

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

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

(10) **FI 955973 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 955973

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
C03C 13/00

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 12.04.1995

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 13.12.1995

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 13.12.1995

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 13.06.2019

(86) Kansainvälinen hakemus - 12.04.1995 PCT/EP1995/001414
Internationell ansökan - International
application

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

19.04.1994 WO PCT/EP94/01215 30.12.1994 GB 9426429

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Rockwool International A/S, Hovedgaden 584, 2640 Hedehusene, TANSKA, (DK)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Jensen, Soren Lund, Danmark, TANSKA, (DK)

2 •Christensen, Vermund Rust, ROSKILDE, TANSKA, (DK)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Berggren Oy Ab, Antinkatu 3 C, 00100 Helsinki

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

Keinotekoinen lasikuituvilla

Konstgjord glasfiberull

KEINOTEKOINEN LASIKUITUVILLA

Tämä keksintö koskee keinotekoisesta lasimaisesta kuidusta (MMVF=man made vitreous fibres) valmistettua villaa, joka sisältää rautaa ja suhteellisen suuren määrän maa-alkalimetalleja ja pienen määrän alkalimetalleja, ja joka tavallisesti tunnetaan kivi-, kuona- tai basalttivillana.

Tunnetaan erityyppisiä MMV-kuituja.

Perinteisten lasikuitujen valmistuksessa on tunnettua lisätä lasisulaan komponentteja, jotka muodostavat boorioksidia (boraatti). Tämä voi parantaa lasia ja lasisulaa. Boraattipitoiset raaka-aineet ovat kuitenkin kalliita, eikä niitä normaalisti lisätä lainkaan, jos mahdollista, erityisesti silloin, kun tuote sisältää rautaa ja vähän alkalimetalleja ja paljon maa-alkalimetalleja, kuten on asianlaita tavanomaisissa malmi-, kivi- ja kuonasulissa.

Lasivillatuotteissa on tavallisesti suhteellisen korkea alkalimetallipitoisuus (usein yli 13% $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$). Tässä julkaisussa kaikki analyysitulokset ilmaistaan painona koko koostumuksesta oksideina mitattuna. Lasikuidussa ja lasivillassa ei tavallisesti ole rautaa, mutta usein ne myös sisältävät booria. Tyypillisesti ne sisältävät alle 7% Al_2O_3 . E-Glass on kuitenkin lankamainen tai muuten ei-villatuote ja siinä voi olla runsaasti alumiinia ja vähän tai ei ollenkaan alkalimetalleja. Esimerkiksi JP-A-50090719 kuvaa E-Glassia, joka sisältää 15-16% Al_2O_3 , 9,5-10,5% B_2O_3 ja 5% P_2O_5 . Siinä ei ole rautaa ja natriumia.

Lasikuituja on kuvattu EP-A-9418:ssa, jossa todetaan, että ne voivat sisältää monenlaisia valinnaisia komponentteja, muun muassa rautaa, booria ja fosforia. Yksikään esimerkkeinä olevista koostumuksista ei sisällä sekä booria että fosforia, ja niissä kaikissa on yli 13% alkalimetallioksidia.

WO93/07741 kuvaa kuituja, jotka sisältävät 0-4% P_2O_5 , yli 13% Na_2O , ja 8:iin saakka Al_2O_3 ja niitä on tarkoitus käyttää kasvinviljelyssä. B_2O_3 :a voi olla mukana, mutta epäpuhtauksien

kokonaismäärä (mukaanluettuna mahdollisesti mukana oleva B_2O_3) ei saa ylittää noin 1%:a.

Lasivillaa on kuvattu EP-A-412878:ssa, ja niissä on suuri alkalimetallipitoisuus (yli 13%) ja ne sisältävät boraattia. Rautaa niissä ei ole. Fosfori on valinnainen komponentti. Sitä on mukana mahdollisesti parantamassa kuitujen liukoisuutta.

Meillä on tarkoituksena parantaa kuitujen liukoisuutta niissä villoissa, joita yleensä kutsutaan malmi-, kivi-, kuona- tai basalttivilloiksi ja jotka tyypillisesti sisältävät rautaa, pienen määrän alumiinia (alle 10%), pienen määrän alkalimetallia (alle 7%) ja merkittävän määrän maa-alkalimetallia (yli 12%).

On ehdotettu, että olisi toivottavaa saada käyttöön sellaisia villoja, joissa MMV-kuidut ovat liukoisia fysiologiseen väliaineeseen, erityisesti keuhkonesteeseen.

On tunnettua, että kuidun koostumus voi merkittävästi vaikuttaa sen liukoisuuteen. Esimerkiksi julkaisussa W087/05007 esitetään, että kuiduissa, joilla on pieni alumiinioksidipitoisuus, esimerkiksi alle 10 paino-% koostumuksesta, on parempi liukoisuus fysiologisessa ympäristössä. On myös tunnettua, että fosforin lisääminen voi parantaa liukoisuutta fysiologiseen väliaineeseen. Tätä on valaistu kivivillakuitujen tapauksessa esimerkiksi EP-A-459,897:ssä. Tässä esitetään kivivillakuidut, jotka sisältävät 1-10 % fosforia P_2O_5 :nä. Tämän komponentin sanotaan antavan liukoisuuden fysiologiseen väliaineeseen. Voidaan olettaa, että fosforin määrän lisääminen tämän alueen sisällä lisää liukoisuutta.

MMVF-villan valmistuksen aikana kuitujen muodostukseen tarkoitettut komponentit sulatetaan uunissa, kuten sähkö-, kuilu-, tankki- tai kupu-uunissa. Tästä syntyy sula, joka sitten voidaan kuiduttaa. Sulan sulamispiste on tavallisesti noin 1400-1600°C:n vaiheilla, ja niinpä se sulatetaan tämän lämpötilan yläpuolella uunissa. On havaittu, että merkittävien fosforimäärien lisääminen sulaan voi johtaa joihinkin ongelmiin. Fosfori voi esimerkiksi

haihtua uunissa, jolloin syntyy vaikeuksia koostumuksen kontrolloimisessa. Erityisesti fosforimäärän lisääminen voi haitallisesti vaikuttaa sulan viskositeettiin ja ominaisuuksiin. Se lisää riskiä, että sulalle (joka sisältää rautaa ja vähän tai ei ollenkaan alkalimetallia ja vähän alumiinia) tapahtuu faasien erottuminen ja kiteytyminen. Tämä johtaa kiinteän tai kuonamateriaalin muodostumiseen ja kertymiseen sulan muodostamiseen ja sulan muuttamiseen kuiduiksi käytettyyn laitteeseen tai sen pinnalle, ja voi aiheuttaa valurautarakeiden lisääntyneeseen määrään kuidunmuodostusprosessin aikana, jolloin materiaalitehokkuus vähenee ja kustannukset lisääntyvät.

Sen vuoksi olisi toivottavaa muodostaa MMVF-villaa, jolla on sen tyyppiset liukoisuusominaisuudet, jotka voisi tällä villalla olettaa olevan sen vuoksi, että on käytetty suhteellisen suurta fosforipitoisuutta, samalla kun on vältetty valmistusongelmat, jotka liittyvät suhteellisen korkeisiin fosforipitoisuuksiin.

Nämä ongelmat pyrkivät lisääntymään kun fosfaattipitoisuus sulassa kasvaa. Vaikeuksia voi esimerkiksi syntyä, kun fosfaatin pitoisuus nousee yli 5%:n. Joissakin uuneissa voi olla mahdollista käyttää jopa 10% fosfaattia, mutta yleensä prosessitarkoituksissa ei ole toivottavaa käyttää tätä suurempia määriä.

Kuitenkin jopa pienillä alumiinioksiditasoilla, ja erityisesti, kun ei ole mahdollista saada sulaa, jossa on erittäin alhaiset alumiinioksiditasot, kuitujen liukenemisnopeudet eivät ole niin suuret kuin olisi toivottavaa näillä fosfaattimäärillä.

Sen vuoksi olisi toivottavaa parantaa MMV-kuitujen liukoisuutta fysiologiseen väliaineeseen ilman, että tarvitsee käyttää sellaisia fosfaattimääriä, jotka johtavat prosessointiongelmien.

Fosforia ja booria sisältävät kuidut mainitaan W094/23801:ssä, josta tämä hakemus vaatii etuoikeutta.

Keksinnön mukaan tarjotaan käyttöön MMVF-villa, joka on muodostettu kuiduista, jotka puolestaan on muodostettu koostu-

muksesta, jossa on seuraavat oksidien painoprosentit (rauta ilmaistuna FeO:na):

SiO ₂	35-66%
Al ₂ O ₃	10%:iin saakka
CaO	10-45%
MgO	2-30%
FeO	10%:iin saakka
Na ₂ O + K ₂ O	0-7%
TiO ₂	0-10%
P ₂ O ₅ + B ₂ O ₃ ja muut alkuaineet	- 20%:iin saakka

ja joka sisältää sekä P₂O₅ että B₂O₃.

Havaitsimme yllättäen, että fosfaatti- ja boraattipitoisen sulan käyttäminen voi antaa kuituja, joilla on riittävä fysiologinen liukoisuus, joka saadaan sulasta, jossa on yhdistelmä hyvästä prosessoitavuudesta, viskositeetista ja lämpötilaominaisuuksista, erityisesti kun Al₂O₃:n määrä on matala.

Havaitsimme, että 10%:n yläraja fosfaatin määrässä auttaa vähentämään valmistusongelmia, erityisesti faasien erottumista. Määrä on edullisesti 6% tai vähemmän ja on tavallisesti alle 5%. Havaitsimme, että boraatin lisääminen nostaa kuitujen fysiologista liukoisuutta ilman, että täytyy käyttää suurempia määriä fosfaattia, ja mahdollistaa fosfaatin käytön jopa alle 5%:n määrinä jolloin riittävä fysiologinen liukoisuus säilyy. Havaitsimme myös, että boraatilla on sellainen lisäetu, että se parantaa sulan fysikaalisia ominaisuuksia, erityisesti se auttaa alentamaan sulan sulamispistettä, jolloin faasien erottumisen riski pienenee.

Havaitsimme myös, että boorin käyttö fosforipitoisissa kuiduissa johtaa parantuneisiin kuituominaisuuksiin. Esimerkiksi vetolujuutta, kimmomodulia ja pituuden suhdetta halkaisijaan voidaan parantaa. Vetolujuus voi olla >700 MPa. Kuitujen kimmomoduli voi olla <150 GPa. Pituuden suhde halkaisijaan voi olla >700, erityisesti kun kuidut on valmistettu kaskadikehräyksellä.

Koostumuksen sulaviskositeetti 1400°C:ssa on edullisesti 1-7 Ns/m² (10-70 poisea), edullisesti 1,5-3 Ns/m² (15-30 poisea).

Kuitujen liukenemisnopeus pH:ssa 7,5 on edullisesti ainakin 30 nm/päivä, ja edullisesti ainakin 50 tai ainakin 60 nm/päivä, mitattuna kiintoasennusmenetelmällä, joka on kuvattu julkaisussa Environmental Health Perspectives, Vol. 102, Supplement 5, lokakuu 1994, sivut 83-86.

Keksinnön villaa voidaan käyttää millä tahansa tunnetulla tavalla. Keksinnön mukaan tarjotaan siis käyttöön menetelmä MMVF-villan valmistamiseksi, joka on muodostettu kuiduista, joilla on edellä kuvattu koostumus,

jolloin menetelmä käsittää sen, että

valitaan raaka-aineita, joista koostumus saadaan,
valitaan uuni,

pannaan raaka-aineet uuniin ja kuumennetaan ne lämpötilaan 1400-1600°C, jolloin syntyy sula,
kuidutetaan sula, ja
kerätään kuidut talteen villana.

Tässä prosessissa löytyvät kaikki edellä kuvatut prosessointiominaisuuksien edut. Edullisesti keksinnön villa on valmistettu tällä keksinnön menetelmällä.

Keksinnön prosessissa raaka-aineet, joita käytetään sulan saamiseksi, voivat olla mitä tahansa tunnettuja raaka-aineita, jotka antavat koostumuksen muodostavat osat. Käyttökelpoisia raaka-aineita ovat esimerkiksi diabaasi, sementti, savi, oliviinihiekkä, kvartsihiekkä, valimon jätehiekkä, rasoriitti, colemaniitti ja muut booripitoiset materiaalit, konvertterin kuona, masuunin kuona, sähkökaariuunin kuona, rautaoksidi, jättekivivilla, jäteasbesti, kalkki, sooda, jätelasi, dolomiitti, bauksiitti, rautasilikaatti, kaoliini, kalsiumfosfaatti, kvartsihiekkä ja muut tunnetut sula-ainesosat.

Sulakoostumus ja sitä kautta myös syntyneiden kuitujen koostumus käsittää edullisesti ainakin 45%, usein ainakin 47 tai 48% SiO_2 . Määrä on tavallisesti alle 64 tai 65%, edullisesti alle 60%. Usein SiO_2 :n määrä on 53,5-64%.

Koostumuksessa on edullisesti matala alumiinioksidipitoisuus, yleensä alle 6% ja edullisesti alle 4%. Yleensä on hyvin kallista käyttää raaka-aineita, jotka eivät sisällä lainkaan alumiinioksidia, niinpä Al_2O_3 :a on mukana jonkin verran, tavallisesti ainakin 0,5%, vaikka alumiinioksidin määrät pidetään yleensä niin alhaisina kuin mahdollista, edullisesti alle 3 tai 2%. Määrät 1-4% ovat yleensä sopivia.

Koostumus käsittää tavallisesti ainakin 5%, yleensä ainakin 10% ja edullisesti ainakin 15% maa-alkalimetallien oksideita (CaO ja MgO). Yleensä määrä ei ole enempää kuin 50%. Edullisesti CaO :ta on mukana 10-35%. Joissakin koostumuksissa määrät 10-20% ovat edullisia, mutta toisissa määrät 15-30% ovat edullisia. MgO :ta on tavallisesti mukana ainakin 1%, usein 5-20%, edullisesti 7-20%. Sitä voi olla esimerkiksi 5-15%.

Koostumus sisältää rautaa, ja määrä on aina 10%:iin saakka koko koostumuksen painosta, mitattuna FeO :na. Edullisesti rautaa on mukana ainakin 0,5 tai 1%. Määrät 4%:iin saakka ovat usein sopivia, mutta määrä voi olla jopa 9 tai 10%, esim. alueella 6,5-9%.

Koostumus voi sisältää alkalimetalleja (Na_2O ja K_2O) määriä 0%:sta aina 6 tai 7 %:iin saakka. Yleensä Na_2O :ta on mukana 0%:sta aina 4%:iin saakka, ja K_2O :ta on mukana aina 2%:iin saakka. Tavallisesti molempia on mukana ainakin 0,1%, mutta molemmat ovat valinnaisia, eikä niitä tarvitse käyttää.

Fosfaattia on mukana koostumuksessa yleensä 0,5-10%, mitattuna P_2O_5 :na, ja määrä on usein alueella 3-6%. Prosessointia varten on toivottavaa pitää fosfaatin määrä niin alhaisen kuin mahdollista, lisäen kuitenkin riittävä määrä antamaan riittävä liukenemisvaikutus. Edullisesti fosfaatin määrä on ainakin 0,5%, mutta alle

5% (esim. 4,5%:iin saakka), edullisemmin alle 4%. Tavallisesti se on ainakin 2% tai 3%.

Boraattia lisätään käyttökelpoinen määrä aina 10%:iin saakka, mitattuna B_2O_3 :na. Määrä on edullisesti yli 0,5 tai 1%. Yleensä tulisi lisätä riittävästi nostamaan sopivasti fysiologista liukenemisnopeutta, mutta suurten boraattimäärien lisääminen vaatii erittäin kalliiden raaka-aineiden käyttöä. Boraatin määrät alle 5% (esim. 4,5% ja sen alle) voivat antaa hyviä tuloksia taloudellisessa mielessä, mutta määrät 7 tai 8%:iin saakka ovat joskus edullisia. Määrän täytyy olla riittävä antamaan käyttökelpoinen teho, ja niinpä on tavallista käyttää yli 0,5 tai 1% ja edullisesti määrä on ainakin 3%. B_2O_3 :n määrä on tavallisesti pienempi kuin P_2O_5 :n määrä taloudellisuussyistä.

TiO_2 :n käyttö on valinnaista. Jos sitä on mukana, sen määrä on tavallisesti 0,1-2%. Sulakoostumus voi lisäksi sisältää 0-20% muita aineita, esimerkiksi BaO , ZnO , ZrO_2 , F_2 , MnO , Li_2O , SrO . Muiden aineiden kokonaismäärä ei tavallisesti ole enempää kuin 5%, tai korkeintaan 10%.

Sulan ja kuitujen koostumus sisältää erityisen edullisesti:

SiO_2 45-64%, edullisesti 47-60 tai 48-60%
 Al_2O_3 0,5-4%
 CaO 10-35%
 MgO 5-20%, edullisesti 5-15 tai 7-15%
 FeO 1-10%, edullisesti 1-9%
 Na_2O 0-4%
 K_2O 0-2%
 TiO_2 0-2%
 P_2O_5 ainakin 0,5%, mutta edullisesti alle 5%
 B_2O_3 ainakin 0,5%, mutta edullisesti alle 5%
 muita alkuaineita 0-5%

jolloin kaikki prosentit ovat koko koostumuksen painosta, ja rautaoksidit on mitattu FeO :na.

Raaka-aineet viedään uuniin, jossa ne kuumennetaan lämpötilaan 1400-1600°C sulan saamiseksi. Yleensä ne lämmitetään ainakin 1450°C:een, edullisesti välille 1450-1540°C, yleensä 1480-1520°C:n vaiheille.

Uunit, joita keksinnössä voidaan käyttää muodostamaan sulaa, joka kuidutetaan, ovat kupu-uunit, öljy- ja/tai kaasutoimiset kuilu- tai tankkiuunit tai sähköuunit. Näissä uuneissa keksintö on erityisen edullinen, vaikka koostumuksella on etuja käytettäessä muunkintyyppisiä uuneja. Edullisia uuneja ovat ne, joissa virtaa merkittäviä määriä ilmaa. Kuonanmuodostus- ja haihtumisongelmat voidaan keksinnön avulla minimoida.

Sula kuidutetaan millä tahansa tunnetulla tavalla. Erityisesti se voidaan kuiduttaa kaatamalla nopeasti pyörivään kuppiin, jolla on olennaisesti vaakasuora pohja ja reijitetyt sivuseinät, joista sula vedetään ulos kuituina, tai kaatamalla yhdelle tai useammalle kehrupyörälle. Pyörä tai pyörät on kiinnitetty erilliselle vaakasuoralle akselille. Sula, joka kaadetaan kehrupyörän ympäristöön, poistuu kuituina. Vaikka voidaankin käyttää vain yhtä pyörää, on edullista käyttää kaskadijärjestelmää, jossa sula kaadetaan ylimmän roottorin päälle pyörivien roottoreiden sarjassa, joista kukin on kiinnitetty erilaiseen, olennaisesti vaakasuoraan akseliin ja järjestetty siten, että sula valuu ylimmästä roottorista seuraavaan roottoriin, tai sarjan jokaiseen seuraavaan peräkkäiseen roottoriin, niin että mineraalikuidut valuvat pois kustakin myöhemmästä roottorista keräyskammioon. Voidaan käyttää mitä tahansa tunnettua laitetta, joka on tarkoitettu mineraalisulien kuiduttamiseen villan muodostamiseksi, mutta erityisen edullinen laite on kuvattu patenttijulkaisussamme W092/06047.

Kuidut voidaan sitten kerätä rainana tai levynä. Raina voi olla ristikkäin limitetty levyn muodostamiseksi. Levy voidaan yhdistää halutuksi MMVF-villatuotteeksi tunnetulla tavalla.

Levyssä on tavallisesti mukana sideainetta. Se voidaan esimerkiksi suihkuttaa kuiduille ennen kuin ne kerätään rainana tai levynä.

Villa voi olla muotoiltujen levyjen tai muiden osien muodossa tai se voi olla kehrättyjen lankojen tai mineraalivillakuitujen rakeiden muodossa, tai näistä kehrätyistä langoista tai rakeista muodostettujen artikkeleiden muodossa.

MMVF-villaa voidaan käyttää mihin tahansa MMVF-villan tavanomaiseen tarkoitukseen, esimerkiksi kasvienviljelyn kasvualustana, äänen tai lämmön eristykseen ja suojaukseen, tulenkestävyyden ja suojauksen saavuttamiseen, sekä täyteaineena tai lujittamiseen.

Seuraavat ovat esimerkkejä sopivista koostumuksista (määritetty röntgensädefluoresenssianalyysillä ja mitattu paino-%:na) ja niiden liukenemisnopeus pH:ssa 7,5 nanometreinä päivässä. Kukin koostumus voidaan sulattaa kupu-uunissa ja kuiduttaa kuten julkaisussa WO92/06047.

Koostumukset 1, 2, 3 ja 4 ovat keksinnön mukaisia, kun taas 1A, 1B, 2A, 3A ja 4A ovat approksimoituja vertailuaineita ja osoittavat sen, että boorin välttäminen alentaa liukenemisnopeutta. Boraattivapaat vertailukoostumukset ovat taipuvaisia kuonanmuodostukseen, erityisesti suurilla fosforipitoisuuksilla.

Koostumukset	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	B ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Liukene- misnopeus pH:ssa 7,5
1	53,4	3,6	0,5	2,5	16,9	10,1	3	0,5	5,1	3,2	65,5
1A	56,4	3,5	0,5	1,8	19,7	10,7	4,3	0,5	0	2,8	40,3
1B	54,6	4,3	0,6	2,8	15,6	10,6	4,7	0,6	0	1,3	8,6
2	58,1	3,3	0,5	2,1	18,9	10,3	3,4	0,5	3,2	2,5	53,9
2A	56,4	3,5	0,5	1,8	19,7	10,7	4,3	0,5	0	2,8	40,3
3	47,8	1	0,1	1,1	33,2	8,3	0,1	0,1	2,2	4	54,8
3A	46,9	2,4	0,4	1,3	32	9,2	0,1	0,5	0	6	23,8
4	54,2	2,4	0,1	3,9	21,2	8,2	0,1	0,3	5,9	2,2	57,9
4A	53,2	3,2	0,1	7,3	23,4	5,3	0,1	0,3	0	3,6	16,7

PATENTTIVAATIMUKSET

1. MMV-kuiduista muodostettu mineraalivilla, jolla on seuraava koostumus ilmaistuna oksideina koko koostumuksen painosta:

SiO ₂	35-66%
Al ₂ O ₃	10%:iin saakka
CaO	10-45%
MgO	2-30%
FeO	10%:iin saakka
Na ₂ O + K ₂ O	0-7%
TiO ₂	0-10%
P ₂ O ₅ + B ₂ O ₃	ja muut alkuaineet - 20%:iin saakka

ja joka sisältää sekä P₂O₅ että B₂O₃.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen villa, tunnettu siitä, että Al₂O₃:a on 4%:iin asti ja sekä P₂O₅:a että B₂O₃:a on 10%:iin saakka.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen villa, tunnettu siitä, että SiO₂:a on 53,5-65%, CaO:ta 10-30%, MgO:ta 5-20% ja FeO:ta aina 9%:iin asti.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen villa, tunnettu siitä, että koostumus sisältää

SiO ₂	53,5-64 paino-%
Al ₂ O ₃	4 paino-%:iin saakka
CaO	10-20 paino-%
MgO	10-20 paino-%
FeO	6,5-9 paino-%
P ₂ O ₅ + B ₂ O ₃	20 paino-%:iin saakka ja kumpaakin korkeintaan 10%.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen villa, tunnettu siitä, että koostumus sisältää

SiO ₂	53,5-65 paino-%
Al ₂ O ₃	4 paino-%:iin saakka
CaO	15-30 paino-%
MgO	5-15 paino-%
FeO	4 paino-%:iin saakka
P ₂ O ₅ + B ₂ O ₃	20 paino-%:iin saakka ja kumpaakin korkeintaan 10%.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen villa, t u n n e t t u siitä, että koostumus sisältää P₂O₅:a ja B₂O₃:a ja

SiO ₂	45-60%
Al ₂ O ₃	0,5-4%
CaO	10-35%
MgO	5-15%
FeO	1-10%
Na ₂ O	0-4%
K ₂ O	0-2%
TiO ₂	0-2%
muita alkuaineita	0-5%.

7. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen mukainen villa, t u n n e t t u siitä, että se sisältää P₂O₅:a 1-5% ja B₂O₃:a 1-10%, edullisesti 1-5%.

8. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen mukainen villa, t u n n e t t u siitä, että P₂O₅:n määrä on 0,5-4,5% ja/tai B₂O₃:n määrä 0,5-4,5%.

9. Minkä tahansa edellisen patenttivaatimuksen mukainen villa, t u n n e t t u siitä, että sen liukenemisnopeus pH:ssa 7,5 on ainakin 30 nm/päivä.

10. Menetelmä missä tahansa edellisessä patenttivaatimuksessa määritellyn MMVF-villan valmistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

valitaan raaka-aineita, joista koostumus syntyy,

valitaan uuni,
kuumennetaan raaka-aineet uunissa lämpötilaan 1400-1600°C,
jolloin syntyy sula
kuidutetaan sula, ja kerätään kuidut talteen villana.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u
siitä, että uuni on kupu-uuni.