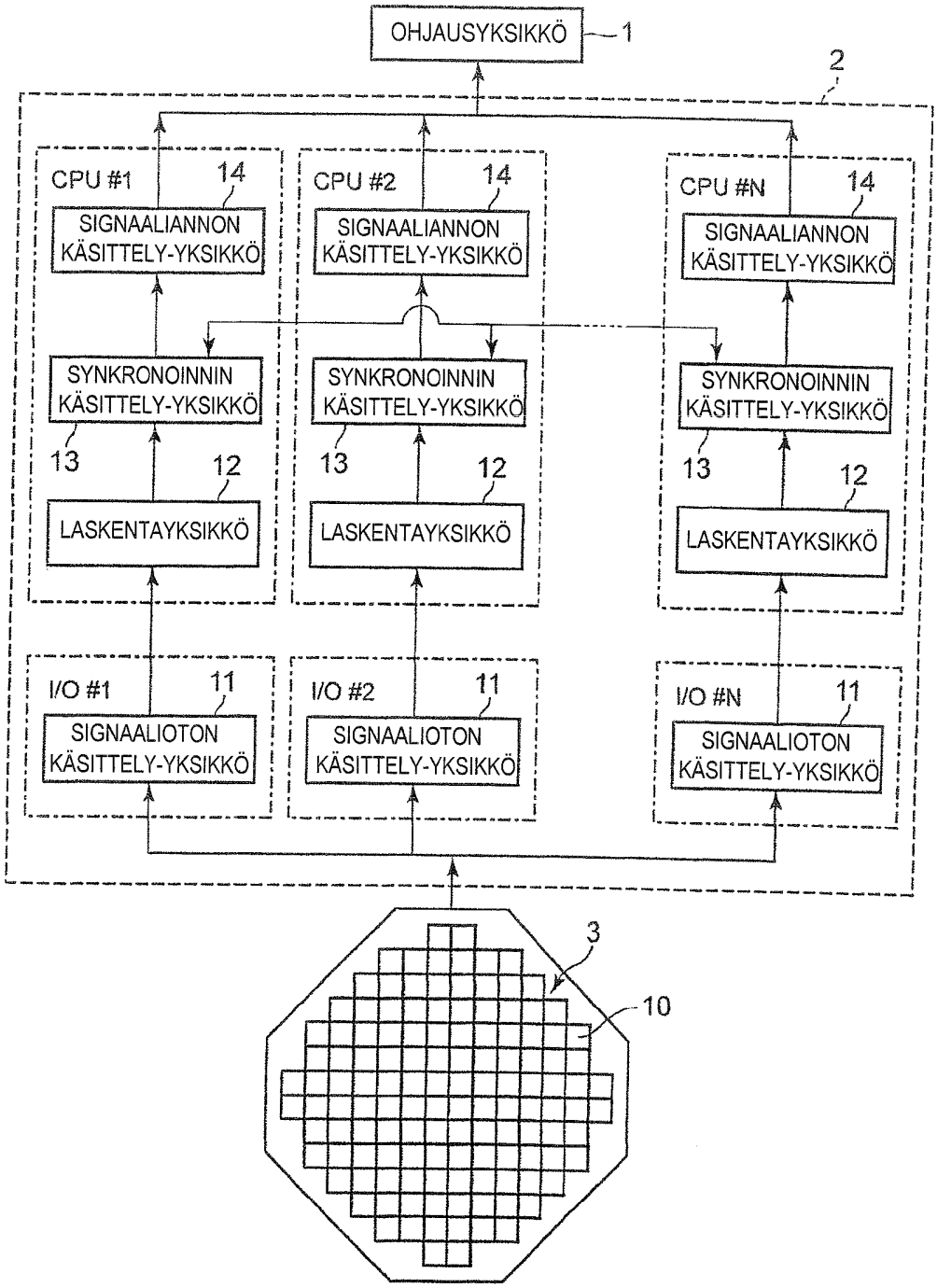
20125881 PRH 24 -03- 2015

ett utmatningssteg (S8) för att ge en signa som visar kalkylresultat till styrenheten (1) när en signaleringsspärrsignal inte mottas, om signaleringen som sker till styrenheten (1) har definierats som nödvändig.

5

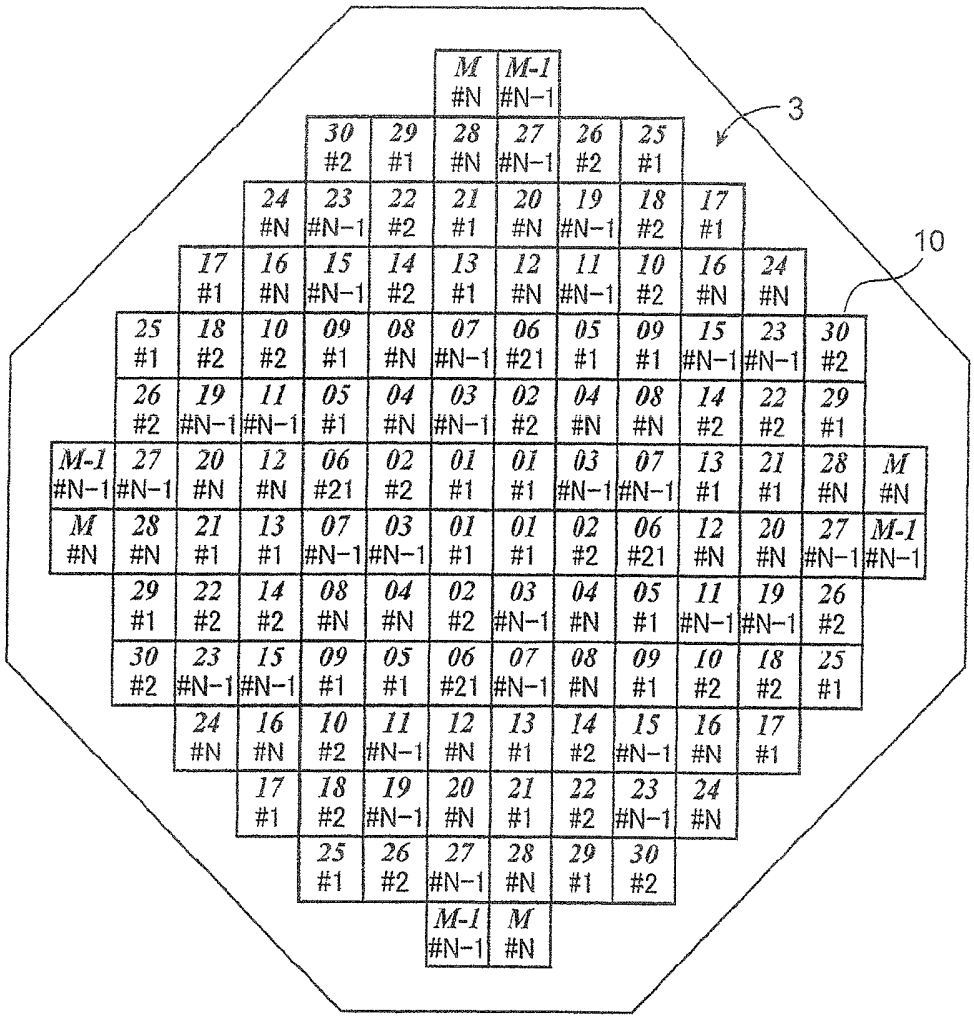
20125881 PRH 24 -03- 2015

FIG.1



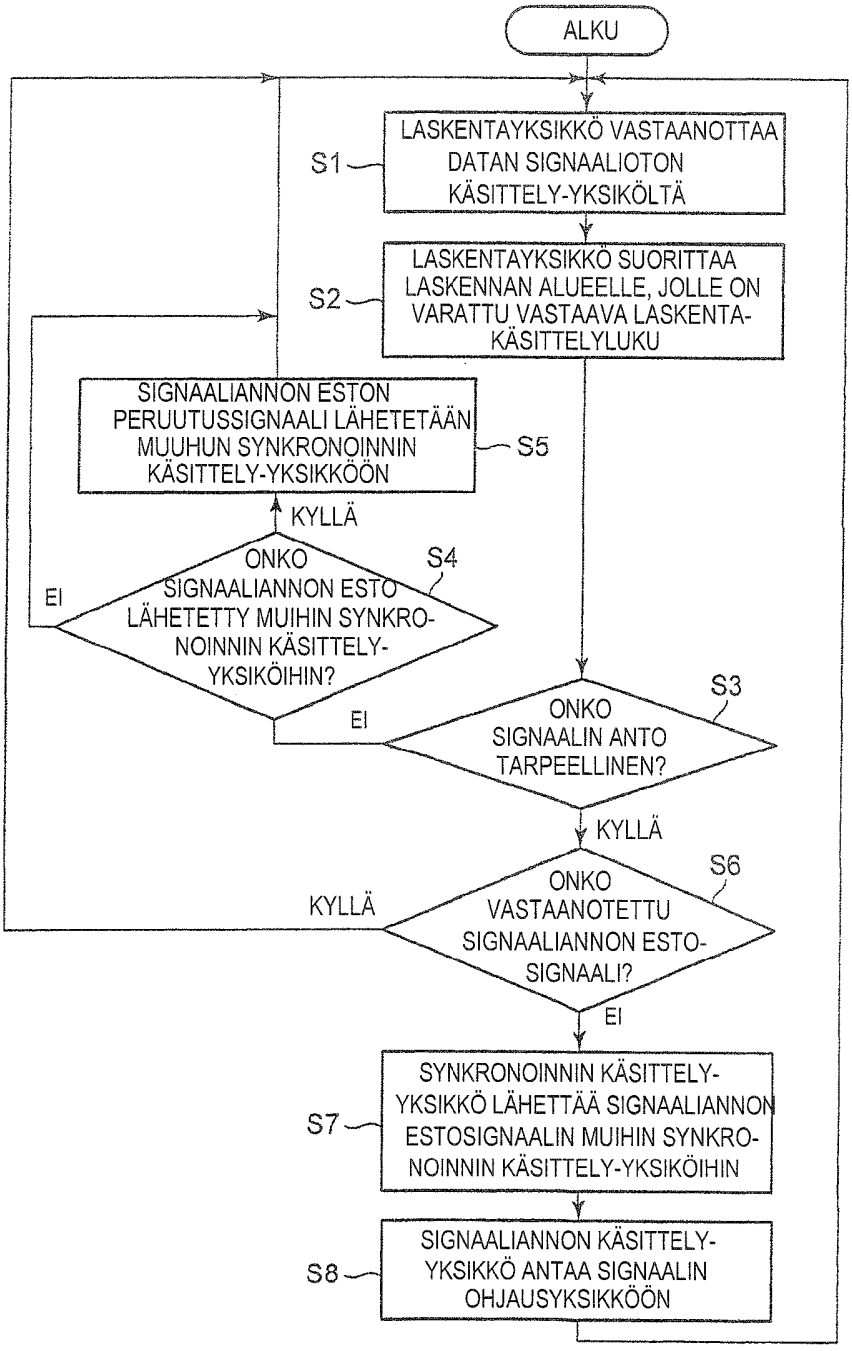
20125881 PRH 24 -08- 2012

FIG. 2



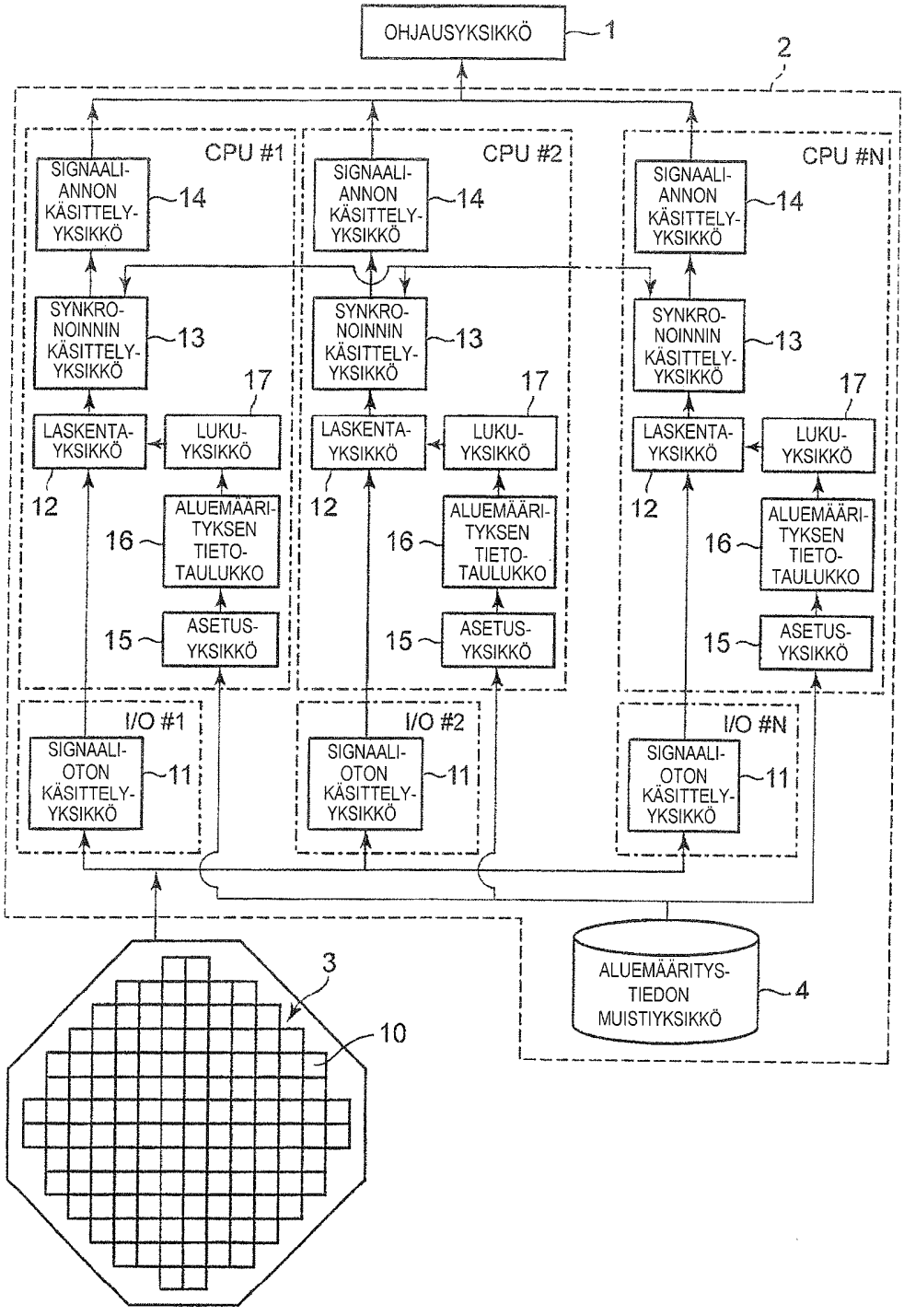
20125881 PRH 24 -08- 2012

FIG. 3



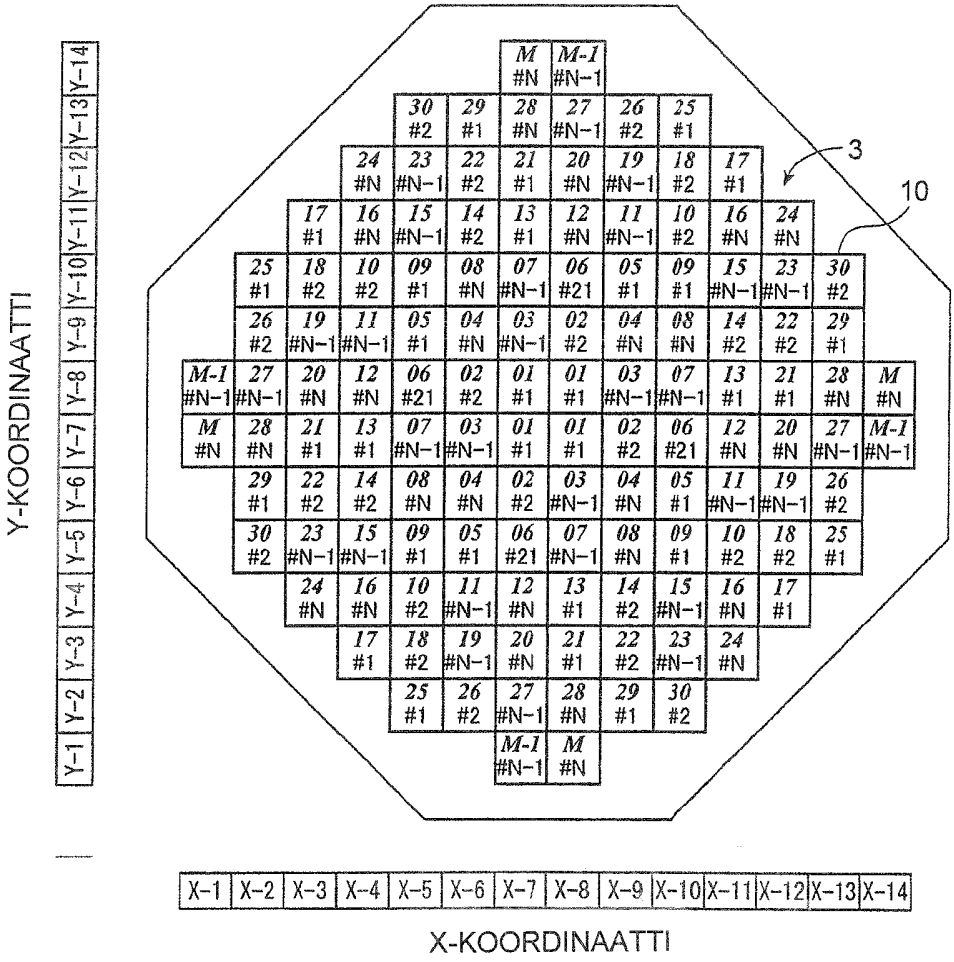
20125881 PRH 24 -08- 2012

FIG. 4



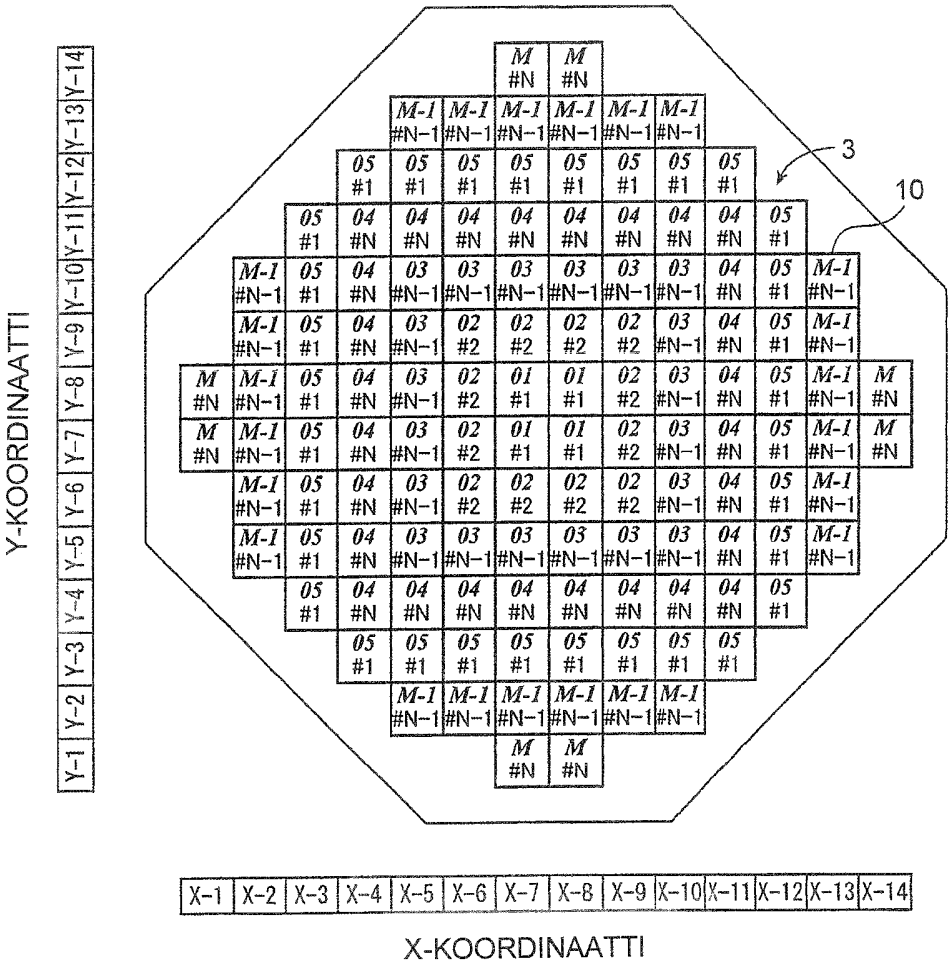
20125881 PRH 24 -08- 2012

FIG. 5



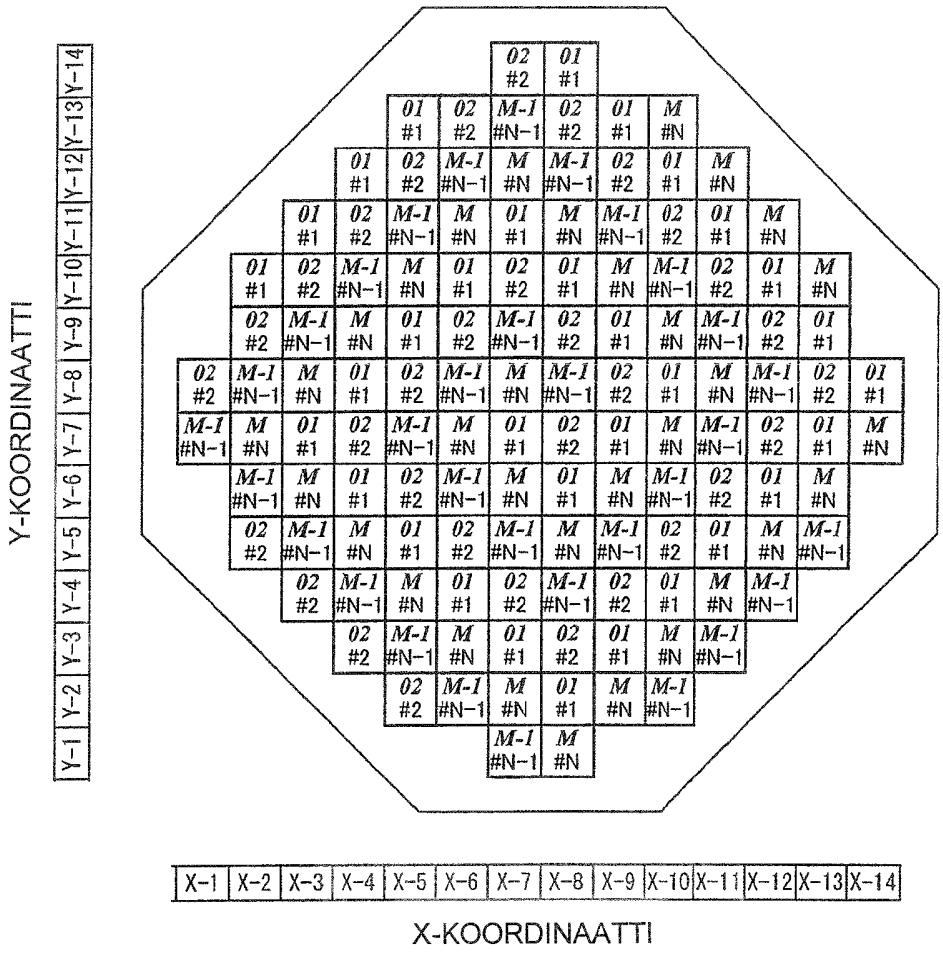
20125881 PRH 24 -08- 2012

FIG. 6



20125881 PRH 24 -08- 2012

FIG. 7



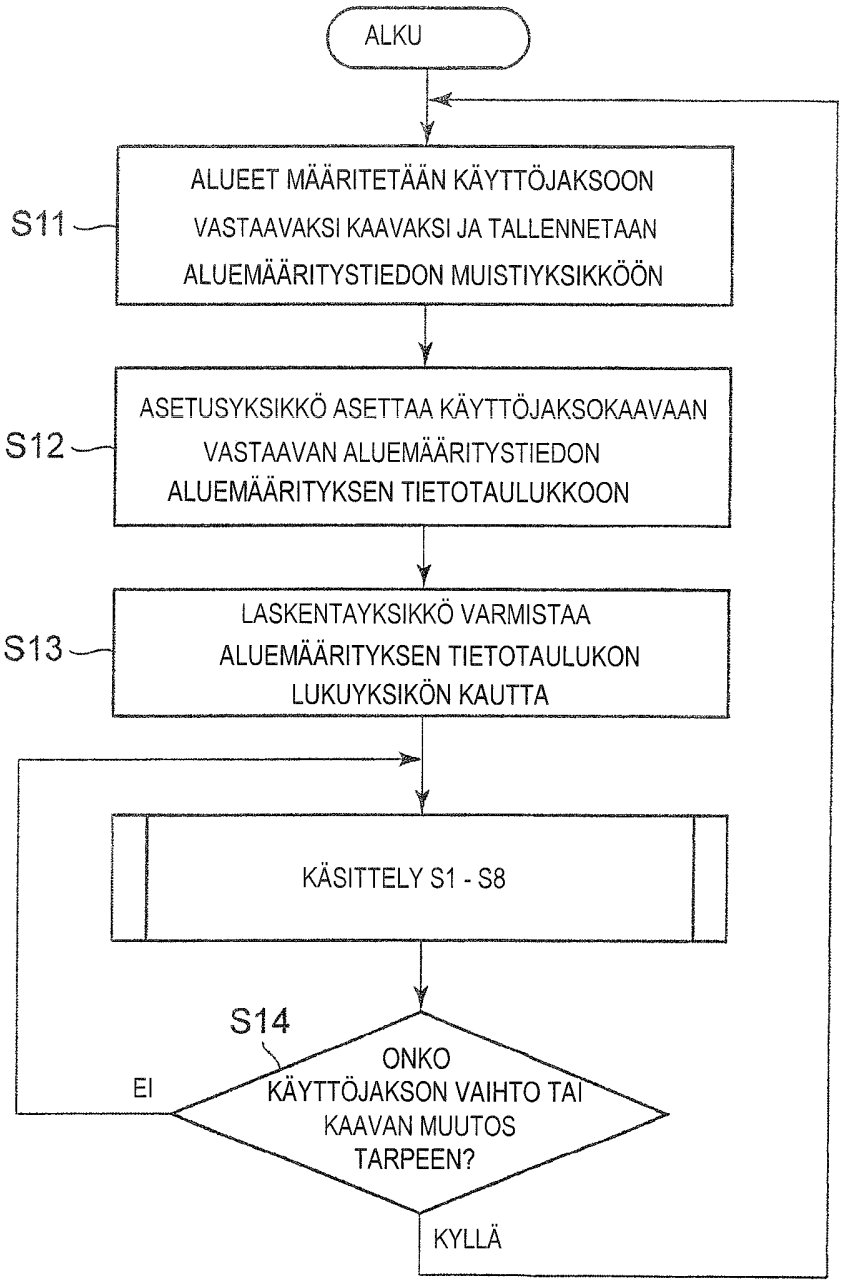
20125881 PRH 24 -08- 2012

FIG. 8

KAAVA	X-KOORDINAATTI - Y-KOORDINAATTI	VALVONTA-ALUE	VARATTU LASKENTA-KÄSITTELYLUKU
1	7–7	01	#1
1	7–8	01	#1
1	:	:	:
1	1–7	M	#N
2	7–7	01	#1
2	7–8	01	#1
2	:	:	:
2	14–8	M	#N
:	:	:	:
X	7–7	01	#1
X	8–7	02	#2
X	:	:	:
X	14–7	M	#N

20125881 PRH 24 -08- 2012

FIG. 9



20125881 PRH 24 -08- 2012