



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **318109**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl⁷

C 03 C 3/087, 4/00

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19981040	(86)	Innt.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1998.03.10	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1998.03.10	(30)	Prioritet	1997.03.13, DE, 19710289
(41)	Alm.tilgj	1998.09.14			
(45)	Meddelt:	2005.01.31			
(71)	Søker	Vetrotech Saint-Gobain (International) AG , Forchwaldstrasse 24, CH-6318 Walchwil, CH			
(72)	Oppfinner	Horst Siedel, , Walchwil, CH Claude Morin, Puteaux, FR Pierre Jeanvoine, Poissy, FR			
(74)	Fullmektig	Jan E. Helgerud - Bryns Zacco AS, Postboks 765 Sentrum, 0106 Oslo, NO			
(54)	Benevnelse	Brannmotstandsdyktig glass			
(56)	Anførte publikasjoner	DE A 4325656			
(57)	Sammendrag				

For fremstilling av brannsikkert glass av
brannsikringsklasse G omfattende plater av
glass herdet termisk ved hjelp av et konvensjonelt
herdeanlegg og med sikkerhetsglassegenskaper
benyttes det glass som viser en termisk
ekspansjonskoeffisient α_{20-300} mellom 6 og $8,5 \times 10^{-6}$
 K^{-1} , en termisk belastningsfaktor ϕ mellom 0,5 og 0,8
 $N/(mm^2 \cdot K)$, et mykningspunkt mellom 750 og 830°C
og et transformasjonspunkt på høyst 1190°C.

Foreliggende oppfinnelse angår et brannmotstandsdyktig glass av brannmotstandsdyktighetsklasse G omfattende en rute bestående av silikatglass der ruten er seigggjort med luft ved hjelp av et konvensjonelt seigggjøringsanlegg, og har sikkerhetsglass-egenskaper.

- 5
- Brannmotstandsdyktige glass av G-klassen og deres rammer og montering må, under en brannmotstandsdyktighetstest i henhold til DIN Standard 4102 eller med ISO/DIS Standard 834-1, motstå eksponering til flamme og røk i et visst tidsrom. I løpet av dette tidsrom må ruten verken splintres under innvirkning av de belastninger som opptrer som
- 10 et resultat av temperaturgradienter mellom overflaten av ruten og den innleirede kant, eller overskride mykningspunktet fordi de ellers ville miste stabilitet og frigjøre åpningen. I henhold til den tid i minutter i hvilken de kan motstå brann rangeres de i G 30, G 60, G 90 eller G 120 flammemotstandsdyktighetsklassene.
- 15 Generelt blir de flammemotstandsdyktige ruter holdt i rammer som i større eller mindre grad beskytter kantene av rutene mot innvirkningene av varme. Temperaturgradienten som så opptrer mellom midten av ruten og kantene tilveiebringer betydelige spenningsbelastninger i kantområdene og resulterer i ødeleggelse av glassrutene hvis det ikke tas spesifikke forholdsregler for å kompensere for disse spenningsbelastninger. Disse for-
- 20 holdsregler omfatter en termisk seigggjøring av rutene som gjør det mulig å indusere sterke kompressive initialspenninger i kantområdet. Den termiske seigggjøring gjør det mulig å tilveiebringe ytterligere sikkerhetsglassegenskaper for ruten når seigggjøringen utføres slik at, ved knusing, ruten fragmenterer til små stykker.
- 25 Det er i prinsippet mulig å måle verdien for initialspenningene på overflaten av ruten og marginalområdet ved foto-elastisimetri. Denne måling ved foto-elastisimetri er imidlertid relativt kostbar. I praksis oppnås som en konsekvens et vellykket resultat når det gjelder tilstanden av initialspenningene, ved hjelp av bøye/strekkstyrken som oppnås ved seigggjøringen, i henhold til DIN Standard 52303 eller i henhold til EN Standard
- 30 12150. Forsøk har i dette tilfellet vist nødvendigheten av å tilveiebringe en bøye/strekkspenning på minst 120 N/mm² når ruten skal motstå strekkspenninger generert ved temperaturgradienter langs kantene. I lys av det faktum at ikke-seigggjorte ruter viser en basis bøye/strekkstyrke på ca. 50 N/mm² betyr det at det er nødvendig å øke denne styrke, via seigggjøring, i minst 70 N/mm². Verdien av denne økning for bøye/strekk-
- 35 styrken tilsvarer direkte verdien for de initiale overflatekompresjonsbelastninger.

I tillegg er det mulig å øke flammemotstandsdyktighetstiden ved å øke dybden av innføringen av ruten i rammen. Når det gjelder en bøye/strekkstyrke for ruten på 120 N/mm² og en innføringsdybde på 10 mm er glasset for eksempel i henhold til G 30 flammemotstandsdyktighetsklassen mens en innføringsdybde på 20 mm gjør det mulig å
 5 oppnå en G 90 flammemotstandsdyktighetsklasse.

Ruter laget av ordinært floatglass (silisiumdioksydglass basert på soda og lime) kan seigggjøres på egnet måte ved hjelp av konvensjonelle anlegg i lys av det faktum at disse glassblandinger oppviser relativt høye termiske ekspansjonskoeffisienter på over $8,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Vanligvis gjør vanlig floatglass det mulig å oppnå bøye/strekkstyrker som kan
 10 gå opp i 200 N/mm². Under innvirkning av strekkstyrkene som tilveiebringes på grunn av temperaturgradienter vil rutene som en konsekvens ikke splintres hvis innføringsdybden er ca. 10 mm men de mister sin stabilitet på grunn av den relativt lave mykgjøringstemperatur på rundt 730°C. Seiggjorte ruter bestående av floatglass tilskrives
 15 derfor høyst, under normale installeringsbetingelser, G 30 flammemotstandsdyktighetsklassen.

Imidlertid er det også kjent monolittiske ruter av G 60 klassen eller høyere klasser. Disse ruter består av blandinger som har en høy mykningstemperatur på over 815°C og
 20 som av denne grunn viser en lengevarende motstandsevne under en flammemotstandsdyktighetstest. I dette tilfellet viser varmemotstandsdyktige glass basert på borsilikat og på aluminosilikat seg å være spesielt egnet. Imidlertid må disse ruter også seigggjøres termisk for å kunne motstå de høye strekkbelastninger som opptrer i marginalområdene under en flammeresistens-test.

25 Bruken av termisk seigggjøring for flammebarriere-elementer bestående av varme-resistente glass basert på borsilikat og på aluminosilikat er kjent fra DE 23 13 442 B2 og DE 24 13 552 B2. I henhold til disse dokumenter er kun glass for hvilket produktet av den termiske ekspansjon α og elastisitetsmodulen E når 1 til 5 kp.cm⁻².°C⁻¹, det vil si
 30 glass som er basert på borsilikat eller på aluminosilikat med en termisk ekspansjon $\alpha_{20-300} = 3$ til $6,5 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$, er egnet for seigggjøring eller herding. Imidlertid kan herdingen som kreves ved kanten av disse ruter ikke oppnås ved hjelp av vanlige luftherdingsanlegg men involverer en spesifikk prosess hvori rutene under oppvarmingen anbringes mellom noe mindre keramiske fliser slik at kantene av rutene stikker ut fra de
 35 keramiske fliser og derfor avkjøles hurtigere mens midten av rutene avkjøles langsommere under innvirkningen av de keramiske fliser. Den herding som kreves langs

kantene kan klart oppnås på denne måte men rutene som fremstilles på denne måte viser ikke sikkerhetsglass-egenskaper.

For fremstilling av monolittisk brannbarriereglass kjent fra DE 43 25 656 C2 som har en termisk ekspansjonskoeffisient mellom 3 og $6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, en spesifikk termisk belastning ϕ på mellom $0,3$ og $0,5 \text{ N/(mm}^2 \cdot \text{K)}$, et mykningspunkt (= temperaturen for en viskositet lik $10^{7,6} \text{ dPa.s}$) på over 830°C og et transformasjonspunkt (= temperaturen for en viskositet på 10^4 dPa.s) på mellom 1190 og 1260°C . Den spesifikke termiske belastning er den kvantitet som er spesifikk for glasset beregnet fra den termiske ekspansjonskoeffisient α , fra elastisitetsmodulen E og fra Poisson koeffisienten m i henhold til formelen $\phi = \alpha \cdot E / (1 - m)$. Plater som viser disse fysikalske egenskaper kan, i et konvensjonelt luftutglødningsanlegg, erverve både den initiale kompresjonsspenning som er nødvendig langs kantene og de utglødningsbelastninger som utøves over hele overflaten, som er nødvendig for å oppnå fragmentering i små deler slik at ingen spesielle forholdsregler er nødvendige for utglødningen og for at fremstillingsprosessen sterkt skal forenkles. Ruter som viser disse fysikalske egenskaper inneholder imidlertid nødvendigvis B_2O_3 , Al_2O_3 og ZrO_2 i mengder som kompliserer smelteprosessene og transformasjonsprosessen. De kan ikke fremstilles i henhold til floatglass-prosessen som har vist sin eksepsjonelle lønnsomhet, på grunn av at transformeringspunktet er for høyt og fordi smeltingen i tillegg krever spesifikke forholdsregler.

Borsilikat-baserte glassblandinger er kjent fra DE 28 18 804 B2 i form av spesielt konstruerte glass for bruk i flamme-barrière-vinduer og som, på grunn av det relativt lave transformasjonspunkt, kan smelte i henhold til floatglass-prosessen og også seig-gjøres ved hjelp av et vanlig anlegg. Disse glass inneholder imidlertid $11,5$ til $14,5 \%$ B_2O_3 og oppviser i tillegg fysikalske egenskaper tilsvarende de for glassene som er kjent fra DE 43 25 656 C2. Selv når det gjelder disse glass er de initiale kompresjonsbelastninger og bøye/strekkstyrken som kan oppnås ved luftutglødningen begrenset til relativt lave verdier og disse glass oppviser i tillegg vanskeligheter og mangler som er kjent under smeltingen av borsilikatbaserte glass.

Formålet med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe brannmotstandsdyktig glass av G-brannsikringsklassene omfattende en plate bestående av silikatglass, herdet termisk med luft ved hjelp av en herdeprosedyre, og med sikkerhetsglassegenskaper, omfattende 65 til 76 vekt-% SiO_2 , 6 - 12 vekt-% Na_2O , 9 - 13 vekt-% CaO , mindre enn $1,5$ vekt-% Al_2O_3 , $0,1$ - 6 vekt-% K_2O , mindre enn 3 vekt-% MgO , mindre enn 4 vekt-% SrO , og mindre enn 6 vekt-% ZrO_2 , og dette glass karakteriseres ved at det er i det vesentlige

fritt for boroksyd og oppviser en termisk ekspansjonskoeffisient α_{20-300} på 6 til $8,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, en termisk belastningsfaktor ϕ på 0,5 til 0,8 N/(mm².K), et mykningspunkt, for en viskositet på $10^{7,6}$ dPa.s, på 750 til 830 °C, og et transformeringspunkt, for en viskositet på 10^4 dPa.s, på høyst 1190 °C.

5

Glassblandinger som oppviser disse fysikalske egenskaper kan velges blant kjente glassblandinger mens man sørger for at disse ikke omfatter B₂O₃ og Al₂O₃ eller i det minste så lite som mulig.

- 10 Det er funnet at glass som oppviser egenskapene ifølge oppfinnelsen ikke bare kan smelte relativt lett men også i tillegg er spesielt egnet for fremstilling av monolittiske brannbarrièreglass idet, selv når det gjelder konvensjonell luftutglødning, de oppviser en bøye/strekkstyrke som er markert bedre enn den til glass som er basert på borsilikat og på aluminosilikat som kjent ved fremstilling av brannbarrièreglass. På grunn av den
- 15 høyere termiske ekspansjonskoeffisient og den høyere termiske belastningsfaktor er det således mulig, ved hjelp av vanlige utglødningsanlegg, å oppnå markert høyere bøye/-strekkstyrker, det vil si markert høyere initialkompresjonsbelastninger, for derved vesentlig å øke motstandsevnen mot temperaturdifferansen som kan oppnås mellom den innleirede kolde kant og midten av den varme vindusrute. I tillegg oppnår man at mot-
- 20 standsevnen for disse glass var fullstendig tilstrekkelig til å tilfredsstille G 30 brannsikringsglass, selv ved en innføringsdybde i rammen på 10 mm. Glassene som brukes ifølge oppfinnelsen gjør det imidlertid også mulig å oppnå de høyere G 60-, G 90- eller sågar også G 120 bransikringsglasser når man på riktig måte benytter ruter med større tykkelse og med en ramme i hvilken de er innleiret dypere, det vil si en ramme som
- 25 dekker kantene av ruten i større grad, for eksempel opp til 25 mm.

Andre fordeler og trekk ved implementeringen ifølge oppfinnelsen såvel som andre konsekvenser ved oppfinnelsen, vil fremgå av de avhengige krav og av den følgende beskrivelse av forskjellige eksempler.

30

Eksempel 1

Ved fremstilling av brannbarrièrevinduer benyttes det en flat rute med en tykkelse på 5 mm, fremstilt i henhold til floatglass-prosessen og med følgende sammensetning i vekt-
%: 75,4 % SiO₂, 11,0 % Na₂O, 12,0 % CaO, 1,0 % Al₂O₃, 0,3 % K₂O og 0,3 % andre
35 oksyder.

Dette glass oppviser følgende fysikalske egenskaper:

	termisk ekspansjonskoeffisient α_{20-300}	=	$7,6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
	termisk stressfaktor ϕ	=	$0,69 \text{ N}/(\text{mm}^2 \cdot \text{K})$
5	elastisitetsmodul E	=	$7,14 \times 10^4 \text{ N}/\text{mm}^2$
	Poisson koeffisient μ	=	0,215
	mykningspunkt T_s	=	761°C
	transformasjonspunkt T_w	=	1061°C .

10 Flere plater med dimensjonene $90 \times 55 \text{ cm}^2$ underkastes en mykgjøring langs kantene og herdes i horisontal posisjon i et vanlig luftherdeanlegg. For dette formål oppvarmes de til en temperatur på ca. 670°C og avkjøles plutselig ved hjelp av to ordinære blåsekammere. Blåsekammerene er tilveiebragt ved blåsedyser arrangert i rekker der avstanden som skiller rekken av blåsedyser fra hverandre er ca. 8 cm og den resiproke

15 avstand mellom to dyser i rekkene av blåsedyser er 3 cm og diameteren for dysemunningen er 8 mm. Avstanden mellom munningene av dyser og glassoverflaten er ca. 5 cm og det statiske trykk for luften i blåsekammerene er $7,5 \text{ kPa} \pm 10 \%$.

Målinger av bøyestrekstyrken for de herdede plater ifølge fremgangsmåten som

20 beskrives i EN Standard 12150 har vist bøyestrekstyrker for platene i størrelsesorden $210 \pm 10 \text{ N}/\text{mm}^2$. Denne verdi tilsvarer en initial overflatekompresjonsbelastning på ca. $160 \text{ N}/\text{mm}^2$.

Brannsikringsprøver i henhold til ISO/DIN Standard 834-1 gjennomføres med 3 plater

25 av samme type, innleiret i rammen til en dybde på 10 mm. Under 2 brannsikringstester motsto platene brann i 65 minutter og under den tredje brannsikringsprøven var tiden 71 minutter. Dette brannsikringsglass tilfredsstiller således betingelsene for G 60 brannsikringsklassen.

30 Eksempel 2

Plater med en tykkelse på 6 mm og som har den samme sammensetning som platen i eksempel 1 benyttes idet disse plater også er fremstilt i henhold til floatglass-prosessen. Glassene oppviser som en konsekvens de samme fysikalske egenskaper som de i eksempel 1. I det foreliggende tilfellet blir plater med dimensjonen $70 \text{ cm} \times 150 \text{ cm}$

35 underkastet mykgjøring langs kantene og herdet termisk under de samme betingelser som i eksempel 1.

Måling av bøye/strekkstyrkene for disse herdede plater gir verdier på $250 \pm 15 \text{ N/mm}^2$. Brannsikringstester gjennomføres på 3 av disse plater med en tykkelse på 6 mm, under forsøkene innleiret i metallrammen i en dybde på 15 mm. Under disse brannsikringsprøver var motstandstiden over 90 % slik at disse brannbarrièreglass med en tykkelse på 6 mm og en innleiringsdybde i rammen på 15 mm, tilfredsstilte G 90 brannsikringsklassen.

Eksempel 3

For fremstilling av brannbarrièreglass benyttet man et glass med følgende sammensetning:

Dette glass oppviste følgende fysikalske egenskaper:

termisk ekspansjonskoeffisient α_{20-300}	=	$7,9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
termisk stressfaktor ϕ	=	$0,76 \text{ N}/(\text{mm}^2 \cdot \text{K})$
elastisitetsmodul E	=	$7,7 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$
Poisson koeffisient μ	=	0,21
mykningspunkt T_s	=	800°C
transformasjonspunkt T_w	=	1190°C .

Det ble fremstilt en glassbane med en tykkelse på 8 mm fra det smeltede glass ifølge floatglass-prosessen. Flere plater med dimensjoner 150 cm x 70 cm underkastes tilforming langs kantene og herdes som beskrevet i eksempel 1 i et vanlig luftherdeanlegg.

Måling av bøye/strekkstyrkene for de herdede plater gir verdier på $235 \pm 10 \text{ N/mm}^2$.

Brannsikringstester ifølge de angitte standarder gjennomføres med 3 herdede plater av samme type med en tykkelse og i dette tilfellet innleiret i en metallramme over en dybde på 22 mm. Under tre brannmotstandsevne-prøver gikk motstandstiden opp i mer enn 120 minutter slik at disse brannsikringsglass tilfredsstiller betingelsene for G 120 brannsikringsklassen.

P a t e n t k r a v

1.

Brannmotstandsdyktig glass av G-brannsikringsklassene omfattende en plate bestående
 5 av silikatglass, herdet termisk med luft ved hjelp av en herdeprosedyre, og med
 sikkerhetsglassegenskaper, omfattende 65 til 76 vekt-% SiO_2 , 6-12 vekt-% Na_2O , 9-13
 vekt-% CaO , mindre enn 1,5 vekt-% Al_2O_3 , 0,1-6 vekt-% K_2O , mindre enn 3 vekt-%
 MgO , mindre enn 4 vekt-% SrO , og mindre enn 6 vekt-% ZrO_2 , k a r a k -
 t e r i s e r t v e d at glasset i det vesentlige er fritt for boroksyd og
 10 oppviser en termisk ekspansjonskoeffisient α_{20-300} på 6 til $8,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, en termisk
 belastningsfaktor ϕ på 0,5 til 0,8 $\text{N}/(\text{mm}^2 \cdot \text{K})$, et mykningspunkt, for en viskositet på
 $10^{7,6} \text{ dPa.s}$, på 750 til 830 °C, og et transformeringspunkt, for en viskositet på 10^4 dPa.s ,
 på høyst 1190 °C.

15 2.

Glass ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at glasset som
 benyttes viser en termisk ekspansjonskoeffisient α_{20-300} på 6,5 til $7,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, en
 termisk belastningsfaktor ϕ på 0,6 til 0,7 $\text{N}/(\text{mm}^2 \cdot \text{K})$, og et mykningspunkt på 800 til
 820°C.

20

3.

Glass ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d følgende glass-
 sammensetning i vekt-%:

	SiO_2	73	-	76
25	CaO	11	-	13
	Na_2O	10	-	12
	K_2O	0,1	-	0,5
	Al_2O_3	0,5	-	1,5.

30 4.

Glass ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d følgende glass-
 sammensetning i vekt-%:

	SiO_2	65	-	69
	CaO	9	-	11
35	MgO	1	-	3
	SrO	2	-	4
	Na_2O	6	-	8

K ₂ O	4	-	6
Al ₂ O ₃	0,5	-	1,5
ZrO	4	-	6.

s 5.

Glass ifølge et hvilket som helst av kravene 1 til 4, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at det oppviser en initial overflatekompresjonsbelastning i
størrelsesorden 120 til 200 N/mm² og fortrinnsvis i størrelsesorden 150 til 190 N/mm².