

19



Bureau voor de
Industriële Eigendom
Nederland

11 1021962

12 C OCTROOI²⁰

21 Aanvraag om octrooi: 1021962

51 Int.Cl.⁷
B24D3/34

22 Ingediend: 20.11.2002

30 Voorrang:
21.11.2001 US 09/990647

41 Ingeschreven:
27.05.2003 I.E. 2003/08

47 Dagtekening:
02.12.2003

45 Uitgegeven:
02.02.2004 I.E. 2004/02

73 Octrooihouder(s):
Saint- Gobain Abrasives, Inc. te Worcester,
Massachusetts, Verenigde Staten van Amerika
(US).

72 Uitvinder(s):
Srinivasan Ramanath te Holden, Massachusetts
(US)
Sergej-Tomislav Buljan te Acton,
Massachusetts (US)
Jason Robert Wilson te Ayer, Massachusetts
(US)
Jeri Ann Sachie Ikeda te Framingham,
Massachusetts (US)

74 Gemachtigde:
Mr. G.L. Kooy c.s. te 2514 BB Den Haag.

54 Poreus slijpgereedschap en werkwijze voor het maken daarvan.

57 De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een slijpproduct dat ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit bevat en dat bruikbaar is als segment voor een gesegmenteerde slijpschijf. De uitvinding heeft ook betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van het slijpproduct. De werkwijze omvat het mengen van een mengsel van slijpmiddelkorrel, bindmiddelmateriaal en dispersoïdedeeltjes, waarbij het mengsel ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% dispersoïdedeeltjes bevat. In één uitvoeringsvorm omvat het mengsel ongeveer 50 tot ongeveer 80 vol.% dispersoïdedeeltjes. In een andere uitvoeringsvorm omvat het mengsel een organisch bindmiddelmateriaal en ongeveer 40 tot 80 vol.% dispersoïdedeeltjes. Het poeder-mengsel wordt vervolgens geperst tot een slijpmiddelbevattende composiet en thermisch verwerkt. Na afkoeling wordt de composiet ondergedompeld in een oplosmiddel dat vrijwel alle dispersoïdedeeltjes oplost, waarbij een sterk poreus gebonden slijpproduct achterblijft.

NL C 1021962

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

5

POREUS SLIJPGEREEDSCHAP EN WERKWIJZE VOOR HET MAKEN

DAARVAN

10 De onderhavige uitvinding heeft in het algemeen
betrekking op slijpmiddelen en slijpgereedschappen die ge-
schikt zijn voor het slijpen en polijsten van harde en/of
brosse materialen. De uitvinding heeft meer in het bijzon-
der betrekking op sterk poreuze, gebonden slijpproducten
15 met een structuur van onderling verbonden poriën en werk-
wijzen voor het maken daarvan. De slijpmiddelen van de uit-
vinding kunnen gebruik worden bij slijpbewerking met grote
prestaties zoals slijpen van de achterkant van silicium-,
aluminiumoxaantitaancarbide- en siliciumcarbide-wafels die
20 gewoonlijk gebruikt worden bij de vervaardiging van elek-
tronische onderdelen.

Het gebruik van poreuze slijpmiddelen voor het
verbeteren van mechanisch slijpen is bekend. Poriën ver-
schaffen in het algemeen toegang aan slijpvloeistoffen, zo-
25 als koelmiddelen en smeermiddelen die efficiënt snijden be-
vorderen, metallurgische schade (bijvoorbeeld verbranding
van het oppervlak) minimaliseren en de levensduur van het
gereedschap maximaliseren. Poriën maken ook de vrijloop mo-
gelijk van materiaal (bijvoorbeeld krullen of draaispanen)
30 dat verwijderd wordt van een voorwerp dat geslepen wordt,
wat met name belangrijk is als het voorwerp dat geslepen
wordt betrekkelijk zacht is, of wanneer de oppervlakte-
afwerking hoge eisen stelt (bijvoorbeeld het slijpen van de
achterkant van siliciumwafels).

35 Eerdere pogingen om slijpproducten en/of slijp-
gereedschappen met porositeit te vervaardigen, kunnen in
het algemeen in twee categorieën ingedeeld worden. In de

eerste categorie wordt een poriënstructuur tot stand gebracht door het toevoegen van een organisch poriëninduce-
rend medium (zoals gemalen walnootschillen) aan het slijp-
product. Een dergelijk medium ontleeft thermisch bij gloei-
5 en, zodat holten of poriën in het geharde slijpgereedschap
achterblijven. Voorbeelden van deze categorie zijn
US 5.221.294, verleend aan Carmen cs. en US 5.429.648 ver-
leend aan Wu, en de Japanse octrooien A-91-161273 verleend
aan Grotoh cs., en A-91-281174 verleend aan Satoh cs. In de
10 tweede categorie kan een poriënstructuur tot stand gebracht
worden door het toevoegen van een materiaal met gesloten
cellen zoals bellenbevattende aluminiumoxide aan het slijp-
product. Zie bijvoorbeeld US 5.203.886 verleend aan Sheldon
cs.

15 Volgens een andere benadering beschrijven Wu cs.
in US 5.738.696 en US 5.738.697, welke publicaties door
verwijzing hier in hun geheel worden opgenomen, een slijp-
product dat vezelachtige slijpmiddelkorrels met een verhou-
ding van lengte en diameter van ten minste 5:1 bevat, en
20 een werkwijze voor het vervaardigen daarvan. De slechte
pakkings-eigenschappen van de langwerpige slijpmiddelkorrels
resulteren in een slijpproduct dat een toegenomen porosi-
teit en permeabiliteit heeft en geschikt is voor slijpen
met grote prestaties.

25 Omdat de vraag van de markt naar precisieonderde-
len in producten zoals machines, hittebestendige inrichtin-
gen en elektronische inrichtingen (bijvoorbeeld silicium-
en siliciumcarbide-wafels, magneetkoppen en beeldschermen)
is gegroeid, is de behoefte aan verbeterde slijpgereed-
30 schappen voor nauwkeurig fijnslijpen en polijsten van kera-
mische materialen en andere betrekkelijk harde en/of brosse
materialen toegenomen. De bekende slijpgereedschappen
blijken bovenstaande behoeften niet geheel te bevredigen.
Er bestaat derhalve behoefte aan verbeterde slijpproducten
35 en slijpgereedschappen en met name aan die welke een
betrekkelijk grote porositeit hebben.

In één aspect heeft de onderhavige uitvinding betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een slijpproduct. De werkwijze omvat het mengen van een mengsel van slijpmiddelkorrel, bindmiddelmateriaal en dispersoïde-
5 deeltjes, waarbij het mengsel ongeveer 0,5 tot ongeveer 25 vol.% slijpmiddelkorrels, ongeveer 19,5 tot ongeveer 49,5 vol.% bindmiddelmateriaal en ongeveer 50 tot ongeveer 80 vol.% dispersoïdedeeltjes. De werkwijze omvat verder het
10 persen van een mengsel tot een slijpmiddelbevattende composiet, het thermisch verwerken van de composiet en het onderdompelen van de composiet in een oplosmiddel gedurende een voldoende lange tijd voor het nagenoeg volledig oplossen van de dispersoïde, waarbij de dispersoïde in het oplosmiddel oplosbaar is. Bovendien zijn de slijpmiddelkorrel en het bindmiddelmateriaal nagenoeg onoplosbaar in het oplosmiddel. In één variant van dit aspect bevat het bindmiddelmateriaal ongeveer 35 tot ongeveer 85 gew.% koper, ongeveer 15 tot ongeveer 65 gew.% tin en ongeveer 0,2 tot ongeveer 1,0 gew.% fosfor. In een andere variant
20 van dit aspect omvat de dispersoïde korrelvormig natriumchloride en omvat het oplosmiddel kokend water.

In een ander aspect heeft de uitvinding betrekking op een slijpsegment voor een gesegmenteerde slijpschijf. Het slijpsegment omvat een composiet die een aantal superslijpmiddelkorrels en een metaalbindmiddelmatrix bevat die
25 aan elkaar gesinterd zijn bij een temperatuur tussen ongeveer 370 en ongeveer 795°C, waarbij de composiet een aantal erin verdeelde, onderling verbonden poriën bevat, de composiet ongeveer 0,5 tot ongeveer 25 vol.% slijpmiddelkorrels, ongeveer 19,5 tot ongeveer 49,5% metaalbindmiddel en ongeveer 50 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit bevat. De metaalbindmiddelmatrix bevat ongeveer 35 tot ongeveer 70 gew.% koper, ongeveer 30 tot ongeveer 65 gew.% tin en ongeveer 0,2 tot ongeveer 1,0 gew.% fosfor. De meeste
35 superslijpmiddelkorrels worden gekozen uit de groep bestaande uit diamant en kubisch boornitride, waarbij de

superslijpmiddelkorrels een gemiddelde deeltjesgrootte van minder dan ongeveer 300 μm hebben.

In een ander aspect heeft de uitvinding betrekking op een gesegmenteerde slijpschijf. De slijpschijf omvat een kern met een minimale specifieke sterkte van 2,4 $\text{MPa}\cdot\text{cm}^3/\text{g}$,
5 een kerndichtheid van 0,5 tot 8,0 g/cm^3 en een cirkelvormige omtrek. De slijpschijf bevat verder een slijprand die een aantal segmenten omvat, waarbij elk van de segmenten een composiet omvat met een aantal slijpmiddelkorrels en
10 een metaalbindmiddelmatrix die aan elkaar gesinterd zijn bij een temperatuur tussen ongeveer 370 en ongeveer 795°C, de composiet een aantal erin gerangschikte onderling verbonden poriën heeft en de composiet ongeveer 50 tot 80 vol.% onderling verbonden porositeit heeft. De slijpschijf bevat verder een thermisch stabiel bindmiddel tussen
15 de kern en elk van het aantal segmenten.

In een ander aspect heeft de uitvinding betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een slijpproduct met ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden
20 porositeit. De werkwijze omvat het mengen van een mengsel van slijpmiddelkorrels, organisch of ander niet-metaalbindmiddelmateriaal en dispersoïdedeeltjes, waarbij het mengsel ongeveer 0,5 tot ongeveer 25 vol.% slijpmiddelkorrels, ongeveer 19,5 tot ongeveer 65 vol.% organisch bindmiddelmateriaal en ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% dispersoïde-
25 deeltjes bevat. De werkwijze omvat verder het persen van het mengsel tot een slijpmiddelbevattende composiet, het thermisch verwerken van de composiet, het onderdompelen van de composiet in een oplosmiddel gedurende een tijd die
30 voldoende is om de dispersoïde vrijwel volledig op te lossen, waarbij de dispersoïde in het oplosmiddel oplosbaar is. Volgens een variant van dit aspect omvat de dispersoïde korrelvormige suiker en omvat het oplosmiddel water.

Volgens een ander aspect heeft de uitvinding betrekking op een slijpsegment voor een gesegmenteerde slijpschijf. Het slijpsegment omvat een composiet die een aantal
35 superslijpmiddelkorrels en een niet-metaalbindmiddelmaterie-

riaalmatrix bevat die aan elkaar gehard zijn, waarbij de composiet een aantal erin gerangschikte onderling verbonden poriën bevat en de composiet ongeveer 0,5 tot ongeveer 25 vol.% slijpmiddelkorrels, ongeveer 19,5 tot ongeveer 65% niet-metaalbindmiddel en ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden corrositeit bevat. De superslijpmiddelkorrels worden gekozen uit de groep van diamant en kubisch boornitride en de slijpmiddelkorrels hebben een gemiddelde deeltjesgrootte van minder dan ongeveer 300 μm .

10 Volgens een verder aspect heeft de uitvinding betrekking op een gesegmenteerde slijpschijf. De slijpschijf omvat een kern met een minimale specifieke sterkte van 2,4 MPa·cm³/g, een kerndichtheid van 0,5 tot 8,0 g/cm³ en een cirkelvormige omtrek. De slijpschijf omvat verder een slijprand die een aantal segmenten bevat waarbij elk van de segmenten een composiet omvat van slijpmiddelkorrels en een niet-metaalbindmiddelmatrix die aan elkaar gehard zijn, waarbij de composiet een aantal daarin gerangschikte onderling verbonden poriën bevat en ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden corrositeit bevat. De slijpschijf bevat verder nog een thermisch stabiel bindmiddel tussen de kern en elk van het aantal segmenten.

Figuur 1 is een schematische weergave van één uitvoeringsvorm van een slijpsegment van de uitvinding; en

25 Figuur 2A is een gedeeltelijke schematische weergave van één uitvoeringsvorm van een slijpschijf die zestien van de slijpsegmenten van figuur 1 bevat;

Figuur 2B is een dwarsdoorsnede langs lijn "A-A" van figuur 2A; en

30 Figuur 2C is een gedeeltelijke vergrote weergave die het gedeelte 110 van figuur 2B toont.

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een poreus slijpproduct dat gebruikt kan worden bij met precisie slijpen, polijsten en snijden. Eén voorbeeld van de slijpschijf van de uitvinding is een slijpsegment 10 voor een gesegmenteerde slijpschijf 100 (zie bijvoorbeeld figuren 1 en 2A die hieronder in meer bijzonderheden bij voor-

beeld 1 besproken worden). Eén uitvoeringsvorm van dit slijpproduct van de uitvinding bevat ongeveer 50 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit. Een andere uitvoeringsvorm van een slijpproduct van de uitvinding omvat een niet-metaalbindmiddel, zoals een organisch bindmiddel materiaal (bijvoorbeeld fenolhars) en bevat ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit. De uitvinding heeft ook betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van poreuze slijpproducten. Slijpschijven (bijvoorbeeld slijpschijf 100) die één of meer van de slijpproducten (bijvoorbeeld segment 10) van de uitvinding bevatten, zijn potentieel voordelig voor hoogglanslijpen van harde en/of brosse materialen zoals siliciumwafels, siliciumcarbide, aluminiumoxidetitaancarbide en dergelijke. Deze slijpschijven kunnen het verdere voordeel bieden dat zij de noodzaak tot het scherpen (of op een andere manier conditioneren) van het slijpvlak van de slijpschijf tijdens hoogglanslijpen van bovenstaande materialen elimineren. Andere potentiële voordelen van de uitvinding zullen duidelijk worden in de volgende bespreking en voorbeelden.

Eén aspect van de onderhavige uitvinding was het besef, in tegenstelling tot de gebruikelijke ideeën (zie bijvoorbeeld Japans octrooi 60-118.469 verleend aan Ishihara) dat slijpproducten die meer dan 50 vol.% onderling verbonden porositeit bevatten en in het bijzonder ongeveer 50 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit bevatten, superieure slijpprestaties kunnen geven bij het slijpen van harde en/of brosse materialen, vrijwel zonder de mechanische integriteit van het slijpproduct op te offeren. Uitvoeringsvormen van de slijpproducten van de uitvinding bevatten derhalve ten minste 50 vol.% onderling verbonden porositeit en effectieve hoeveelheden van ten minste één slijpmiddelkorrel en bindmiddel materiaal. De slijpproducten kunnen verder eventueel vulmiddelen, smeermiddelen en andere de deskundigen bekende bestanddelen bevatten. De slijpproducten bevatten bij voorkeur ongeveer 50 tot 80 vol.% onderling verbonden porositeit en liever

ongeveer 50 tot ongeveer 70 vol.% onderling verbonden porositeit.

Vrijwel iedere slijpmiddelkorrel kan in de slijpmiddelvoorwerpen van de uitvinding gebruikt worden. Gebruikelijke slijpmiddelen kunnen aluminiumoxide, siliciumdioxide, siliciumcarbide, zirkonia-aluminiumoxide, granaat en amaril omvatten, in korrelgrootten van ongeveer 0,5 tot 5.000 μm , bij voorkeur van ongeveer 2 tot ongeveer 300 μm , maar zijn hier niet toe beperkt. Superslijpmiddelkorrels die diamant en kubisch boornitride (CBN) omvatten, maar niet hiertoe beperkt zijn, met of zonder metaalbekleding met nagenoeg dezelfde korrelgrootte als de gebruikelijke korrels kunnen ook gebruikt worden. De keuze van slijpmiddelkorelgrootte en -type hangt in het algemeen af van de aard van het werkstuk en het type slijpproces. Voor fijnslijpen (bijvoorbeeld hoogglanslijpen) kunnen superslijpmiddelkorrels met een kleinere deeltjesgrootte gewenst zijn, bijvoorbeeld van ongeveer 0,5 tot ongeveer 120 μm , of zelfs van ongeveer 0,5 tot ongeveer 75 μm . In het algemeen hebben kleinere (dat wil zeggen fijnere) korrelgrootten de voorkeur voor fijnslijpen en oppervlakteafwerken/polijsten, terwijl grotere (dat wil zeggen grovere) korrelgrootten de voorkeur hebben voor vorming, dikteafneming en andere bewerkingen waarbij relatief grote hoeveelheden materiaal verwijderd moeten worden.

Nagenoeg elk type bindmiddelmetaal dat gewoonlijk gebruikt wordt bij de vervaardiging van gebonden slijpproducten kan gebruikt worden als matrixmetaal in het slijpproduct van de uitvinding. Zo kunnen bijvoorbeeld metaalbindmiddelen, organische bindmiddelen, harsbindmiddelen of verglaasde bindmiddelen (zodanig samen met de geschikte hardingsmiddelen) gebruikt worden, waarbij metaalbindmiddelen in het algemeen de voorkeur hebben. Een metaalbindmiddel met een breuktaaiheid van ongeveer 1,0 tot ongeveer 6,0 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{\frac{1}{2}}$ is in het algemeen gewenst, waarbij een breuktaaiheid van ongeveer 1,0 tot ongeveer 3,0 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{\frac{1}{2}}$ de voorkeur heeft. Verdere bijzonderheden met betrekking tot

breuktaaiheid is te vinden in de Amerikaanse octrooien
US 6.093.092 en US 6.102.789, verleend aan Ramanath cs.,
welke publicaties door verwijzing hier in hun geheel worden
opgenomen en die hierna als de Ramanath-octrooien worden
5 aangeduid.

Materialen die bruikbaar zijn in een metaal-
bindmiddelmatrix omvatten, maar zijn niet beperkt tot,
brons, koper en zinklegeringen (bijvoorbeeld geelkoper),
kobalt, ijzer, nikkel, zilver, aluminium, indium, antimoon,
10 titaan, zirkonium en de legeringen daarvan en de mengsels
daarvan. Een mengsel van koper en tin is een algemeen ge-
schikte metaalbindmiddelmatrixsamenstelling gebleken.
Samenstellingen die ongeveer 35 tot ongeveer 85 gew.% koper
en ongeveer 15 tot ongeveer 65 gew.% tin bevatten, kunnen
15 geschikt zijn voor de slijpproducten van de uitvinding.
Samenstellingen die ongeveer 35 tot ongeveer 70 gew.%
koper, ongeveer 30 tot ongeveer 65 gew.% tin en eventueel
ongeveer 0,2 tot ongeveer 1,0 gew.% fosfor bevatten (zoals
in een koperfosforlegering), hebben de voorkeur. Deze bind-
20 middelmaterialen kunnen eventueel gebruikt worden met ti-
taan of titaanhydride, chroom of andere met superslijp-
middelreagerende materialen die een chemische carbide- of
nitridebinding tussen de korrel en het bindmiddel op het
oppervlak van de superslijpmiddelkorrel kunnen vormen onder
25 geselecteerde sinteromstandigheden ter versterking van de
korrel-bindmiddelzuilen. Een sterke korrel-bindmiddel-
wisselwerking vermindert in het algemeen het "uittrekken"
van korrels dat leidt tot beschadiging van het werkstuk en
een vermindering van de levensduur van het gereedschap.

30 Een voorbeeld van een geschikt organisch bind-
middel is een thermohardende hars, maar andere typen harsen
kunnen ook gebruikt worden. Bij voorkeur is de hars een
epoxyhars of een fenolhars en de hars kan zowel in vloeibare
vorm als in poedervorm gebruikt worden. Specifieke
35 voorbeelden van geschikte thermohardende harsen zijn fenol-
harsen (bijvoorbeeld novolak en resol), epoxyharsen, on-

verzadigde polyesters, bismaleïmiden, polyimiden, cyanaat-
esters, melaminen en dergelijke.

Uitvoeringsvormen van het slijpproduct van de
uitvinding bevatten ongeveer 50 tot 80 vol.% onderling
5 verbonden porositeit, waarbij de gemiddelde poriegrootte
ligt tussen ongeveer 25 en ongeveer 500 μm . De onderling
verbonden porositeit wordt tijdens het vervaardigen gevormd
door het toevoegen van een voldoende hoeveelheid disper-
soïdedeeltjes aan het mengsel van slijpmiddelkorrel en
10 bindmiddel, zodat een relatief hoog percentage van de
dispersoïdedeeltjes in contact zijn met andere dispersoïde-
deeltjes in het gevormde slijpproduct (vóór en ná sinte-
ren).

Eén poreuze voorkeursuitvoeringsvorm bevat onge-
15 veer 0,5 tot ongeveer 25 vol.% superslijpmiddel en ongeveer
30,5 tot ongeveer 49,5 vol.% metaalbindmiddelmatrix die aan
elkaar gesinterd zijn bij een temperatuur van ongeveer 370
tot 795°C bij een druk van ongeveer 20 tot ongeveer 33 MPa.
De metaalbindmiddelmatrix bevat ongeveer 35 tot ongeveer
20 70 gew.% koper, ongeveer 30 tot ongeveer 65 gew.% tin en
ongeveer 0,2 tot ongeveer 1,0 gew.% fosfor. Het superslijp-
middel omvat diamant met een deeltjesgrootte van ongeveer
0,5 tot ongeveer 300 μm (en in bijzondere uitvoeringsvormen
van ongeveer 0,5 tot ongeveer 75 μm).

25 Andere poreuze voorkeursuitvoeringsvormen bevatten
ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden
porositeit, waarbij de gemiddelde poriegrootte tussen
ongeveer 150 en ongeveer 500 μm ligt. Deze uitvoeringsvor-
men bevatten verder ongeveer 0,5 tot ongeveer 25 vol.%
30 superslijpmiddel en ongeveer 19,5 tot ongeveer 65 vol.%
organisch bindmiddel die samen gehard zijn bij een tempera-
tuur van ongeveer 100 tot ongeveer 200°C (of 400 tot
ongeveer 450°C voor polyimideharsen) bij een druk van
ongeveer 20 tot ongeveer 33 MPa. (Dispersoïden met een
35 naaldvorm, bijvoorbeeld met een lengte-breedteverhouding
 $\geq 2:1$ kunnen geschikt gebruikt worden voor het verkrijgen
van ongeveer 40 tot 50 vol.% onderling verbonden porosi-

teit). De slijpmiddelproducten van de uitvinding kunnen gemaakt worden met gebruikelijke poedermetallurgie/polymerfabricagewerkwijzen. Slijpmiddel-, bindmiddel- en dispersoïdepoeders met geschikte grootte samenstelling
5 worden goed gemengd, in een geschikte vorm gebracht en gesinterd/gehard bij een relatief hoge temperatuur en druk ter verkrijging van een relatief dichte composiet, bij voorkeur met een dichtheid van ten minste 95% van de theoretische dichtheid (en gewoonlijk van ongeveer 98 tot
10 99% van de theoretische dichtheid). Voor slijpmiddelproducten die een metaalbindmiddelmatrix bevatten, worden de poeders gewoonlijk gesinterd bij een temperatuur van ongeveer 370 tot ongeveer 795°C bij een druk van ongeveer 20 tot ongeveer 33 MPa. Bij één uitvoeringsvorm wordt het
15 poedermengsel bijvoorbeeld eerst 20 minuten tot 401°C verhit. De poeders worden vervolgens 10 minuten bij een temperatuur van 401°C en een druk van 22,1 MPa gesinterd. Na afkoeling worden de slijpmiddelbevattende composieten die dispersoïden bevatten die in hoofdzaak in contact met
20 elkaar staan, ondergedompeld in een oplosmiddel om selectief de dispersoïden te verwijderen (dat wil zeggen op te lossen). Het verkregen slijpmiddelvoorwerp heeft een schuimachtige structuur die een mengsel van slijpmiddel en bindmiddelmatrix bevat en een netwerk van effectief statistisch verdeelde onderling verbonden poriën (dat wil zeggen
25 holten waaruit de dispersoïde werd opgelost) bevat.

Vrijwel iedere dispersoïde die gemakkelijk opgelost kan worden in een oplosmiddel zoals water, alcohol, aceton en dergelijke, kan gebruikt worden. In het algemeen
30 hebben dispersoïden die oplosbaar zijn in water, zoals natriumchloride, kaliumchloride, magnesiumchloride, calciumchloride, natriumsilicaat, natriumcarbonaat, natriumsulfaat, kaliumsulfaat, magnesiumsulfaat en dergelijke en mengsels daarvan de voorkeur. Voor gebruik bij bepaalde
35 slijpbewerkingen (zoals siliciumwafels en andere elektronische componenten) kan het gebruik van een niet-ionisch (dat wil zeggen niet-zout) dispersoïde, zoals suiker, dextrinen,

polysacharideoligomeren gewenst zijn. De grootste voorkeur hebben dispersoïden met een relatief grote oplosbaarheid in water en een relatief snelle oploskinetiek, zoals natriumchloride en suiker. Voorkeursdispersoïden kunnen ook een
5 betrekkelijk hoog smeltpunt hebben, zodat ze bestand zijn tegen het sinteren. Natriumchloride heeft bijvoorbeeld een smeltpunt van ongeveer 800°C. Voor slijpproducten die een zeer hoge temperatuur vereisen, kunnen dispersoïden zoals
10 natriumaluminiumsilicaat (smeltpunt 1650°C), magnesiumsulfaat (smeltpunt 1124°C), kaliumfosfaat (smeltpunt 1340°C), kaliumsilicaat (smeltpunt 976°C), natriummetasilicaat (smeltpunt 1088°C) en mengsels daarvan gebruikt worden.

De deeltjesgrootte van de dispersoïden ligt in het
15 algemeen tussen ongeveer 25 en ongeveer 500 μm . In één voorkeursuitvoeringsvorm hebben de dispersoïden een deeltjesgrootteverdeling van ongeveer 74 tot ongeveer 210 μm (dat wil zeggen dat ze dispersoïdedeeltjes bevatten die fijner zijn dan U.S. Mesh (standaardzeef) 70 en grover
20 zijn dan U.S. Mesh 200). Bij een andere voorkeursuitvoeringsvorm hebben de dispersoïden een deeltjesgrootteverdeling van ongeveer 210 tot ongeveer 300 μm (dat wil zeggen dat ze dispersoïdedeeltjes bevatten die fijner zijn dan U.S. Mesh 50 en grover zijn dan U.S. Mesh 70). Bij nog een
25 andere voorkeursuitvoeringsvorm waarbij suiker als dispersoïde wordt gebruikt, kunnen deeltjesgrootteverdelingen van ongeveer 150 tot ongeveer 500 μm gebruikt worden (dat wil zeggen dat ze dispersoïdedeeltjes bevatten die fijner zijn dan U.S. Mesh 35 en grover zijn dan U.S. Mesh 100).

30 De slijpproducten die hierboven beschreven zijn, kunnen gebruikt worden voor het fabriceren van nagenoeg elk type slijpgereedschap. In het algemeen omvatten slijpgereedschappen die de voorkeur hebben oppervlakteslijpschijven (bijvoorbeeld ANSI Type 2A2T- of Type 2A2TS-slijpschijven en Type 1A- en 1A1-slijpschijven) en komstenen
35 (bijvoorbeeld ANSI Type 2- of Type 6-schijven of type 119V-klokvormige komstenen). De slijpmiddelbevattende

slijpschijven kunnen een kern (bijvoorbeeld kern 20 van figuren 2A-2C) met een centrale boring voor het monteren van de schijf op een slijpmachine omvatten, waarbij de kern ontworpen is voor het dragen van een poreuze slijprand die op de omtrek van de kern is aangebracht (zie bijvoorbeeld slijpschijf 100 in figuur 2A die meer in het bijzonder hieronder aan de hand van voorbeeld 1 besproken wordt). De twee gedeelten van de schijf worden gewoonlijk bij elkaar gehouden met een klevend bindmiddel dat thermisch stabiel is onder de slijpomstandigheden en de schijf en de componenten ervan zijn ontworpen voor het tolereren van spanningen die ontwikkeld worden bij schijfomtreksnelheden tot ten minste 80 m/s en bij voorkeur tot 160 m/s of hoger.

In één uitvoeringsvorm heeft de kern een vrijwel cirkelvormige vorm. De kern kan vrijwel elk materiaal bevatten dat een minimale specifieke sterkte van 2,4 MPa·cm³/g en bij voorkeur in het traject van ongeveer 40 tot 185 MPa·cm³/g heeft. Het kernmateriaal heeft een dichtheid van 0,5 tot 8,0 g/cm³ en bij voorkeur van ongeveer 2,0 tot ongeveer 8,0 g/cm³. Voorbeelden van geschikte materialen zijn staal, aluminium, titaan, brons en legeringen en composieten daarvan en combinaties daarvan. Versterkte plastics met de aangegeven minimale specifieke sterkte kunnen ook gebruikt worden voor het construeren van de kern. Composieten en versterkte kernmaterialen bevatten in het algemeen een continue fase van een metaal of plastic matrix, vaak oorspronkelijk verschaft in poedervorm, waaraan vezels of korrels of deeltjes van harder, veerkrachtiger en/of minder dicht materiaal wordt toegevoegd als een discontinue fase. Voorbeelden van versterkingsmaterialen die geschikt zijn voor toepassing in de kern van gereedschappen van de uitvinding zijn glasvezels, koolstofvezels, aramidevezels, keramische vezels, keramische deeltjes en korrels en holle vulstoffen zoals glas, mullet, aluminium en Z-Light-bolletjes. In het algemeen bevatten voorkeursmaterialen voor metalen kernen ANSI 4140-staal en aluminiumlegeringen 2024, 6065 en 7178.

Verdere bijzonderheden met betrekking tot geschikte kernmaterialen, eigenschappen en dergelijke zijn te vinden in de Ramanath-octrooien.

Een slijpschijf (bijvoorbeeld slijpschijf 100, getoond in figuur 2A) kan vervaardigd worden door eerst de
5 afzonderlijke segmenten met vooraf bepaalde afmetingen, samenstelling en porositeit, zoals hierboven beschreven is (zie bijvoorbeeld segment 10 getoond in figuur 1, dat hieronder in meer bijzonderheden besproken wordt aan de hand
10 van voorbeeld 1) te vormen. Slijpschijven kunnen gevormd en gesinterd worden, gegloeid of gehard worden met een verscheidenheid aan werkwijzen die in de techniek bekend zijn. Tot deze werkwijzen behoren heetpersen (bij drukken van ongeveer 14-28 MPa), koudpersen (bij drukken van ongeveer
15 400-500 MPa of meer) en heetmunting in een stalen vorm (bij een druk van ongeveer 90-110 MPa). De deskundige zal gemakkelijk inzien dat koudpersen (en in mindere mate heetmunting) uitsluitend bruikbaar zijn voor dispersoïdedeeltjes met een hoge drukvastheid (dat wil zeggen bestandheid
20 tegen breken). Voor slijpproducten met metaalbindmiddel heeft heetpersen (bij ongeveer 350-500°C en 22 MPa) de voorkeur. Voor slijpproducten met een organisch bindmiddel waarin een suikerbevattende dispersoïde wordt gebruikt, kan koud- of "warm"-persen (bij een temperatuur van minder dan
25 ongeveer 160°C) gewenst zijn. Verdere bijzonderheden betreffende persen en thermische verwerkingstechnieken zijn te vinden in US 5.827.337 dat hier door verwijzing geheel wordt opgenomen.

Na persen, thermisch verwerken en onderdompelen in
30 een vloeistof worden de segmenten gewoonlijk met gebruikelijke technieken zoals slijpen of snijden met behulp van verglaasde slijpschijven, of snijdschijven van carbide afgewerkt, ter verkrijging van een slijprandsegment met de gewenste afmetingen en toleranties. De segmenten kunnen dan
35 op de omtrek van de kern worden vastgezet met een geschikt kleefmiddel (zie bijvoorbeeld de figuren 2A-2C die eveneens hieronder besproken worden). Voorkeurskleefmiddelen zijn

onder andere 353-NDT-epoxyhars (EPO-TEK, Billerica, MA) in een 10:1-gewichtsverhouding van hars tot hardingsmiddel, en Technodyne® HT-18-epoxyhars (verkregen van Taoka Chemicals, Japan) en de gemodificeerde amineharder, gemengd in een
5 verhouding van ongeveer 100 gewichtsdelen hars en 19 gewichtsdelen hardingsmiddel. Verdere bijzonderheden betreffende kleefmiddelen, hun eigenschappen en de toepassing daarvan op slijpschijven met metaalbindmiddel is te vinden in de Ramanath-octrooien.

10 Een alternatieve werkwijze voor het vervaardigen van slijpschijven omvat het vormen van segmentvoorloper-eenheden van een poedermengsel van slijpmiddel, bindmiddel en dispersoïde, het vormen van de segmenteenheden om de om-
15 trek van de kern en het toepassen van warmte en druk voor het *in situ* creëren en hechten van de segmenten (bijvoorbeeld door het tegelijkertijd sinteren van de kern en de rand). Na het gelijktijdig sinteren wordt de slijpschijf ondergedompeld in een gekozen oplosmiddel voor het oplossen van de dispersoïden uit de rand, waarbij een sterk poreuze
20 slijprand wordt verkregen (zoals hiervoor beschreven). Voor deze alternatieve werkwijze kan het gewenst zijn dispersoïden te gebruiken die geen chloride-ionen (bijvoorbeeld natriumchloride) bevatten, in het geval dat het kernmateriaal aluminium of een aluminiumlegering bevat (bijvoorbeeld
25 legering 7075), omdat aluminiumlegeringen in de aanwezigheid van chloride-ionen aangevreten kunnen worden.

De slijpproducten en slijpgereedschappen van de uitvinding (bijvoorbeeld slijpschijf 100 getoond in figuur 2A, dat hieronder in meer bijzonderheden besproken wordt)
30 zijn geschikt voor keramische slijpmaterialen, waaronder verschillende oxiden, carbiden, nitriden en siliciden, zoals siliciumnitride, siliciumdioxide en siliciumoxynitride, gestabiliseerd zirkonia, aluminiumoxide (bijvoorbeeld saffier), boorcarbide, boornitride, titaandiboride en
35 aluminiumnitride en composieten van deze keramische materialen en bepaalde metaalmatrixcomposieten zoals gecementeerde carbiden, polykristallijn diamant en polykristallijn

kubisch boornitride. Monokristallijne of polykristallijne keramische materialen kunnen met deze slijpgereedschappen geslepen worden. Bovendien zijn de slijpmiddelproducten en slijpgereedschappen van de uitvinding bijzonder geschikt
5 voor het slijpen van materialen die in elektronische toepassingen gebruikt worden, zoals siliciumwafels (gebruikt bij de vervaardiging van halfgeleiders), aluminium-oxidetitaancarbide (gebruikt bij de vervaardiging van magnetische koppen) en andere substraatmaterialen.

10 De hierboven beschreven modificaties van de verschillende aspecten van de uitvinding dienen louter als voorbeeld. Het zal duidelijk zijn dat andere modificaties van de illustratieve uitvoeringsvormen de deskundige snel duidelijk zullen zijn. Al dergelijke modificaties en varia-
15 ties vallen onder de omvang en geest van de onderhavige uitvinding als omschreven in de conclusies.

De onderstaande voorbeelden dienen uitsluitend ter toelichting van verschillende uitvoeringsvormen van de voorwerpen en werkwijzen van de uitvinding. De uitvinding
20 is niet tot de hier beschreven specifieke uitvoeringsvormen beperkt, maar wordt omschreven in de conclusies. Tenzij anders aangegeven, zijn alle delen en percentages in de voorbeelden gewichtsdelen, respectievelijke -percentages.

25 **VOORBEELD 1**

Slijpschijven 100 volgens de uitvinding werden vervaardigd in de vorm van Type 2A2TS-metaalgebonden diamantschijven met gebruikmaking van de hieronder beschre-
ven materialen en werkwijzen.

30 Poedervormige metaallegering (hieronder omschreven) werd gemengd met niet-gejodeerd keukenzout (verkregen van Shaw Inc. Worcester, MA) in een gewichtsverhouding van 65:35 metaallegering:keukenzout, wat overeen komt met een volumeverhouding van 31,56:68,44 metaallegering:keukenzout.
35 Het keukenzout (hoofdzakelijk natriumchloride) werd gemalen in een Spex™-molen (vervaardigd door SPEX Company, Metuchen, NJ) en gezeefd ter verkrijging van een deeltjes-

grootteverdeling van ongeveer 74 tot 210 μm (grover dan 200 U.S. Mesh en fijner dan 70 U.S. Mesh).

De poedervormige metaallegering omvatte een mengsel van 43,74 gew.% koperpoeder (Dentritic FS-kwaliteit, deeltjesgrootte -325 mesh, verkregen van Sintertech International Marketing Corp., Ghent, NY), 6,24 gew.% fosfor/koperpoeder (kwaliteit 1501, deeltjesgrootte -325 mesh, verkregen van New Jersey Zinc Company, Palmerton, PA) en 50,02 gew.% tinpoeder (kwaliteit MD115, deeltjesgrootte -100/+325 mesh, 0,5% maximum, verkregen van Alcan Metal Powders, Inc., Elizabeth, NJ).

Fijn diamantslijpmiddelpoeder, deeltjesgrootteverdeling van ongeveer 3 tot ongeveer 6 μm , werd toegevoegd aan het mengsel van metaallegering/keukenzout (2,76 g diamant werd toegevoegd aan 61,29 g mengsel van metaallegering/keukenzout) en de combinatie werd grondig gemengd met een Turbula™-menger (vervaardigd door Glen Mills, Inc., Clifton NJ) totdat het uniform gemengd was. Het verkregen mengsel bevatte ongeveer 5 vol.% diamant, ongeveer 30 vol.% metaalbindmiddelmatrix en ongeveer 65 vol.% keukenzout. Drie druppels lakbenzine DL 42™ (verkregen van Worcester Chemical, Worcester, MA) werden voor het mengen aan het mengsel toegevoegd om scheiding van de bestanddelen te helpen voorkomen. Het mengsel werd vervolgens verdeeld in 16 gelijke porties (elk overeenkomend met één van de 16 slijpsegmenten 10, gebruikt op slijpschijf 100). Elke portie werd gebracht in een grafietvorm en 10 minuten heet geperst bij 470°C en 22,1 MPa (3.200 psi) totdat een matrix met een beoogde dichtheid van meer dan 95% van de theoretische dichtheid gevormd was. Na afkoeling werden de segmenten 10 45 minuten ondergedompeld in een relatief grote hoeveelheid (bijvoorbeeld 0,5 l) kokend water om het zout eruit te verwijderen. De segmenten 10 werden vervolgens grondig gespoeld met gedeïoniseerd water. Deze werkwijze werd herhaald om te zorgen voor een volledige verwijdering van het zout. Achtereenvolgende gewichtsverliesmetingen en

energiedispergerende röntgenmetingen (EDX) bevestigen dat vrijwel al het keukenzout uit de segmenten was verwijderd.

Gelet op figuur 1 wordt een schematische weergave van één segment 10 getoond. Elk van de segmenten 10 werd
5 geslepen tot de vereiste afmetingen en toleranties om te passen bij de omtrek van een bewerkte aluminiumkern 20 (schijf Type 2A2TS getoond in figuur 2A-2C). De segmenten 10 hebben een gebogen profiel met een buitenkrommingsstraal 11 van 127 mm (5 inch) en een inwendige krommingsstraal 12
10 van 124 mm (4,9 inch). Gezien van de voorzijde (of achterzijde) hebben de segmenten 10 een lengte 13 van 47 mm (1,8 inch) en een breedte 14 van 6,3 mm (0,25 inch).

De segmenten 10 werden gebruikt voor het construeren van een Type 2A2TS-slijpschijf voor frontslippen 100
15 als getoond in figuur 2A. Slijpschijf 100 omvat 16 symmetrisch gescheiden segmenten 10 die gebonden zijn aan een aluminiumkern 20, waardoor een slijpschijf 100 met een buitendiameter 102 van ongeveer 282 mm (11,1 inch) en een groefvormig rand 104 werd verkregen. Zoals bij 110 wordt
20 getoond, steekt de gesegmenteerde rand een afstand 112 uit vanaf het vlak van aluminiumkern 20 van ongeveer 3,9 mm (0,16 inch). De slijpsegmenten 10 en de aluminiumkern 20 werden samengevoegd met een epoxyhars/aminehardercement-systeem (Technodlyne HT-18 kleefstof, verkregen van Taoka
25 Chemicals, Japan) om slijpschijven met een groefvormige rand 104, bestaande uit 16 slijpsegmenten 10 te maken. De contactoppervlakken van de kern en de segmenten 10 werden ontvet en gezandstraald om te zorgen voor een voldoende hechting.

30

VOORBEELD 2

Beoordeling van slijpprestaties

Eén metaalgebonden gesegmenteerde schijf (schijf 2-A) vervaardigd volgens de werkwijze van voorbeeld 1 hier-
35 boven werd onderzocht op prestaties bij het naslijpen van de achterkant van siliciumwafels. Eén in de handel verkrijgbare slijpschijf met dezelfde korrelgrootte en -con-

centratie in een harsbindmiddel (schijfspecificatie D3/6MIC-IN.656BX623, verkregen van Saint Gobain Abrasives, Inc., Worcester, MA) dat wordt aanbevolen voor het naslijpen van de achterkant van siliciumwafels, diende als
5 vergelijkingsschijf en werd samen met de schijf van de uitvinding onderzocht. Deze vergelijkingsschijf bevatte ongeveer 5 vol.% diamantslijpmiddel, ongeveer 62 vol.% holle glasbolletjes, ongeveer 12 vol.% hars en ongeveer 21 vol.% porositeit. De glasbolletjes bevatten ongeveer 15 vol.%
10 glasomhulsel. Daarom kan de vergelijkingsschijf worden gezien als een schijf die ongeveer 9,3 vol.% glasomhulsel en ongeveer 73,7 vol.% onderling verbonden porositeit bevat (dat wil zeggen ongeveer 21 vol.% porositeit plus ongeveer 52,7 vol.% hol inwendige van de holle glasbolletjes).

15

De slijptestomstandigheden waren:

Slijptestomstandigheden:

Machine: Strasbaugh 7AF Model

Schijfspecificaties: Grove slijpspil: Norton #3-R1B69

20 Fijne slijpspil: D3/6MIC-IN.656BX623
(vergelijking) Schijf 2-A

Schijfgrootte: Type 2A2TSSA:

280X29X229 mm (11X1 $\frac{1}{8}$ X9 inch)

Slijpwijze: Tweevoudig slijpen: Ruwslijpen gevolgd door
25 fijnslijpen

Fijnslijpen:

Schijfsnelheid: 4.350 tpm

Koelmiddel: Gedeïoniseerd water

30 Debiet koelmiddel: 3 gal/min (11 l/min)

Materiaal werkstuk: Siliciumwafels, N-type 100 oriëntatie, 150 mm diameter (6 inch), 0,66 mm (0,026 inch) aanvangsdikte (verkregen van Silicon Quest, CA)

Verwijderd materiaal: stap 1: 10 μ m, stap 2: 5 μ m, stap 3:
35 5 μ m, lift: 2 μ m

Voedingssnelheid: stap 1: 1 μ m/s, stap 2: 0,7 μ m/s, stap 3: 0,5 μ m/s, lift: 0,5 μ m/s

Snelheid werkstuk: 699 tpm, constant
Stilstand: 100 omw.

Ruwslijpen:

- 5 Schijfsnelheid: 3.400 tpm
Koelmiddel: Gedeïoniseerd water
Debiet koelmiddel: 3 gal/min (11 l/min)
Materiaal werkstuk: Siliciumwafels, N-type 100 oriëntatie,
150 mm diameter (6 inch), 0,66 mm (0,026 inch) aanvangs-
10 dikte (verkregen van Silicon Quest, CA)
Verwijderd materiaal: stap 1: 10 μm , stap 2: 5 μm , stap 3:
5 μm , lift: 10 μm
Voedingssnelheid: stap 1: 3 $\mu\text{m/s}$, stap 2, 2 $\mu\text{m/s}$, stap 3:
1 $\mu\text{m/s}$, lift: 5 $\mu\text{m/s}$
15 Snelheid werkstuk: 590 tpm, constant
Stilstand: 50 omw.

Als slijpgereedschappen afdraaien en scherpen ver-
eisen, waren de omstandigheden voor deze proef als volgt:

- 20 Afdraaien en scherpen:
Ruwe schijf: geen
Fijne schijf: gebruik 150 mm (6 inch) diameter Strasbaugh
grof scherpkussen
Schijfsnelheid: 1.200 tpm
25 Stilstand: 25 omw.
Verwijderd materiaal: stap 1: 150 μm , stap 2: 10 μm , lift:
20 μm
Voedingssnelheid: stap 1: 5 $\mu\text{m/s}$, stap 2: 0,2 $\mu\text{m/s}$, lift:
2 $\mu\text{m/s}$
30 Snelheid werkstuk: 50 tpm, constant

- De resultaten voor de slijpproef van voorbeeld 2
worden hieronder in tabel 1 getoond. Vijftig wafels werden
fijngeslepen met gebruikmaking van de harsgebonden verge-
35 lijkingsschijf en de poreuze schijf van de uitvinding
(schijf 2-A). Zoals uit tabel 1 blijkt, vertonen zoals de
vergelijkingsschijf als de schijf van de uitvinding rela-

tieve stabiele maximale normaalkrachten voor ten minste 50 wafels. Elke schijf vereist eveneens ongeveer dezelfde maximale normaalkracht. Dit soort slijpprestaties is zeer gewenst bij het slijpen van de achterkant van siliciumwafels, omdat deze omstandigheden van betrekkelijk lage kracht en stationaire toestand thermische en mechanische beschadiging van het werkstuk minimaliseren.

Bovendien kunnen met de poreuze schijf van de uitvinding de hierboven beschreven zeer gewenste slijpprestaties verkregen worden voor ten minste 50 wafels zonder dat het nodig is de schijf te scherpen.

Samengevat, voorbeeld 2 toont aan dat de schijf van de uitvinding zeer gewenste prestaties geeft bij het slijpen van de achterkant van siliciumwafels, terwijl onverwachts (voor een metaalgebonden schijf) minder kracht wordt gebruikt dan bij een vergelijkbare harsgebonden schijf.

TABEL 1

	Vergelijkingsschijf		Testschijf	
Wafel nummer	Piek-stroom, amp	Maximale normaal-kracht, N	Piek-stroom, amp	Maximale normaal-kracht, N
5	10,7	66,9	8,0	62,4
10	10,5	66,9	8,3	66,9
15	10,6	66,9	8,4	62,4
20	10,9	66,9	9,0	66,9
25	11,3	66,9	8,1	62,4
10	30	66,9	8,4	60,0
35	10,8	66,9	8,3	62,4
40	10,5	62,4	8,4	60,0
45	10,5	62,4	8,4	66,9
15	50	66,9	8,8	60,0

VOORBEELD 3

Beoordeling slijpprestaties

Eén metaalgebonden gesegmenteerde slijpschijf (schijf 3-A), gefabriceerd volgens de werkwijze van voorbeeld 1 hierboven, werd onderzocht op de prestaties bij naslijpen van de achterkant op geëtste siliciumwafels. Eén in de handel verkrijgbare slijpschijf die in meer bijzonderheden in voorbeeld 2 hierboven beschreven is, die wordt aanbevolen voor het naslijpen van de achterkant van siliciumwafels, diende als vergelijkingsschijf en werd samen met de schijf van de uitvinding onderzocht.

De slijptestomstandigheden waren:

Slijptestomstandigheden:

30 Machine: Strasbaugh 7AF Model

Schijfspecificaties: Grove slijpspil: geen

Fijne slijpspil: D3/6mic-20BX623C
(vergelijking)

Schijf 3A

- 5 Schijfgrootte: Type 2A2TSSA: 280X29X229 mm (11X1 $\frac{1}{2}$ X9 inch)
Slijpwijze: Enkel slijpen: Gebruik alleen fijne slijpspil

Fijnslijpen:

- Schijfsnelheid: 4.350 tpm
- 10 Koelmiddel: Gedeïoniseerd water
Debiet koelmiddel: 3 gal/min (11 l/min)
Materiaalwerkstuk: Siliciumwafels, N-type 100 oriëntatie,
150 mm diameter (6 inch), 0,66 mm (0,026 inch) aanvangsdik-
te (verkregen van Silicon Quest, CA)
- 15 Verwijderd materiaal: stap 1: 10 μ m, stap 2: 5 μ m, stap 3:
5 μ m, lift: 2 μ m
Voedingssnelheid: stap 1: 1 μ m/s, 2: 0,7 μ m/s, stap 3:
0,5 μ m/s, lift: 0,5 μ m/s
Snelheid werkstuk: 699 tpm, constant
- 20 Stilstand: 100 omw.

Als slijpgereedschappen afdraaien en scherpen vereisen, waren de omstandigheden voor deze proef als volgt:

- 25 Afdraaien en scherpen:
Fijne schijf: gebruik van 150 mm (6 inch) diameter Stras-
baugh grof scherpkussen
- Schijfsnelheid: 1.200 tpm
- 30 Stilstand: 25 omw.
Verwijderd materiaal: stap 1: 150 μ m, stap 2: 10 μ m, lift:
20 μ m
Voedingssnelheid: stap 1: 5 μ m/s, stap 2, 0,2 μ m/s, lift:
2 μ m/s
- 35 Snelheid werkstuk: 50 tpm, constant

Resultaten voor de slijptest van voorbeeld 3 worden in tabel 2 hieronder getoond. Vijfenvijftig geëtste siliciumwafels werden van de achterkant nageslepen met de harsverbonden vergelijkingsschijf. Bij het slijpen van de achterkant van geëtste siliciumwafels wordt geen ruwe slijpstap toegepast, omdat het oppervlak van het geëtste silicium relatief glad is. Zoals uit tabel 2 blijkt, neemt de maximale normaalkracht relatief betrekkelijk continu toe als meer delen geslepen zijn en neemt deze kracht uiteindelijk toe tot een waarde waarbij de slijpmachine uitschakelt. Vijfenzeventig geëtste siliciumwafels werden geslepen met de poreuze schijf van de uitvinding. Zoals ook uit tabel 2 blijkt, blijft de maximale normaalkracht laag en stabiel gedurende het gehele experiment. Deze resultaten tonen duidelijk de zelfscherpende aard van de schijf van de uitvinding aan.

Dit soort slijpprestaties is zeer gewenst bij het slijpen van de achterkant van siliciumwafels, omdat deze omstandigheden van een betrekkelijk geringe kracht en stationaire toestand de thermische en mechanische beschadiging van het werkstuk minimaliseren. Bovendien kan de zelfscherpende aard van de schijf resulteren in een slijpbewerking waarbij het niet nodig is de slijpschijf te scherpen (of op een andere wijze te conditioneren). Als resultaat hiervan kunnen de schijven van de uitvinding zorgen voor een grotere productie, lagere kosten en consistentere slijpresultaten dan die die worden verkregen met de gebruikelijke slijpschijven.

Samengevat, voorbeeld 3 toont dat de schijf van de uitvinding zeer gewenste prestaties bij het slijpen van de achterkant op geëtste siliciumwafels verschaft, terwijl de noodzaak van het scherpen van de schijf nagenoeg geëlimineerd wordt. De prestaties van de schijf van de uitvinding zijn aanzienlijk beter dan die van de gebruikelijke met harsgebonden schijven in deze aanvraag.

TABEL 2

	Vergelijkingsschijf		Testschijf	
Wafel nummer	Piek-stroom, amp	Maximale normaal-kracht, N	Piek-stroom, amp	Maximale normaal-kracht, N
5	8,9	75,8	8,2	62,4
10	9,0	84,7	8,1	62,4
15	9,0	98,1	8,0	62,4
20	9,2	107,0	8,3	66,9
25	9,4	115,9	8,1	62,4
30	9,6	124,9	8,5	62,4
35	9,9	156,1	8,3	66,9
40	10,3	182,8	8,1	66,9
45	10,8	214,0	8,1	66,9
50	11,5	231,9	7,9	66,24
55	11,5	245,3	8,1	66,9
60	*	*	7,8	62,4
65	*	*	8,0	66,9
70	*	*	8,0	62,4
75	*	*	8,1	66,9

* Slijpmachine schakelt uit als normaalkracht grenzen van machine overschrijdt.

VOORBEELD 4

25 **Beoordeling slijpprestaties**

Twee metaalgebonden gesegmenteerde schijven, die op een met de werkwijze van voorbeeld 1 overeenkomende wijze gemaakt waren, werden onderzocht op slijpprestaties.

Beide schijven bevatten ongeveer 14 vol.% diamantslijp-
mid- del met een deeltjesgrootteverdeling van ongeveer 63 tot
ongeveer 74 μm (dat wil zeggen deeltjes fijner dan U.S.
Mesh 200 en grover dan U.S. Mesh 230). De schijven bevatten
5 verder ongeveer 21 vol.% metaalbindmiddel (met de in voor-
beeld 1 beschreven samenstelling) en ongeveer 65 vol.% on-
derling verbonden porositeit. De eerste schijf (schijf 4-A)
werd gemaakt met -70/+200 U.S. Mesh keukenzoutdispersoïde
als beschreven in voorbeeld 1, wat waarschijnlijk resul-
10 teerde in een poriegrootteverdeling van ongeveer 74 tot
ongeveer 210 μm (aangenomen wordt dat de poriegrootte bijna
dezelfde is als de grootte van het verwijderde zoutdisper-
soïde). De tweede schijf (schijf 4-B) werd vervaardigd met
-50/+70 U.S. Mesh keukenzout, wat waarschijnlijk resul-
15 teerde in een poriegrootteverdeling van ongeveer 210 tot
ongeveer 300 μm . Hoewel dit niet gemeten is, wordt verwacht
dat de schijf met de grotere poriegrootte ook een grotere
metaalbindmiddelfilamentgrootte bevat. De uitdrukking
"filament" wordt overeenkomstig het normale gebruik ervan
20 waarmee de deskundige bekend is, gebruikt om het verbinden-
de matrixmateriaal (dat wil zeggen het skelet van de
poriestructuur) dat zich bevindt tussen de onderling ver-
bonden poriën, aan te duiden.

De twee hierboven beschreven slijpschijven werden
25 gebruikt om 4,5 inch vierkante ALTiC-wafels ruw te slijpen.
De slijptestomstandigheden waren:

Slijptestomstandigheden:

Machine: Strasbaugh 7AF Model

Schijfspecificaties: Ruwe slijpspil: Schijf 4-A

30 Schijf 4-B

Fijne slijpspil: geen

Schijfgrootte: Type 2A2TSSA:

280,16X28,90X228,65 mm (11X1½X9 inch)

Slijpwijze: Enkel slijpen: Alleen ruwslijpen

35

Ruwslijpen:

Schijfsnelheid: 2.506 tpm

Koelmiddel: Gedeïoniseerd water
Debiet koelmiddel: 3 gal/min (11 l/min)
Materiaal werkstuk: Alumina-titaancarbide 3M-310 wafels,
114,3 mm vierkant (4,5 inch), 2,0 mm (0,8 inch) aanvangs-
5 dikte (verkregen van Minnesota Mining and Manufacturing
Corporation, Minneapolis, MN)
Verwijderd materiaal: stap 1: 100 μm , stap 2: 100 μm , stap
3: 100 μm , lift: 20 μm
Voedingssnelheid: stap 1: 0,7 $\mu\text{m/s}$, 2: 0,7 $\mu\text{m/s}$, stap 3:
10 0,7 $\mu\text{m/s}$, lift: 0,5 $\mu\text{m/s}$
Snelheid werkstuk: 350 tpm, constant
Stilstand: 0 omw.

Als slijpgereedschappen afdraaien en scherpen ver-
15 eisen, waren de omstandigheden voor deze proef als volgt:

Afdraaien en scherpen:

Ruwe schijf: gebruik van 150 mm (6 inch) diameter Stras-
baugh grof scherpkussen

20 Schijfsnelheid: 1.200 tpm
Stilstand: 25 omw.
Verwijderd materiaal: stap 1: 150 μm , stap 2: 10 μm , lift:
20 μm
Voedingssnelheid: stap 1: 5 $\mu\text{m/s}$, stap 2, 0,2 $\mu\text{m/s}$, lift:
25 2 $\mu\text{m/s}$
Snelheid werkstuk: 50 tpm, constant

De resultaten voor de slijptest van voorbeeld 4
worden in tabel 3 hieronder getoond. Beide schijven bleken
30 met succes de AlTiC-wafel te slijpen, waarbij met de tijd
redelijk stabiele maximumnormaalkrachten optraden en vol-
doende materiaal werd verwijderd. De eerste schijf met een
relatief fijne poriegrootte (en waarschijnlijk een relatief
fijne metaalbindmiddelfilamentgrootte) werd gebruikt om de
35 AlTiC-wafel ongeveer 25 minuten (1.500 seconden) te slij-
pen. Er werd een relatief stabiele maximale normaalkracht
van ongeveer 35 N waargenomen en er werd ongeveer 1150 μm

AlTiC van de wafel verwijderd (een materiaalverwijderings-
snelheid van ongeveer 46 $\mu\text{m}/\text{minuut}$). De schijf bleek met
ongeveer 488 μm te slijten (een verwijderd materi-
aal/schijfslijtageverhouding van ongeveer 2,4). De tweede
5 schijf met een relatieve grove poriegrootte (en waarschijn-
lijk een relatief grove metaalbindmiddelfilamentgrootte)
werd gebruikt om de AlTiC-wafel ongeveer 7 minuten (420
seconden) te slijpen. Er werd een relatief stabiele maxima-
le normaalkracht van ongeveer 94 N waargenomen en er werd
10 ongeveer 2.900 μm AlTiC van de wafel verwijderd (een
materiaalverwijderingssnelheid van ongeveer 414 $\mu\text{m}/\text{min}$). De
schijf bleek ongeveer 18 μm te slijten (een verwijderd
materiaal/wielslijtageverhouding van ongeveer 160).

Samengevat, voorbeeld 4 toont dat de sterk poreuze
15 schijven van de uitvinding zeer geschikt zijn voor het
slijpen van AlTiC-wafels. Verder toont dit voorbeeld aan
dat de bestandheid tegen slijten en de zelfscherpende
eigenschappen van de schijven van de uitvinding op maat ge-
maakt kunnen worden door de relatieve poriegrootte van de
20 slijpmiddelvoorwerpen aan te passen. Hoewel wij niet door
enige bijzonder theorie gebonden willen zijn, wordt aan-
genomen dat de toegenomen schijfslijtage van de schijf die
de relatief fijne poriën bevat, verband houdt met een ver-
zwakking van het metaalbindmiddel als de metaalbindmiddel-
25 filamentgrootte wordt verkleind. Niettemin geeft dit voor-
beeld aan dat de eigenschappen van de schijf voor specifie-
ke toepassingen geschikt gemaakt kunnen worden door de re-
latieve poriegrootte aan te passen.

TABEL 3

Schijfspecifica- tie (Zoutgrootte)	Maximale normaal- kracht, N	Schijfslijta- ge, μm
Schijf 4-B (-50/+70)	93,6	17,8
Schijf 4-A (-70/+200)	35,7	487,6

10 **VOORBEELD 5**

Beoordeling slijpprestaties

Eén metaalgebonden gesegmenteerde schijf (schijf 5-A), gemaakt volgens de werkwijze van voorbeeld 1 hierboven, werd onderzocht op prestaties bij het naslijpen van de achterkant op een 500 mm (2 inch) eenkristalsilicium-carbidewafels. Een in de handel verkrijgbare slijpschijf, die in meer bijzonderheden in voorbeeld 2 hierboven is beschreven, die wordt aanbevolen voor naslijpen van de achterkant van siliciumwafels, diende als vergelijkings-
schijf en werd samen met de schijf van de uitvinding onderzocht. De slijptestomstandigheden waren:

Slijptestomstandigheden:

Machine: Strasbaugh 7AF Model

Schijfspecificaties: Ruwe slijpspil: ASDC320-7.5MXL2040
(S.P.) Schijf

Fijne slijpspil: D3/6MIC-20BX623C
(vergelijking)

Schijf 5A

Schijfgrootte: Type 2A2TSSA:
280,16X28,90X228,65 mm (11X1½X9 inch)

Slijpwijze: Tweevoudig slijpen: Ruwslijpen gevolgd door
fijnslijpen

Fijnslijpen:

Schijfsnelheid: 4.350 tpm

Koelmiddel: Gedeïoniseerd water

- Debiet koelmiddel: 3 gal/min (11 l/min)
Materiaal werkstuk: Siliciumcarbide wafels, eenkristal,
50 mm diameter (2 inch), 300 μm (0,0075 inch) aanvangsdikte
(verkregen van CREE Research, Inc.)
- 5 Verwijderd materiaal: stap 1: 15 μm , stap 2: 15 μm , lift:
5 μm
Voedingssnelheid: stap 1: 0,5 $\mu\text{m/s}$, 2: 0,2 $\mu\text{m/s}$, lift:
1,0 $\mu\text{m/s}$
Snelheid werkstuk: 350 tpm, constant
- 10 Stilstand: 150 omw.
- Ruwslijpen:
Schijfsnelheid: 3.400 tpm
Koelmiddel: Gedeïoniseerd water
- 15 Debiet koelmiddel: 3 gal/min (11 l/min)
Materiaal werkstuk: Siliciumcarbide wafels, eenkristal,
50 mm diameter (2 inch), 300 μm (0,0075 inch) aanvangsdikte
(verkregen van CREE Research, Inc.)
Verwijderd materiaal: stap 1: 10 μm , stap 2: 10 μm , lift:
20 5 μm
Voedingssnelheid: stap 1: 0,7 $\mu\text{m/s}$, 2: 0,3 $\mu\text{m/s}$, lift:
1,0 $\mu\text{m/s}$
Snelheid werkstuk: 350 tpm, constant
Stilstand: 0 omw.
- 25
- Afdraaien:
Ruwe schijf: geen
Fijne schijf: gebruik 150 mm (6 inch) diameter Strasbaugh
grof scherp kussen
- 30 Schijfsnelheid: 1.200 tpm
Stilstand: 25 omw.
Verwijderd materiaal: stap 1: 150 μm , stap 2: 10 μm , lift:
20 μm
Voedingssnelheid: stap 1: 5 $\mu\text{m/s}$, stap 2, 0,2 $\mu\text{m/s}$, lift:
35 2 $\mu\text{m/s}$
Snelheid werkstuk: 50 tpm, constant

De resultaten voor de slijptest van voorbeeld 5 worden in tabel 4 hieronder getoond. Met de in de handel verkrijgbare harsgebonden slijpschijven kon de siliciumcarbide-wafel in feite niet geslepen worden, zoals aangegeven wordt door de extreem lage verwijderingssnelheid. Daar-entegen kon met de zeer poreuze schijf van de uitvinding met succes de extreem harde en brosse siliciumcarbide-wafel geslepen worden. Tijdens elke proef van 48 minuten werd ongeveer 15 μm verwijderd, wat een gemiddelde verwijderingssnelheid van 0,31 $\mu\text{m}/\text{minuut}$ geeft. Bovendien bleek de poreuze schijf van de uitvinding de oppervlakteruwheid (gemeten met een Zygo[®]-witlicht interferometer, Zygo Corporation, Middlefield, CT) aanzienlijk te verminderen. Zoals in tabel 4 wordt getoond, werd door slijpen met de schijf van de uitvinding de gemiddelde oppervlakteruwheid (Ra) consistent verminderd van een beginwaarde van meer dan 100 Ångström tot minder dan ongeveer 40 Ångström (met één uitzondering).

Samengevat, voorbeeld 5 toont dat de schijf van de uitvinding wenselijke slijpprestaties op harde brosse siliciumcarbide-wafels geeft. De prestaties van de schijf van de uitvinding zijn superieur aan die van een gebruikelijke harsgebonden schijf in deze aanvraag.

TABEL 4

Proef # Test 8.299	Schijfspeci- ficatie	Materiaal ver- wijdering, μm	Oppervlakte- ruwheid, Ångstrom
6	Vergelij- kingsschijf	3	
7	"	0	98
19	Schijf 5-A	17	34
20	Schijf 5-A	13	32
21	Schijf 5-A	15	54,5
22	Schijf 5-A	15	37,5

VOORBEELD 6

Beoordeling slijpprestaties

Een kwantitatieve meting van de openheid van po-
reuze media door de permeabiliteit te meten, gebaseerd op
de wet van D'Arcy die het verband geeft tussen het debiet
en de druk op poreuze media, werd gebruikt om de schijven
van de uitvinding te beoordelen. Het toestel en de methode
die gebruikt worden bij het meten van de permeabiliteit
zijn nagenoeg gelijk aan die beschreven door Wu cs. in
US 5.738.697, voorbeeld 6, dat wil zeggen dat er wordt
gemeten door een vlak oppervlak van poreuze testmonsters
bloot te stellen aan samengeperste lucht.

Er werden poreuze monsters gemaakt op een wijze
die vrijwel overeen komt met de werkwijze van voorbeeld 1,
die 5 vol.% $3/6 \mu\text{m}$ diamantslijpmiddel bevatten. De relatieve
hoeveelheden keukenzout en metaalbindmiddel werden ge-
varieerd, wat resulteerde in monsters met ongeveer 0 tot
ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit. Monsters
met een diameter van 1,5 inch en een dikte van 0,5 inch
werden heet geperst bij 405°C en een druk van 3.200 psi. Na
koelen werden monsters met de hand gelapt met een silicium-

carbideslijpmiddelsuspensie (korrelgrootte 180) om de poriën op het oppervlak van de monsters te openen. De monsters werden vervolgens ondergedompeld in kokend water, zoals is beschreven in voorbeeld 1. Vier monsters werden bereid voor elke porositeitwaarde. Gemiddelde permeabiliteitsresultaten worden getoond in tabel 5 hieronder.

Permeabiliteitswaarden worden gegeven in eenheden volume lucht per tijdseenheid (Q , in cm^3/s) per eenheid druk (P , inches water) en werden gemeten over de dikte van monsters met een diameter van 1,5 inch (37,5 mm) en een dikte van 0,5 inch (12,7 mm). Zoals verwacht, waren de permeabiliteitswaarden laag voor monsters met vrijwel geen onderling verbonden porositeit. Er werd waargenomen dat de permeabiliteit aanzienlijk toenam met toenemende porositeit. In het bijzonder werden monsters met meer dan ongeveer 50% onderling verbonden porositeit gekenmerkt door een permeabiliteitswaarde van meer dan ongeveer $0,2 \text{ cm}^3/\text{s}/\text{inch}$ water als de porositeit toenam tot boven ongeveer 50 vol.%.

20

TABEL 5

Metaal- bindmiddel, gew. %	Keukenzout, gew. %	Thermische porositeit, vol. %	Permeabili- teit, Q/P ($\text{cm}^3/\text{s}/\text{inch}$) $\text{H}_2\text{O}/0,5$ inch
100	0	0	0,030
91,85	8,15	25	0,034
84,7	15,3	40	0,085
74,55	25,45	55	0,287
65,0	35,0	65	0,338
58,99	41,01	70	0,562
43,02	56,98	80	n/a

25

30

VOORBEELD 7

Gesegmenteerde slijpschijven, elk met 16 segmenten, werden op vrijwel dezelfde wijze als beschreven in voorbeeld 1 hierboven samengesteld. De segmenten bevatten
5 echter een organisch bindmiddel (in tegenstelling tot het metaalbindmiddel beschreven in voorbeeld 1) en werden op de hieronder beschreven wijze vervaardigd:

Suiker in korrelvorm (verkregen van Shaw's, Inc., Worcester, MA) werd ongeveer 2 uur in een 1-gallon verfblik
10 geschud met behulp van een verfschudder (gemaakt door Red Devil®, Inc., Union, NJ) om de scherpe hoeken en randen te breken, zodat de suikerkorrels effectief "afgerond" werden. De suiker werd vervolgens gezeefd om een deeltjesgrootteverdeling van ongeveer 250 tot ongeveer 500 μm (dat wil
15 zeggen -35/+60 U.S. Mesh) te verkrijgen.

Poedervormig harsbindmiddel werd voorgezeefd door een U.S. Mesh 200-zeef om agglomeraten te verwijderen. Fijn
diamant slijpmiddelpoeder, met een deeltjesgrootteverdeling van ongeveer 3 tot ongeveer 6 μm , dat als RB3/6 was verkregen
20 van Amplex® Corporation (Olyphant, Pennsylvania) werd aan de poedervormige hars toegevoegd en er werd gemengd totdat een homogeen mengsel was verkregen. Het mengsel, dat ongeveer 80 vol.% hars en ongeveer 20 vol.% slijpmiddel bevatte, werd driemaal door een U.S. Mesh 165-zeef gezeefd
25 en werd vervolgens toegevoegd aan korrelvormige suiker (op de hierboven beschreven wijze bereid). Het hars/slijpmiddel/suikermengsel werd vervolgens gemengd, totdat het nagenoeg homogeen was en twee maal door een U.S. Mesh 24-zeef gezeefd.

30 Er werden drie composietmengsels bereid. Het eerste mengsel (gebruikt bij de vervaardiging van schijf 7-A) bevatte ongeveer 4 vol.% diamantslijpmiddel, ongeveer 20 vol.% 33-344-harsbindmiddel (een bisfenol-A gemodificeerde fenolresolhars, verkregen van Durez® Corporation uit
35 Dallas, TX) en ongeveer 76 vol.% suiker. Het tweede mengsel (dat gebruikt werd bij de vervaardiging van een schijf 7-B) bevatte ongeveer 6 vol.% diamantslijpmiddel, ongeveer

30 vol.% 29-346-harsbindmiddel (een "long flow"-fenolnova-
lac-hars, verkregen van Durez® Corporation uit Dallas, TX)
en ongeveer 64 vol.% suiker. Het derde mengsel (dat ge-
bruikt werd bij de vervaardiging van schijf 7-C) bevatte
5 ongeveer 6 vol.% diamantslijpmiddel, ongeveer 30 vol.%
29-108-harsbindmiddel (een bisfenol-A gemodificeerde "very
long flow" resolhars, verkregen van Durez® Corporation uit
Dallas, TX) en ongeveer 64 vol.% suiker.

De hars/slijpmiddel/suikermengsels werden in
10 schijfvormige stalen vormen gebracht, vlak gemaakt en onge-
veer 30 minuten bij een temperatuur van ongeveer 135°C en
een druk van ongeveer 28 MPa (4.100 psi) geperst, totdat
een matrix met ongeveer 99% theoretische dichtheid werd
verkregen. Na afkoelen werden de schijven licht geschurd
15 met 180 schuurpapier om de vormhuid te verwijderen en de
suikerdispersoïde werd verwijderd door onderdompeling in
kokend water gedurende ongeveer 2 uur. Nadat de suiker ver-
wijderd was, werden de schijven gedroogd en gebakken om de
hars volledig te harden. De droog- en bakcyclus was als
20 volgt. De schijven werden eerst geleidelijk in ongeveer 5
minuten op een temperatuur van 60°C gebracht en ongeveer 25
minuten op die temperatuur gehouden. De temperatuur van de
schijven werd vervolgens in ongeveer 30 minuten geleidelijk
25 tot 90°C verhoogd en de schijven werden 5 uur op die tempe-
ratuur gehouden. Ten slotte werd de temperatuur van de
schijven in ongeveer 4 uur geleidelijk tot 160°C verhoogd
en de schijven werden ongeveer 5 uur op die temperatuur
gehouden. Na het bakken werden de schijven tot kamertempe-
30 ratuur afgekoeld en gefreesd tot segmenten voor gebruik bij
het samenstellen van slijpschijven.

Drie organisch gebonden gesegmenteerde schijven
werden onderzocht op prestaties bij het fijnslijpen van de
achterkant op siliciumwafels.

De slijptestomstandigheden waren:

35 Slijptestomstandigheden:

Machine: Strasbaugh 7AF Model

Schijfspecificaties: Ruwe slijpspil: Norton #3-R7B69

Fijne slijpspil: Schijf 7-A
Schijf 7-B
Schijf 7-C

Schijfgrootte: Type 2A2TSSA: 280X29X229 mm (11X1½X9 inch)
5 Slijpwijze: tweevoudig slijpen: Ruwlijpen gevolgd door
fijnslijpen

Fijnslijpen:

Schijfsnelheid: 4.350 tpm
10 Koelmiddel: Gedeïoniseerd water
Debiet koelmiddel: 3 gal/min (11 l/min)
Materiaal werkstuk: Siliciumwafels, N-type 100 oriëntatie,
150 mm diameter (6 inch), 0,66 mm (0,026 inch) aanvangsdik-
te (verkregen van Silicon Quest, CA)
15 Verwijderd materiaal: stap 1: 10 µm, stap 2: 5 µm, stap 3:
5 µm, lift: 2 µm
Voedingssnelheid: stap 1: 1 µm/s, 2: 0,7 µm/s, stap 3:
0,5 µm/s, lift: 0,5 µm/s
Snelheid werkstuk: 590 tpm, constant
20 Stilstand: 100 omw.

Ruwlijpen:

Schijfsnelheid: 3.400 tpm
Koelmiddel: Gedeïoniseerd water
25 Debiet koelmiddel: 3 gal/min (11 l/min)
Materiaal werkstuk: Siliciumwafels, N-type 100 oriëntatie,
150 mm diameter (6 inch), 0,66 mm (0,026 inch) aanvangsdik-
te (verkregen van Silicon Quest, CA)
Verwijderd materiaal: stap 1: 10 µm, stap 2: 5 µm, stap 3:
30 5 µm, lift: 10 µm
Voedingssnelheid: stap 1: 3 µm/s, stap 2, 2 µm/s, stap 3:
1 µm/s, lift: 5 µm/s
Snelheid werkstuk: 590 tpm, constant
Stilstand: 50 omw.

35

Als slijpgereedschappen afdraaien en scherpen ver-
eisen, waren de omstandigheden voor deze proef als volgt:

Afdraaien en scherpen:

Ruwe schijf: gebruik van 150 mm (6 inch) diameter Stras-
baugh ruw reinigingskussen

Schijfsnelheid: 1.200 tpm

5 Stilstand: 25 omw.

Verwijderd materiaal: stap 1: 190 μm , stap 2: 10 μm , lift:
20 μm

Voedingssnelheid: stap 1: 5 $\mu\text{m/s}$, stap 2, 0,2 $\mu\text{m/s}$, lift:
2 $\mu\text{m/s}$

10 Snelheid werkstuk: 50 tpm, constant

Fijne schijf: gebruik van 150 mm (6 inch) diameter Stras-
baugh extra fijn scherp-kussen

15 Schijfsnelheid: 1.200 tpm

Stilstand: 25 omw.

Verwijderd materiaal: stap 1: 150 μm , stap 2: 10 μm , lift:
20 μm

Voedingssnelheid: stap 1: 5 $\mu\text{m/s}$, stap 2, 0,2 $\mu\text{m/s}$, lift:

20 2 $\mu\text{m/s}$

Snelheid werkstuk: 50 tpm, constant

De resultaten van de slijptest van voorbeeld 7
worden in tabel 6 hieronder getoond. Tweehonderd wafels
25 werden fijngeslepen met gebruikmaking van de poreuze
harsgebonden schijven van de uitvinding (schijven 7-A, 7-B
en 7-C). Elk van de schijven van de uitvinding vertoonde
een relatief stabiele maximale normaalkracht van ongeveer
90 N (dat wil zeggen ongeveer 20 lbs) bij ten minste twee-
30 honderd wafels. Dergelijke slijpprestaties zijn zeer ge-
wenst bij het slijpen van de achterkant van siliciumwafels,
omdat deze omstandigheden met betrekkelijk geringe kracht
en stationaire toestand de thermische en mechanische
beschadiging van het werkstuk minimaliseren. Bovendien kon
35 met de poreuze schijf van de uitvinding de hierboven
beschreven zeer gewenste slijpprestaties voor ten minste

tweehonderd wafels verkregen worden, zonder dat het nodig was de schijf te scherpen.

5 Verder bleek dat het harstype de slijtsnelheid van de slijpschijf beïnvloedde. De schijven 7-A en 7-C vertoonden een relatief hoge slijtsnelheid van respectievelijk 2,2 en 1,7 μm per wafel, terwijl schijf 7-B (dat fenolnovolakhars met langdurige vloeï bevat) een relatief lage (en gezochte) slijtsnelheid van 0,5 μm per wafel vertoonde.

10 Samengevat, voorbeeld 7 toont dat de schijven van de uitvinding die een organisch bindmiddel bevatten zeer gewenste prestaties bij het slijpen van de achterkant op siliciumwafels geven.

TABEL 6

15

Schijfspecificatie	Maximale normaalkracht, N	Slijtsnelheid (μm /wafel)
Schijf 7-B (DZ 33-344)	90	2,8
20 Schijf 7-B (IZ 29-346)	90	0,5
Schijf 7-C (IZ 19-108)	90	1,7

5

CONCLUSIES

10 1. Werkwijze voor het vervaardigen van een slijp-
product met ten minste 50 vol.% onderling verbonden porosi-
teit, omvattende:

15 a) het mengen van een mengsel van slijpmiddel-
korrels, bindmiddelmateriaal en dispersoïdedeeltjes, welk
mengsel ongeveer 0,5 tot ongeveer 25 vol.% slijpmiddel-
korrels, ongeveer 19,5 tot ongeveer 49,5 vol.% bindmiddel-
materiaal en ongeveer 50 tot ongeveer 80 vol.% dispersoïde-
deeltjes bevat;

b) het persen van het mengsel tot een slijpmiddel-
bevattende composiet;

20 c) het thermisch verwerken van de composiet; en

d) het onderdompelen van de composiet in een
oplosmiddel gedurende een tijd die geschikt is voor het
vrijwel volledig oplossen van de dispersoïde, waarbij de
dispersoïde in het oplosmiddel oplosbaar is,

25 waarbij de slijpmiddelkorrels en het bindmiddel-
materiaal vrijwel onoplosbaar zijn in het oplosmiddel.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij het per-
sen (b) en het thermisch verwerken (c) vrijwel gelijktijdig
worden uitgevoerd.

30 3. Werkwijze volgens conclusie 2, waarbij het
mengsel ten minste vijf minuten bij een temperatuur tussen
ongeveer 370 en ongeveer 795°C en een druk tussen ongeveer
20 en ongeveer 33 MPa wordt geperst.

35 4. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de hoe-
veelheid dispersoïdedeeltjes in het mengsel ligt tussen:
groter dan of gelijk aan ongeveer 50 vol.%, en
kleiner dan of gelijk aan ongeveer 70 vol.%.

5. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij het bindmiddelmateriaal een metaalbindmiddel is.

6. Werkwijze volgens conclusie 5, waarbij het metaalbindmiddel ongeveer 35 tot ongeveer 85 gew.% koper en
5 ongeveer 15 tot ongeveer 65 gew.% tin bevat.

7. Werkwijze volgens conclusie 5, waarbij het metaalbindmiddel verder ongeveer 0,2 tot ongeveer 1,0 gew.% fosfor bevat.

8. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij het
10 bindmiddelmateriaal een organisch bindmiddel is.

9. Werkwijze volgens conclusie 8, waarbij het organische bindmiddel een fenolhars omvat.

10. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de slijpmiddelkorrel een superslijpmiddelkorrel omvat, gekozen
15 uit de groep van diamant en kubisch boornitride.

11. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de slijpmiddelkorrel diamant omvat.

12. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de slijpmiddelkorrel een gemiddelde deeltjesgrootte heeft van:
20 groter dan of gelijk aan ongeveer 0,5 μm , tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 300 μm .

13. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de slijpmiddelkorrel een gemiddelde deeltjesgrootte heeft van:
25 groter dan of gelijk aan ongeveer 0,5 μm , tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 75 μm .

14. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de dispersoïde een in water oplosbaar zout is.

15. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de dispersoïde behoort tot de groep van suiker, dextrine,
30 polysacharideoligomeren, natriumchloride, kaliumchloride, magnesiumchloride, calciumchloride, natriumsilicaat, natriummetasilicaat, kaliumfosfaat, kaliumsilicaat, natriumcarbonaat, natriumsulfaat, kaliumsulfaat, magnesiumsulfaat en mengsels daarvan.

35 16. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de dispersoïde natriumchloride omvat.

17. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de dispersoïde suiker omvat.

18. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de dispersoïde een deeltjesgrootteverdeling heeft van:
5 groter dan of gelijk aan ongeveer 25 μm ; tot
kleiner dan of gelijk aan ongeveer 500 μm .

19. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de dispersoïde een deeltjesgrootteverdeling heeft van:
10 groter dan of gelijk aan ongeveer 74 μm ; tot
kleiner dan of gelijk aan ongeveer 210 μm .

20. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de dispersoïde een deeltjesgrootteverdeling heeft van:
groter dan of gelijk aan ongeveer 210 μm ; tot
kleiner dan of gelijk aan ongeveer 300 μm .

21. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de dispersoïde suiker omvat en een deeltjesgrootteverdeling heeft van:

groter dan of gelijk aan ongeveer 150 μm ; tot
kleiner dan of gelijk aan ongeveer 500 μm .

22. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij het oplosmiddel water omvat.

23. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij het oplosmiddel kokend water omvat.

24. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij ten minste één oppervlak van de composiet na het thermisch bewerken (c) en voor het onderdompelen (d) afgeschuurd wordt.

25. Werkwijze volgens conclusie 1, waarmee een slijpproduct met een permeabiliteit van meer dan of gelijk aan ongeveer 0,2 $\text{cm}^3/\text{s}/\text{inch}$ water wordt geproduceerd.

30 26. Slijpproduct vervaardigd met de werkwijze van conclusie 1.

27. Slijpsegment voor een gesegmenteerde slijpschijf, welk slijpsegment omvat:

35 een composiet die een aantal superslijpmiddelkorrels en een metaalbindmiddelmatrix bevat die aan elkaar gesinterd zijn, welke composiet een aantal daarin gerangschikte, onderling verbonden poriën heeft, welke composiet

ongeveer 0,5 tot ongeveer 25 vol.% slijpmiddelkorrel bevat, ongeveer 19,5 tot ongeveer 49,5% metaalbindmiddel en ongeveer 50 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit bevat,

5 welke metaalbindmiddelmatrix ongeveer 35 tot ongeveer 70 gew.% koper, ongeveer 30 tot ongeveer 65 gew.% tin, en ongeveer 0,2 tot ongeveer 1,0 gew.% fosfor bevat,

10 welke superslijpmiddelkorrels wordt gekozen uit de groep van diamant en kubisch boornitride, welke superslijpmiddelkorrels een gemiddelde deeltjesgrootte van minder dan ongeveer 300 μm hebben.

28. Slijpsegment volgens conclusie 27, waarbij de composiet gesinterd kan worden bij een temperatuur tussen ongeveer 370 en ongeveer 795°C.

15 29. Slijpsegment volgens conclusie 27, waarbij de composiet onderling verbonden porositeit bevat van:

meer dan of gelijk aan ongeveer 50 vol.%; tot minder dan of gelijk aan ongeveer 70 vol.%.

20 30. Slijpsegment volgens conclusie 27, waarbij het de onderling verbonden poriën een gemiddelde poriegrootte hebben van:

groter dan of gelijk aan ongeveer 25 μm tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 500 μm .

25 31. Slijpsegment volgens conclusie 27, waarbij de onderling verbonden poriën een gemiddelde poriegrootteverdeling hebben van:

groter dan of gelijk aan ongeveer 74 μm tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 210 μm .

30 32. Slijpsegment volgens conclusie 27, waarbij de onderling verbonden poriën een gemiddelde poriegrootteverdeling hebben van:

groter dan of gelijk aan ongeveer 210 μm tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 300 μm .

35 33. Slijpsegment volgens conclusie 27, waarbij de superslijpmiddelkorrels een gemiddelde deeltjesgrootte hebben van:

groter dan of gelijk aan ongeveer 0,5 μm tot

kleiner dan of gelijk aan ongeveer 75 μm .

34. Slijpsegment volgens conclusie 27, waarbij de onderling verbonden porositeit wordt gevormd door:

5 a) het toevoegen van een dispersoïde aan de korrels en het metaalbindmiddel voor het sinteren van de composiet en

10 b) het onderdompelen van de gesinterde composiet in een oplosmiddel en het oplossen van de dispersoïde, waarbij het slijpsegment vrijwel geen dispersoïde-deeltjes bevat.

35. Slijpsegment volgens conclusie 27, dat een permeabiliteit van meer dan of gelijk aan ongeveer 0,2 $\text{cm}^3/\text{s}/\text{inch}$ water heeft.

15 36. Gesegmenteerde slijpschijf omvattende: een kern, een slijprand die een aantal van de segmenten volgens conclusie 27 bevat, en een thermisch stabiel bindmiddel tussen de kern en elk van de segmenten.

20 37. Gesegmenteerde slijpschijf omvattende: een kern met een minimale specifieke sterkte van 2,4 $\text{MPa}\cdot\text{cm}^3/\text{g}$, een kerndichtheid van 0,5 tot 8,0 g/cm^3 en een cirkelvormige omtrek;

25 een slijprand die een aantal segmenten omvat, waarbij elk van de segmenten een composiet bevat, die een aantal slijpmiddelkorrels en een bindmiddelmatrix bevat, die aan elkaar gesinterd zijn, welke composiet een aantal daarin gerangschikte onderling verbonden poriën bevat, welke composiet ongeveer 50 tot ongeveer 80 vol.% onderling

30 verbonden porositeit bevat, en een thermisch stabiel bindmiddel tussen de kern en elk van de segmenten.

35 38. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij de composiet gesinterd kan worden bij een temperatuur tussen ongeveer 370 en ongeveer 795°C.

39. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij het metaalbindmiddel ongeveer 35 tot ongeveer

85 gew.% koper en ongeveer 15 tot ongeveer 65 gew.% tin bevat.

40. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij het metaalbindmiddel verder ongeveer 0,2 tot 5 ongeveer 1,0 gew.% fosfor bevat.

41. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij de slijpmiddelkorrels superslijpmiddelkorrels omvatten die gekozen worden uit de groep van diamant en kubisch boornitride.

10 42. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij de slijpmiddelkorrels diamant omvatten.

43. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij de slijpmiddelkorrels een gemiddelde deeltjesgrootte hebben van:

15 groter dan of gelijk aan ongeveer 0,5 μm , tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 300 μm .

44. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij de onderling verbonden poriën een gemiddelde poriegrootte hebben van:

20 groter dan of gelijk aan ongeveer 25 μm , tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 500 μm .

45. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij de onderling verbonden poriën een poriegrootteverdeling hebben van:

25 groter dan of gelijk aan ongeveer 74 μm , tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 210 μm .

46. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij de onderling verbonden poriën een poriegrootteverdeling hebben van:

30 groter dan of gelijk aan ongeveer 210 μm , tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 300 μm .

47. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij de onderling verbonden porositeit wordt gevormd door:

35 a) het toevoegen van een dispersoïde aan de korrels en het metaalbindmiddel van elk van de segmenten voor het sinteren; en

b) het onderdompelen van elk van de segmenten in een oplosmiddel en het oplossen van de dispersoïde, waarbij elk van de segmenten vrijwel geen dispersoïde bevat.

5 48. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij elk van de segmenten een permeabiliteit groter dan of gelijk aan ongeveer 0,2 cm³/s/inch water heeft.

49. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij het thermisch stabiele bindmiddel wordt gekozen
10 uit de groep van epoxykleefstofbindmiddelen, metallurgische bindmiddelen, mechanische bindmiddelen, diffusiebindmiddelen en combinaties daarvan.

50. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij het thermisch stabiele bindmiddel een epoxy-
15 kleefmiddelbindmiddel is.

51. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 37, waarbij:

het metaalbindmiddel ongeveer 35 tot ongeveer 85 gew.% koper, ongeveer 15 tot ongeveer 65 gew.% tin en
20 ongeveer 0,2 tot 1,0 gew.% fosfor bevat;

de slijpmiddelkorrel diamant met een deeltjesgrootte van ongeveer 0,5 tot ongeveer 300 µm omvat, en de onderling verbonden poriën een gemiddelde deeltjesgrootte hebben van ongeveer 25 tot ongeveer 500 µm.

25 52. Werkwijze voor het vervaardigen van een slijpproduct met ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit, omvattende:

a) het mengen van een mengsel van slijpmiddelkorrels, niet-metaalbindmiddel materiaal en dispersoïdedeeltjes, welk mengsel ongeveer 0,5 tot ongeveer 25 vol.% slijpmiddelkorrels, ongeveer 19,5 tot ongeveer 65 vol.% niet-metaalbindmiddel materiaal, en ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% dispersoïdedeeltjes bevat;

b) het persen van het mengsel tot een slijpmiddel-
35 bevattende composiet;

c) het thermisch verwerken van de composiet; en

d) het onderdompelen van de composiet in een oplosmiddel gedurende een tijd die geschikt is om de dispersoïde vrijwel volledig op te lossen, waarbij de dispersoïde in het oplosmiddel oplosbaar is,

5 de oplosmiddelkorrel en het niet-metaalbindmiddel-materiaal vrijwel onoplosbaar zijn in het oplosmiddel.

53. Werkwijze volgens conclusie 52, waarbij het niet-metaalbindmiddel-materiaal een organisch bindmiddel-materiaal omvat.

10 54. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij het organische bindmiddel-materiaal een hars omvat, gekozen uit de groep van fenolharsen, epoxyharsen, onverzadigde polyesterharsen, bismaleïmideharsen, polyimideharsen, cyanaatharsen, melaminepolymeren en mengsel daarvan.

15 55. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij het organische bindmiddel-materiaal een fenolhars omvat.

56. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij het organische bindmiddel-materiaal een fenolnovolakhars omvat.

20 57. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij het organische bindmiddel-materiaal een fenolresolhars omvat.

58. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij de slijpmiddelkorrel diamant omvat met een gemiddelde deeltjesgrootte van

25 groter dan of gelijk aan ongeveer $0,5 \mu\text{m}$, tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer $300 \mu\text{m}$.

59. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij de dispersoïdedeeltjes in wezen niet-ionisch zijn.

60. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij de dispersoïdedeeltjes suiker omvatten.

30 61. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij het persen (b) persen gedurende ten minste 5 minuten bij een temperatuur tussen ongeveer 100 en ongeveer 200°C en een druk tussen ongeveer 20 en ongeveer 33 MPa omvat.

35 62. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij het thermisch verwerken (c) wordt uitgevoerd na het onderdompelen (d) en bakken gedurende ten minste één uur bij een temperatuur tussen ongeveer 100 en ongeveer 200°C omvat.

63. Werkwijze volgens conclusie 53, waarbij ten minste één oppervlak van de composiet voor het onderdompelen (d) wordt afgeschuurd.

5 64. Slijpsegment voor een gesegmenteerde slijpschijf, welk slijpsegment omvat:

een composiet die een aantal superslijpmiddelkorrels en een niet-metaalbindmiddelmatrix die samen gehard zijn omvat, waarbij de composiet een aantal erin gerangschikte onderling verbonden poriën heeft, de composiet
10 ongeveer 0,5 tot ongeveer 25 vol.% slijpmiddelkorrels, ongeveer 19,5 tot ongeveer 65% niet-metaalbindmiddel en ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit bevat en

waarbij de superslijpmiddelkorrels worden gekozen
15 uit de groep van diamant en kubisch boornitride, waarbij de superslijpmiddelkorrels een gemiddelde deeltjesgrootte van minder dan ongeveer 300 μm hebben.

65. Slijpmiddelsegment volgens conclusie 64, waarbij de composiet bij een temperatuur tussen ongeveer 100 en
20 ongeveer 200°C gehard kan worden.

66. Slijpmiddelsegment volgens conclusie 64, waarbij de superslijpmiddelkorrels diamant omvatten en een gemiddelde deeltjesgrootte hebben van:

25 groter dan of gelijk aan ongeveer 0,5 μm , tot kleiner dan of gelijk aan ongeveer 75 μm .

67. Slijpmiddelsegment volgens conclusie 64, waarbij de onderling verbonden porositeit wordt gevormd door:

30 a) het toevoegen van een dispersoïde aan de korrels en niet-metaalbindmiddel voor het harden van de composiet; en

b) het onderdompelen van de geharde composiet in een oplosmiddel en het oplossen van de dispersoïde,

35 waarbij het slijpsegment vrijwel geen dispersoïdesdeeltjes bevat.

68. Slijpsegment volgens conclusie 67, waarbij het dispersoïde suiker omvat, het oplosmiddel water omvat en het niet-metaalbindmiddel fenolhars omvat.

69. Gesegmenteerde slijpschijf omvattende:

5 een kern met een minimale specifieke sterkte van 2,4 MPa·cm³/g, een kerndichtheid van 0,5 tot 8,0 g/cm³ en een cirkelvormige omtrek;

10 een slijprand die een aantal segmenten omvat, waarbij elk van de segmenten een composiet van slijpmiddelkorrels en een niet-metaalbindmiddelmatrix bevat die samen gehard zijn, de composiet een aantal daarin gerangschikte onderling verbonden poriën heeft en de composiet ongeveer 40 tot ongeveer 80 vol.% onderling verbonden porositeit bevat, en

15 een thermisch stabiel klevend bindmiddel tussen de kern en elk van de segmenten.

70. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 69, waarbij de composiet bij een temperatuur tussen ongeveer 100 en ongeveer 200°C gehard kan worden.

20 71. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 69, waarbij de niet-metaalbindmiddelmatrix een organische bindmiddelmatrix omvat.

25 72. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 71, waarbij de organische bindmiddelmatrix een fenolharsmatrix omvat.

73. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 71, waarbij de onderling verbonden porositeit wordt gevormd door:

30 a) het toevoegen van een dispersoïde aan de korrels en het organische bindmiddel voor het harden van de composiet; en

b) het onderdompelen van de geharde composiet in een oplosmiddel en het oplossen van de dispersoïde, waarbij het slijpsegment vrijwel geen dispersoïdesdeeltjes bevat.

74. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 73, waarbij de dispersoïde suiker omvat, het oplosmiddel

water omvat en de organische bindmiddelmatrix fenolhars omvat.

75. Gesegmenteerde slijpschijf volgens conclusie 71, waarbij

5 de organische bindmiddelmatrix een fenolhars omvat,

de slijpmiddelkorrel diamant omvat met een gemiddelde deeltjesgrootte van ongeveer 0,5 tot ongeveer 300 μm , het thermisch stabiele klevende bindmiddel een epoxylijmbindmiddel omvat en

10 de onderling verbonden porositeit wordt gevormd door het toevoegen van een korrelvormige suikerdispersoïde aan de slijpmiddelkorrels en het organische bindmiddel voor het harden van de composiet en de geharde composiet in water wordt ondergedompeld en de dispersoïde wordt opgelost.

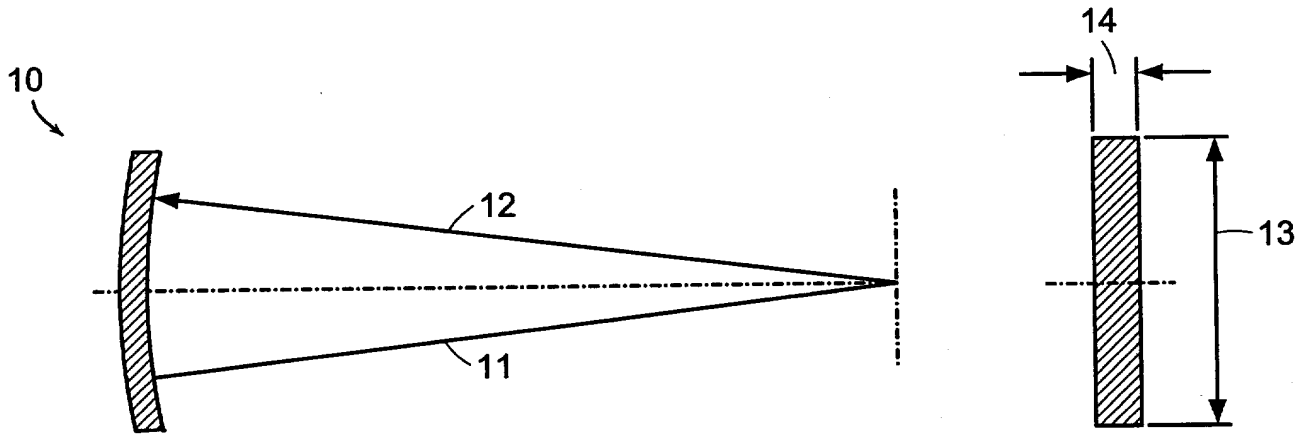


FIG. 1

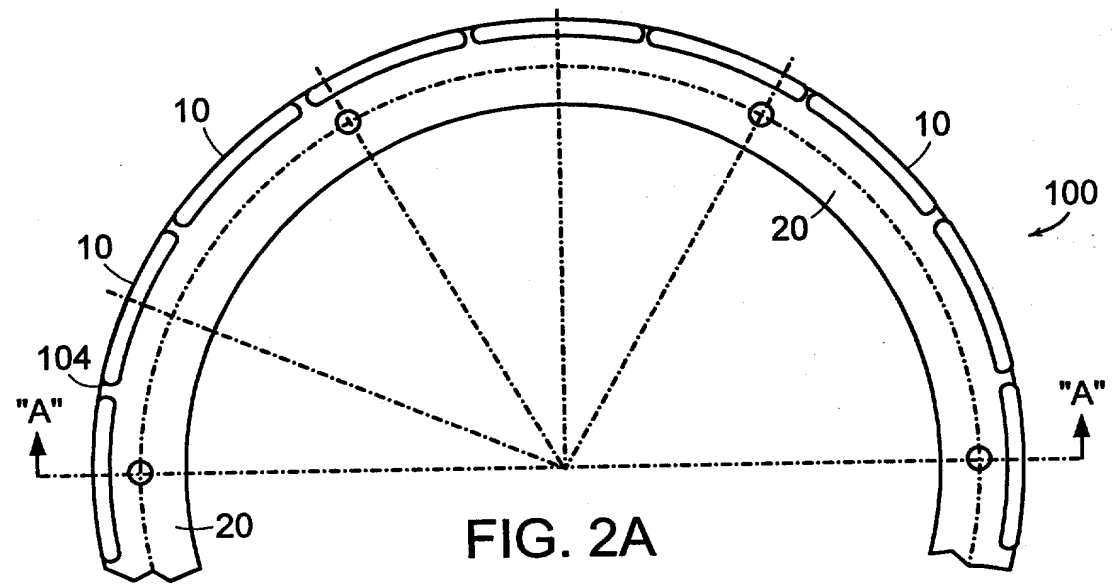


FIG. 2A

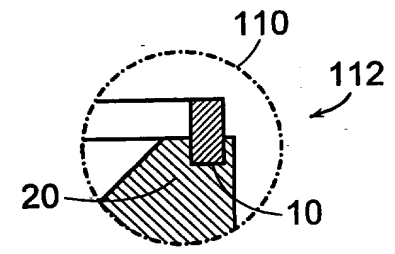
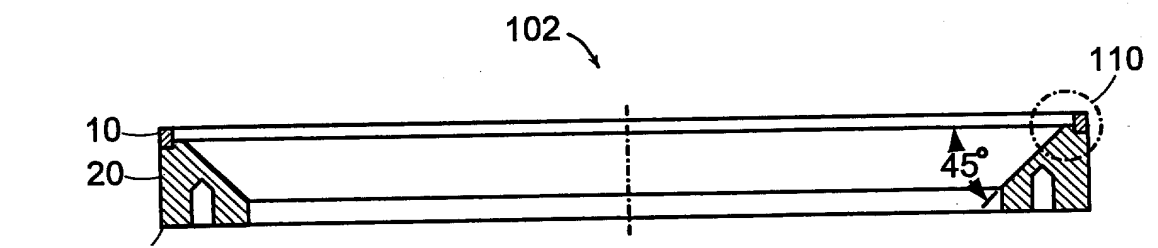


FIG. 2C



ALUMINIUM
ACHTERKANT

DOORSNEDE "A" - "A"

FIG. 2B

RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

Van belang zijnde literatuur

Categorie ¹	Vermelding van literatuur met aanduiding, voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde tekstgedeelten of figuren.	Van belang voor conclusie(s) Nr.:	International Patent Classification (IPC)
Y	WO-79/00778 (LINDSTROM), 18 oktober 1979 * het gehele document *	1-5, 8-16, 18-26 37, 38, 40-50, 52-68	B24D3/34
Y,D	US-A-5 738 696 (WU), 14 april 1998 * het gehele document *	1-5, 8-16, 18-26 37, 38, 40-50, 52-68	
A	US-A-5 067 969 (MATSUDA) 26 november 1991 * samenvatting *	6, 27-36, 39, 51	Onderzochte gebieden van de techniek, gedefinieerd volgens IPC 7
A	RU-C-2 149 747 (EHLEKTROKHIMPRIBOR K) 27 mei 2000, (samenvatting) [online], [opgehaald 29 juli 2003] Opgehaald van: EPOQUE WPI DATABASE & RU- C-2 149 747	1, 52, 67	B24D Computerbestanden
A	WO-01/83166 (3M INNOVATIVE PROPERTIES) 8 november 2001 * blz.27 regels 3-11; conclusies *	1, 52, 67	EPO-Internal WPI PAJ

Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op:

Omvang van het onderzoek: volledig

Onderzochte conclusies:

Niet (volledig) onderzochte conclusies met redenen: ²

Datum waarop het onderzoek werd voltooid: 29 juli 2003

Vooronderzoeker: Dr. M.W. de Lange

¹ Verklaring van de categorie-aanduiding: zie apart blad.

² Op grond van artikel 3:45 j* de artikelen 6:4 en 6:7 van de Algemene wet bestuursrecht, kan aanvrager tegen de niet-eenheidsbeslissing bezwaar maken bij het Bureau voor de Industriële Eigendom, binnen 6 weken na de bekendmaking van deze beslissing.

RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

Van belang zijnde literatuur

Categorie ¹	Vermelding van literatuur met aanduiding, voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde tekstgedeelten of figuren.	Van belang voor conclusie(s) Nr.:	International Patent Classification (IPC)
A	US-A-3 203 775 (CANTRELL), 31 augustus 1965 * het gehele document *	1, 52, 67	B24D3/34
A	US-A-1 986 850 (SCHNEIDER AT AL.), * blz.2 linkerkolom regels 1-17 * -----	1, 17, 52, 60, 67	Onderzochte gebieden van de techniek, gedefinieerd volgens IPC 7 B24D Computerbestanden EPO-Internal WPI PAJ

Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op:

Omvang van het onderzoek:

volledig

Onderzochte conclusies:

Niet (volledig) onderzochte conclusies met redenen:²

Datum waarop het onderzoek werd voltooid: 29 juli 2003

Vooronderzoeker: Dr. M.W. de Lange

¹ Verklaring van de categorie-aanduiding: zie apart blad.

² Op grond van artikel 3:45 j° de artikelen 6:4 en 6:7 van de Algemene wet bestuursrecht, kan aanvrager tegen de niet-eenheidsbeslissing bezwaar maken bij het Bureau voor de Industriële Eigendom, binnen 6 weken na de bekendmaking van deze beslissing.

Categorie van de vermelde literatuur:

- X: op zichzelf van bijzonder belang zijnde stand van de techniek
- Y: in samenhang met andere geciteerde literatuur van bijzonder belang zijnde stand van de techniek
- A: niet tot de categorie X of Y behorende van belang zijnde stand van de techniek
- O: verwijzend naar niet op schrift gestelde stand van de techniek
- P: literatuur gepubliceerd tussen voorrang- en indieningsdatum
- T: niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding
- E: colliderende octrooiaanvraag
- D: in de aanvraag genoemd
- L: om andere redenen vermelde literatuur
- &: lid van dezelfde octrooifamilie; corresponderende literatuur

AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE
STAND VAN DE TECHNIEK, UITGEVOERD IN OCTROOIAANVRAGE NR.1021962

Het aanhangsel bevat een opgave van elders gepubliceerde octrooiaanvragen
of octrooien

(zogenaamde leden van dezelfde octrooifamilie), die overeenkomen met
octrooigeschriften genoemd in het rapport.

De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand
van het Europees Octrooibureau 31 juli 2003

De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees
Octrooibureau, noch door het Bureau voor de Industriële Eigendom
gegarandeerd; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

In het rapport genoemd octrooi- geschrift		datum van publicatie	overeenkomend(e) geschrift(en)	datum van publicatie
WO7900778	A	1979-10-18		
			SE7803079 A	1979-09-17
			EP0015266 A	1980-09-17
US5738696	A	1998-04-14		
			CA2259340 AC	1998-02-05
			WO9804385 A	1998-02-05
			AU3008097 A	1998-02-20
			AU705026 B	1999-05-13
			EP0921908 A	1999-06-16
			CN1224379 A	1999-07-28
			CN1066995B B	2001-06-13
			BR9710595 A	1999-08-17
			TW380085 B	2000-01-21
			JP2000505004T	2000-04-25
			KR2000029592A	2000-05-25
			RU2151045 C	2000-06-20
			JP3336015B2 B	2002-10-21
US5067969	A	1991-11-26		
			JP2237759 A	1990-09-20
RU2149747	C	2000-05-27		

In het rapport genoemd octrooi- geschrift		datum van publicatie	overeenkomend(e) geschrift(en)	datum van publicatie
WO0183166	A	2001-11-08	AU7746500 A EP1276593 A	2001-11-12 2003-01-22
US3203775	A	1965-08-31	GB1010506 A DE1427572 B	1965-11-17 1970-12-23
US1986850	A	1935-01-08		