

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

## 4095-98

(19)

ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **12. 03. 98**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **13.03.97,  
30.04.97, 17.06.97**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **97/19710289, 97/9705364,  
97/9707521**

(33) Země priority: **DE, FR, FR**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17. 03. 99**  
**(Věstník č. 3/99)**

(86) PCT číslo: **PCT/FR98/00508**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 98/40320**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>:

**C 03 C 3/087**  
**C 03 C 4/00**

(71) Přihlášovatel:

**SAINT-GOBAIN VITRAGE, Courbevoie, FR;**

(72) Původce:

**El Khiati Nathalie, Denil la Earne, FR;**

**Gy René, Bondy, FR;**

**Le Bourhis Eric, Sarcelles Village, FR;**

(74) Zástupce:

**Všetečka Miloš JUDr., Hálkova 2, Praha 2,  
12000;**

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Kompozice na bázi křemičito-sodno-vápenatého skla a jejich použití**

(57) Anotace:

Kompozice na bázi křemičito-sodno-vápenatého skla určená k výrobě substrátů nebo desek, která má koeficient  $\alpha$  tepelného napětí v rozmezí 0,50 až 0,85 N/mm<sup>2</sup>°C/ a pracovní bod nižší než 1200°C, obsahuje v % hmotn. SiO<sub>2</sub> 55 - 75%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0 - 7 %, ZrO<sub>2</sub> 0 - 8 %, Na<sub>2</sub>O 5 - 10 %, K<sub>2</sub>O 0 - 8 %, CaO 8 - 12%.

CZ 4095-98 A3

JUDr. Miloš VĚTEČKA  
advokát  
120 00 PRAHA 2, HÁKOVA 2

Kompozice na bázi křemičito-sodno-vápenatého skla a jejich použití

### Oblast vynálezu

Vynález se týká kompozic na bázi křemičito-sodno-vápenatého skla vhodných k transformaci na skleněný pás, ze kterého mohou být odděleny skleněné desky, které zejména po svém zpracování projevují tepelnou odolnost.

Tyto desky mohou být použity zvláště pro výrobu ohnivzdorných vitráží nebo mohou sloužit jako substráty pro výrobu plazmových obrazovek, elektroluminiscenčních obrazovek, a obrazovek se studenou katodou (Field-Emission-Display).

### Dosavadní stav techniky

Pokud se týče konkrétně vitráží, které jsou podle tříd G ohnivzdorné, tyto vitráže jsou tvořeny vrstvou tepelně tvrzeného skla, přičemž mají vlastnosti bezpečnostní vitráže.

Ohnivzdorné vitráže podle tříd ohnivzdornosti G, stejně jako jejich rámy a upevnění, musí projevovat v průběhu experimentu na působení ohně podle normy DIN 4102 nebo standardní normy ISO/DIS 834-1 po určité době odolnost proti průchodu ohně a kouře. Během této doby se vitráže nesmí zlomit vlivem pnutí, které vzniká následkem teplotních gradientů mezi povrchem vitráže, který je v kontaktu s teplem, a zasazeného okraje, ani u nich nesmí být

překročena teplot jejich měknutí, protože by ztratily svou stabilitu a dovolily by tak otevření. Vitráže jsou zařazeny do tříd ohnivzdornosti G 30, G 60, G 90 nebo G 120 v závislosti na čase v minutách během kterého odolávají působení ohně.

Obecně jsou ohnivzdorné vitráže uchovávány v rámech, které ve větší nebo menší míře chrání okraj těchto vitráží před vlivem tepla. Teplotní gradient, který se takto vyskytne mezi středem vitráže a okrajem, vyvolává značná napětí v tahu v okrajové zóně a vede k destrukci vitráží, pokud nejsou přijata zvláštní opatření pro kompenzaci těchto tahových napětí. Tato opatření spočívají v tepelném vytvrzování vitráží, které dovoluje navodit silná počáteční tlaková napětí v okrajové zóně. Tepelné vytvrzování umožňuje udělit vitrážím dodatečně vlastnosti bezpečnostního skla, pokud je toto vytvrzování realizováno tak, aby se v případě prasknutí vitráž rozpadla na malé kousky.

Stav počátečního napětí je obvykle stanoven pomocí pevnosti v ohybu/tahu dosažené při procesu vytvrzování, což se určí podle normy DIN 52303 nebo normy EN 12150. Zkušenosti v tomto případě vyzdvihují nutnost zajistit pevnost v ohybu/tahu nejméně  $120 \text{ N/mm}^2$ , aby vitráž odolala tahovým napětím způsobeným teplotními gradienty na okraji. Vzhledem k tomu, že netvrzené vitráže mají základní pevnost v ohybu/tahu přibližně  $50 \text{ N/mm}^2$ , znamená to, že je nezbytné zvýšit tuto odolnost vytvrzováním o nejméně  $70 \text{ N/mm}^2$ . Hodnota tohoto zvýšení pevnosti v ohybu/tahu přímo odpovídá hodnotě počátečních povrchových tlakových napětí.

Navíc je možné zvýšit dobu ohnivzdornosti zvýšením hloubky zapuštění vitráže do rámu. V případě pevnosti v ohybu/tahu vitráže  $120 \text{ N/mm}^2$  a hloubky zapuštění 10

milimetrů, vyhovuje vitráž například třídě ohnivzdornosti G 30, zatímco hloubka zapuštění 20 milimetrů umožňuje dosáhnout třídy ohnivzdornosti G 90.

Vitráže z běžného plaveného skla (křemičité sklo na bázi sody a vápna) mohou být vytvrzované vhodným způsobem pomocí tradičních zařízení, vzhledem k tomu, že tyto skleněné kompozice mají relativně vysoké koeficienty tepelné roztažnosti vyšší než  $85 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ . Běžné plavené sklo umožňuje dosáhnout pevnosti v ohybu/tahu až  $200 \text{ N/mm}^2$ . Vlivem napětí v tahu vyvolaného teplotními gradienty tedy vitráže nepraskají, pokud je hloubka zapuštění přibližně 10 milimetrů, ale ztrácejí stabilitu z důvodu jejich relativně nízké teploty měknutí přibližně  $730 \text{ }^\circ\text{C}$ . Tvrzené vitráže z plaveného skla tedy vyhovují za podmínek normální instalace nanejvýš třídě ohnivzdornosti G 30.

Kromě toho jsou známy rovněž monolitické vitráže třídy ohnivzdornosti G 60 a vyšších tříd. Tyto vitráže jsou tvořeny skleněnými kompozicemi s vysokou teplotou měknutí vyšší než  $815 \text{ }^\circ\text{C}$  a mají tedy dlouhou dobu rezistence během testu na působení ohně. V tomto případě se zdají zvláště vhodná borosilikátová a aluminosilikátová skla odolná vůči působení tepla. Nicméně tyto typy skel musí být rovněž tepelně vytvrzovány, aby mohly odolávat silným napětím v tahu, které se objevují v okrajové zóně v průběhu testu na působení ohně.

Použití tepelného tvrzení pro ohnivzdorné vitráže, jejichž skleněné kompozice jsou na bázi teplovzdorného borosilikátu nebo teplovzdorného aluminosilikátu, je známo z německého patentu DE 23 13 442 B2 a patentu Spojených států amerických č. 3 984 252. Podle těchto dokumentů

vyhovují pro vytvrzování pouze skla, jejichž produkt teplotní roztažnosti  $\alpha$  a modul pružnosti  $E$  dosahují 1 až  $5 \text{ kp.cm}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$ , to znamená skla na bázi borosilikátu nebo aluminosilikátu s teplotní roztažností  $\alpha_{20-300} = 30$  až  $65 \cdot 10^{-7} \text{ °C}^{-1}$ . Nicméně nezbytné vytvrzování na okraji těchto vitráží nemůže být provedeno pomocí běžných zařízení k vytvrzování na vzduchu, ale vyžaduje zvláštní postup ve kterém jsou vitráže umístěny v průběhu zahřívání mezi keramické dlaždice o málo menších rozměrech takovým způsobem, aby okraj vitráže přesahoval tyto keramické dlaždice a tím se tedy rychleji ochlazoval, zatímco střed vitráže se působením těchto keramických dlaždic ochlazuje pomaleji. Tímto způsobem může být dosaženo vytvrzení nezbytné pro okrajovou část, ale takto vyrobené vitráže nemají žádnou z vlastností bezpečnostního skla.

Z evropské patentové přihlášky EP-A-638 526 je známo použití skleněných kompozic, které mají koeficient tepelné roztažnosti  $\alpha$  v rozmezí 30 až  $60 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ , koeficient  $\varphi$  v rozmezí 0,3 až 0,5  $\text{N}/(\text{mm}^2 \cdot \text{K})$ , teplotu měknutí (což je teplota odpovídající viskozitě  $10^{7,6}$  poise, neboli  $10^{6,6} \text{ Pa}$ ) vyšší než  $830 \text{ °C}$  a pracovní bod (to znamená teplota odpovídající viskozitě  $10^4$  poise, neboli  $10^3 \text{ Pa.s}$ ) v rozmezí 1190 až  $1260 \text{ °C}$ , pro výrobu monolitických ohnivzdorných vitráží. Koeficient  $\varphi$  neboli specifické tepelné napětí je charakteristická veličina skla, vypočtená z koeficientu tepelné roztažnosti  $\alpha$ , modulu pružnosti  $E$  a Poissonova koeficientu  $\mu$  podle vzorce  $\varphi = \alpha \cdot E/(1-\mu)$ . V případě vitráží s těmito fyzikálními vlastnostmi je možno dosáhnout v běžném zařízení pro vytvrzování na vzduchu jak nezbytného počátečního tlakového napětí na okraji vitráže tak i vytvrzovacího napětí působícího na celém povrchu, nezbytného k dosažení fragmentace na malé kousky, takže při

jejich vytvrzovacích operacích nejsou nutná žádná zvláštní opatření a způsob jejich výroby se tím značně zjednoduší. Vitráže s těmito fyzikálními vlastnostmi ovšem obsahují nutně oxid boritý  $B_2O_3$ , oxid hlinitý  $Al_2O_3$  a oxid zirkoničitý  $ZrO_2$  v množství, která komplikují proces tavení a proces transformace. Tyto vitráže nemohou být proto vyráběny postupem plavení, který prokázal svojí vyjímečnou rentabilitu, protože jejich teplota konverze je velmi vysoká a tavení vyžaduje navíc zvláštní opatření.

Z francouzského patentu FR-2 389 582 jsou známy skleněné kompozice na bázi borosilikátů pro použití v ohnivzdorných vitrážích, které se mohou vzhledem k jejich relativně nízké teplotě konverze tavit postupem plavení a mohou být rovněž vytvrzovány pomocí obvyklých zařízení používaných k vytvrzování. Nicméně tato skla obsahují 11,5 až 14,5 % oxidu boritého  $B_2O_3$  a navíc mají podobné fyzikální vlastnosti jako skla známá z dokumentu EP-A-638 526. I v případě těchto skel jsou počáteční tlaková napětí a pevnost v ohybu a pevnost v tahu, které mohou být dosaženy vytvrzováním na vzduchu, limitovány relativně nízkými hodnotami, přičemž tato skla projevují běžně známé obtíže a nevýhody, které se vyskytují při tavení skel na bázi borosilikátu.

Při výrobě emisních obrazovek typu plazmových obrazovek je substrát podroben několikerému tepelnému zpracování s cílem stabilizovat rozměry tohoto substrátu a fixovat sestavu vrstev s různými látkami, jako jsou emaily, nanesenými na jeho povrchu. Fixace těchto vrstev o větších či menších tloušťkách vyžaduje, aby byl substrát podroben působení teplot vyšších než  $550\text{ }^\circ\text{C}$ . Pokud je koeficient roztažnosti použitého křemičito-sodno-vápenatého skla řádově stejné velikosti jako koeficient roztažnosti

sloučenin nanesených na jeho povrchu, je jeho teplotní odolnost nedostatečná a je nutné ho v průběhu tepelného zpracování umístit na rovnou desku, aby se předešlo jakékoli deformaci.

S cílem odstranit tyto nevýhody byly ve zveřejněné mezinárodní patentové přihlášce WO-96/11887 uvedeny a popsány nové generace skleněných kompozic, zvláště proto, aby bylo možno vyrábět desky nebo substráty s téměř nulovou deformací v průběhu tepelného zpracování při teplotách 550 až 600 °C, které dosahují při tepelném vytvrzování úrovní napětí srovnatelných s těmi, které byly získány za použití standardního křemičito-sodno-vápenatého skla.

Nicméně se ukázalo, že tato skla mohou vykazovat praskliny v průběhu nanášení určitých vrstev, které obsahují, pokud metody nanášení těchto vrstev vedou k lokálním teplotám skla nepřekračujícím přibližně stovky stupňů Celsia.

### Podstata vynálezu

Podle předmětného vynálezu byla tedy hledána možnost zabránění vzniku těchto prasklin, které, ačkoliv málo početné, narušují výrobní systém.

Cílem vynálezu je nalezení nových skleněných kompozic, které umožňují výrobu substrátů, jejichž deformace je téměř nulová při teplotách asi 600 °C, a které se nepoškozují během nanášení vrstev na jejich povrch, to znamená, které bezprostředně nepraskají a které nemají vady způsobující pozdější praskání.

Cílem vynálezu jsou rovněž nové skleněné kompozice pro výrobu ohnivzdorných vitráží vyhovujících třídám

ohnivzdornosti G, které mohou být na jedné straně tepelně vytvrzovány pomocí klasických zařízení a které na druhé straně mohou být taveny bez ekonomických a/nebo technologických problémů, a které mohou být převedeny na ploché sklo postupem plavení.

Cílem vynálezu jsou rovněž skleněné kompozice, které umožňují výrobu vitráží, jejichž vzhled a optické vlastnosti jsou srovnatelné s vlastnostmi známého plaveného skla.

Podle tohoto vynálezu dosahuje těchto cílů skleněná kompozice určená k výrobě tepelně stabilních substrátů, která má faktor nebo koeficient tepelného napětí v rozmezí 0,5 až 0,85 N/(mm<sup>2</sup>.°C) a pracovní bod nebo bod přeměny (viskozita = 10<sup>4</sup> dPa.s) nižší než 1200 °C.

Jak bylo formulováno výše, koeficient  $\psi$  je definován vztahem:

$$\psi = \alpha \cdot E / (1 - \mu)$$

ve kterém :

- $\alpha$  znamená koeficient roztažnosti,
- E znamená modul pružnosti, a
- $\mu$  znamená Poissonův koeficient.

Modul pružnosti a Poissonův koeficient jsou stanoveny následujícím testem: vzorek skla o rozměrech 100 x 10 mm<sup>2</sup> a tloušťce menší než 6 milimetru se podrobí 4-bodovému ohýbání, kde vnější opěrné body jsou vzdálené 90 milimetrů a vnitřní opěrné body 30 milimetrů. Extenzometr je připevněn ve středu skleněné desky. Z něho se odečítají hlavní posuny (v délce a v šířce desky). Z použité síly se vypočítá použité napětí. Vztahy mezi napětím a hlavními posuny dovolují stanovit modul pružnosti a Poissonův koeficient.

Podle výhodné varianty vynálezu mají skleněné kompozice podle vynálezu teplotu měknutí (viskozita je  $10^{7,6}$  poise, neboli  $10^{6,6}$  Pa.s) vyšší než  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ . S výhodou je rovněž pracovní bod skleněných kompozic podle vynálezu nižší než  $1190\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Podle výhodné varianty vynálezu je koeficient tepelné roztažnosti  $\alpha_{20-300}$  skleněných kompozic v rozmezí od 60 do  $88 \cdot 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , a s výhodou je tato hodnota nižší než  $85 \cdot 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

Rovněž je výhodné, což platí zvláště pro případy výroby ohnivzdorných vitráží, jestliže skleněná kompozice podle vynálezu vyhovuje vztahu:

$$\varphi^2 \cdot c/a < 2 \text{ MPa}^2/\text{ }^{\circ}\text{C}^2$$

Hodnota "c/a" je definována dále popsáním testem křehkosti: sklo je nejprve chlazeno tak, aby byla odstraněna zbytková napětí. Sklo je ponecháno na své horní teplotě chlazení po dobu 1 hodiny a poté je chlazeno rychlostí  $2^{\circ}\text{C}/\text{minutu}$  na teplotu okolí. Testovaný skleněný vzorek je podroben protisku při zatížení 200 gramů po dobu 30 sekund při teplotě okolí. Měření diagonál Vickersova vtisku, stejně jako velikosti radiálních trhlin (viz publikace : *Lawn a Marshall, J. Am. Cer. Soc. 62, 347-350 (1979), Sehgal a kol., J. Mat. Sci. Let. 14, 167-169 (1995)*) se provádí 72 hodin po protisku. Poměr c/a, to znamená délka radiálních/polo-diagonálních trhlin je měřen na 10 protiscích s cílem získat dostatečnou statistiku.

Ve výhodném provedení podle vynálezu vyhovuje skleněná kompozice podle vynálezu vztahu:

$$\varphi^2 \cdot c/a > 0,70 \text{ MPa}^2/\text{°C}^2$$

Rovněž je výhodné, jestliže součin  $\varphi^2 \cdot c/a$  je vyšší než 1 a s výhodou je nižší než 1,8.

Podle jednoho z provedení předmětného vynálezu, a zvláště v případě výroby substrátů pro plazmové obrazovky má kompozice dolní chladicí teplotu vyšší než 570 °C a s výhodou vyšší než 600 °C. Konkrétně je možno uvést, což zejména platí pro aplikace typu plazmových obrazovek, že koeficient  $\varphi$  se výhodně pohybuje v rozmezí 0,75 a 0,85, a s výhodou je nižší než 0,8.

Pro aplikace ve formě ohnivzdorných vitráží je koeficient  $\varphi$  s výhodou nižší než 0,8 a s výhodou vyšší než 0,7.

Podle předmětného vynálezu bylo zcela jasně prokázáno, že skla, která mají vlastnosti podle vynálezu, mohou být nejen relativně dobře tavena, ale navíc vyhovují zvláště pro výrobu monolitických ohnivzdorných vitráží, do té míry, že mají dokonce v případě vytvrzování tradičním způsobem pevnost v ohybu/tahu výrazně vyšší než je pevnost běžně známých borosilikátových skel a aluminosilikátových skel, kterých se používá pro výrobu ohnivzdorných vitráží. Díky jejich vyššímu koeficientu tepelné roztažnosti a vyššímu koeficientu  $\varphi$ , je možné skutečně dosáhnout prostřednictvím obvyklých zařízení k vytvrzování výrazně vyšší pevnosti v ohybu/tahu, to znamená výrazně silnější počáteční napětí v tlaku v tom smyslu, že dojde k výraznému zvýšení odolnosti k teplotním rozdílům, které mohou vznikat mezi studeným zapuštěným okrajem a teplým středem vitráže. Navíc se ukázalo, že odolnost těchto skel je zcela dostatečná k tomu,

aby tato skla vyhovovala třídě ohnivzdornosti G 30 i v případě, kdy hloubka zapuštění do rámu byla 10 milimetrů. Skla používaná podle vynálezu umožňují kromě toho rovněž dosáhnout vyšších tříd ohnivzdornosti G 60, G 90 a dokonce G 120 v případech, kdy jsou případně použity vitráže vyšší tloušťky a rám, do kterého jsou hlouběji zapuštěny, to znamená rám, který do větší míry pokrývá okraj vitráže, například až do 25 milimetrů.

Ve výhodném provedení vynálezu obsahuje skleněná kompozice následující složky, jejich podíl je uveden hmotnostních procentech :

SiO <sub>2</sub>	55 - 75 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 7 %
ZrO <sub>2</sub>	0 - 8 %
Na <sub>2</sub> O	5 - 10 %
K <sub>2</sub> O	0 - 8%
CaO	8 - 12 % .

Podle jiného provedení vynálezu obsahuje skleněná kompozice následující složky, jejich podíl je uveden v hmotnostních procentech :

SiO <sub>2</sub>	55 - 75 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 7 %
ZrO <sub>2</sub>	0 - 8 %
Na <sub>2</sub> O	2 - 8 %
K <sub>2</sub> O	2 - 8 %
CaO	4 - 11 %
MgO	0 - 4 % .

Podle jiné varianty a zvláště v případě výroby substrátů pro emisní obrazovky má skleněná kompozice podle vynálezu koeficient  $\varphi$  nižší než  $0,84 \text{ N}/(\text{mm}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , přičemž její dolní chladicí teplota je vyšší než  $507 \text{ }^\circ\text{C}$  a měrný elektrický odpor odpovídá hodnotě  $\log p(250 \text{ C})$  vyšší než 6,6.

Existuje obecný názor, že sklo nemá při teplotě nižší než je charakteristická teplota zvaná dolní teplota chlazení, která odpovídá viskozitě řádově  $10^{14,5}$  poise ( $10^{13,5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ), již žádné viskozní chování. Z toho vyplývá, že tato teplota představuje výhodný referenční bod pro odhad teplotní odolnosti skla.

Podle vynálezu se během pokusů ukázalo, že zvláště kombinace hodnot dolní teploty chlazení a koeficientu  $\varphi$  je parametrem, který umožňuje získání substrátu nebo desky tepelně stálé a nepodléhající žádnému zničení nebo prasknutí během fází zpracování pro nanášení vrstev. Hodnoty měrného elektrického odporu limitují zvláště difuzi ve skle, například difuzi stříbrných iontů obsažených ve vrstvách nanesených na povrchu substrátu.

Ve výhodném provedení podle vynálezu je koeficient roztažnosti skleněné kompozice v rozmezí 65 až  $88 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Tyto hodnoty jsou zejména výhodné z hlediska jejich kompatibility s hodnotami skleněných frit obvykle používaných, například pro výrobu bariérových jednotek pro plazmové obrazovky.

Výhodný je rovněž koeficient roztažnosti v rozmezí od 80 do  $85 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Zvláště výhodná skleněná kompozice podle vynálezu, zejména pokud se týče odolnosti vůči tepelnému prasknutí

a ceně má koeficient  $\psi$  nižší než  $0,8 \text{ N}/(\text{mm}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  a s výhodou vyšší než  $0,7 \text{ N}/(\text{mm}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ .

Za účelem snížení ceny skleněné kompozice má tato kompozice rovněž s výhodou dolní teplotu chlazení nižší než  $590 \text{ }^\circ\text{C}$ , a s výhodou nižší než  $580 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Podle předmětného vynálezu je rovněž výhodné, jestliže má tato skleněná kompozice, zvláště za účelem snížení zhutnění substrátu během zpracování při relativně vysokých teplotách má spodní teplotu chlazení vyšší než  $530 \text{ }^\circ\text{C}$  a podle ještě výhodnějšího provedení vyšší než  $550 \text{ }^\circ\text{C}$ . Takové hodnoty dolní teploty chlazení dovolují dobrou kontrolu procesu a dobrou přesnost nanášení, které se může realizovat při teplotách asi  $600 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Rovněž je podle vynálezu výhodné, jestliže měrný elektrický odpor skleněné kompozice podle vynálezu odpovídá hodnotě  $\log p(250^\circ\text{C})$  vyšší než 8; což umožňuje ještě lépe předejít difuzi iontů pocházejících z nanesených vrstev do skla.

Ve výhodném provedení předmětného vynálezu obsahuje skleněná kompozice následující složky, jejichž obsah je uveden ve hmotnostních procentech:

$\text{SiO}_2$	55 - 75 %
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0 - 5 %
$\text{ZrO}_2$	3 - 8 %
$\text{Na}_2\text{O}$	4,5 - 8 %
$\text{K}_2\text{O}$	3,5 - 7,5 %
$\text{CaO}$	7 - 11 %

Různé skupiny skleněných kompozic podle vynálezu jsou výhodné zvláště proto, že mohou být taveny a transformovány na skleněný pás postupem plavení při teplotách blízkých teplotám používaným při výrobě běžného křemičito-sodno-vápenatého skla.

Z tohoto hlediska hraje podstatnou roli obsah oxidu křemičitého  $\text{SiO}_2$ . Podle předmětného vynálezu by obsah tohoto oxidu křemičitého  $\text{SiO}_2$  neměl překročit přibližně 75 %; nad tuto hodnotu vyžaduje tavení sklotvorné směsi a rafinace skla vysoké teploty, které vyvolávají rychlejší opotřebovávání žáruvzdorných materiálů pecí. Při obsahu oxidu křemičitého  $\text{SiO}_2$  menším než 55 hmotnostních % je stabilita skel podle vynálezu nedostatečná.

Oxid hlinitý působí jako stabilizátor. Tento oxid zvyšuje do určité míry chemickou odolnost skla a podporuje zvyšování dolní teploty chlazení. Obsah oxidu hlinitého  $\text{Al}_2\text{O}_3$  s výhodou nepřekračuje 5 %, zvláště pak nepřekračuje 3 %, zvláště proto, aby nedošlo k nepřijatelnému zvýšení viskozity skla při vysokých teplotách.

Oxid zirkoničitý  $\text{ZrO}_2$  působí rovněž jako stabilizátor. Tento oxid zvyšuje do určité míry chemickou odolnost skla a podporuje zvyšování dolní teploty chlazení. Obsah  $\text{ZrO}_2$  by neměl překročit 8 %, jinak se stává tavení velmi obtížné. I přesto, že je tento oxid obtížně tavitelný, je výhodný protože nezvyšuje viskozitu skel podle vynálezu při vysokých teplotách ve stejné míře jako oxid křemičitý  $\text{SiO}_2$  a oxid hlinitý  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Oxid boritý  $\text{B}_2\text{O}_3$  může být rovněž obsažen v tomto skle, přičemž jeho množství je nejvýše 3 %, s výhodou je jeho podíl nižší než 2 %. Tento oxid dovoluje zvýšit fluiditu skla, aniž by došlo ke snížení dolní teploty

chlazení.

Celkově zůstává tavení skel podle vynálezu v mezích přijatelných teplot, pokud je součet obsahů oxidu křemičitého  $\text{SiO}_2$ , oxidu hlinitého  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a oxidu zirkoničitého  $\text{ZrO}_2$  nižší nebo roven 75 %. Termínem "meze přijatelných teplot" se rozumí to, že teplota skla odpovídající hodnotě  $\log \eta = 2$  nepřekračuje přibližně  $1550 \text{ }^\circ\text{C}$ , s výhodou  $1510 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Kromě toho je zřejmé, že tato skla vedou k nižší korozi žáruvzdorných materiálů typu AZS (alumina-oxid zirkoničitý-oxid křemičitý), obvykle používaných v tomto typu pecí. Tato skla rovněž zaručují optimalizaci doby použití pece.

Na druhé straně mají skleněné kompozice podle vynálezu dostatečný interval mezi teplotou tvarování skla a jeho teplotou likvidu; zvláště při technice plaveného skla je důležité aby teplota likvidu skla zůstala rovna nebo nižší než teplota odpovídající  $\log \eta = 3,5$ , což je případ skel podle vynálezu. Tento interval je s výhodou nejméně  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  až  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Tento interval neboli pracovní oblast, který by se mohl zdát "úzký" pro standardní křemičito-sodno-vápenatá skla určená pro výrobu vitráží, je v tomto případě dostatečný pro zajištění kvalitního tvarování aniž by se musely použít nadměrně extrémní podmínky pro provozování pece. Je to z toho důvodu, že jedná o zcela speciální druhy skel, která se používají pro "high-tech" technologie s vysokou přidanou hodnotou, jako jsou plazmové obrazovky, kde je možné "si dovolit" velmi přesnou kontrolu a vhodné nastavení provozu: výroba probíhá v pracovních oblastech udržovaných bez narušení výrobního procesu nebo podstupování

rizikového průběhu procesu.

Vliv dalších oxidů na způsobnost skel podle vynálezu k tavení a plavení na kovové lázni, stejně jako na jejich vlastnosti je následující: oxidy sodný a draselný  $\text{Na}_2\text{O}$  a  $\text{K}_2\text{O}$  dovolují udržet teplotu tavení skel podle vynálezu a jejich viskozitu při vysokých teplotách ve výše uvedených mezích. Za tímto účelem je součet obsahů těchto oxidů vyšší než 8 %, a s výhodou je tento obsah nižší než 10 %. Ve srovnání s běžným křemičito-sodno-vápenatým sklem dovoluje současná přítomnost těchto dvou oxidů ve sklech podle vynálezu, v některých případech v podobném množství, výrazně zvýšit jejich chemickou odolnost, přesněji jejich hydrolytickou odolnost, stejně jako měrný elektrický odpor. Zvýšení měrného elektrického odporu skel dovoluje snížit difuzi iontů pocházejících z vrstev nanesených na povrchu substrátů, například stříbra, ve skle, zvláště v případě výroby plazmových obrazovek. Zvýšení měrného elektrického odporu skel je rovněž zajímavé v některých aplikacích, přesněji v případě, kdy tato skla slouží jako substráty pro obrazovky se studenou katodou. V těchto obrazovkách se tvoří elektrická pole, která vyvolávají lokalizovanou koncentraci elektronů. Tato koncentrace může vyvolat následně nežádoucí migraci alkalických prvků, pokud odolnost skla není dostatečně vysoká, jako je tomu v případě běžného křemičito-sodno-vápenatého skla.

Přestože oba typy alkalických oxidů sodného a draselného  $\text{Na}_2\text{O}$  a  $\text{K}_2\text{O}$  jsou nezbytné, je výhodné pokud je žádoucí zvýšit jejich celkový obsah, podpořit zvýšení obsahu oxidu draselného  $\text{K}_2\text{O}$ , který s výhodou zvyšuje fluiditu skla bez snížení jeho dolní teploty chlazení, a tedy bez výrazného negativního dopadu na tvrdost skla po tvarování.

Navíc oxid draselný  $K_2O$  podporuje snížení modulu pružnosti ve skleněných kompozicích podle vynálezu. Procentuální hmotnostní poměr  $K_2O/Na_2O$  se tedy s výhodou předpokládá nejméně 1,2, a s výhodou nejméně 1,4.

Rovněž je možné zvolit přídavek oxidu lithného  $Li_2O$  do skleněné kompozice podle vynálezu, zvláště ve funkci tavicího činidla, v množství nejvýše 3 %, a s výhodou nejvýše 1 %.

Oxidy kovů alkalických zemin přidané do skel podle vynálezu mají celkový vliv na zvýšení spodní teploty chlazení, a z tohoto důvodu musí být součet jejich hmotnostních obsahů nejméně 12 %. Při obsahu vyšším než přibližně 20 % se může zvýšit schopnost těchto skel k odskelnění do té míry, že tato skla již nejsou vhodná pro postup plavení na kovové lázni. Za účelem udržení odskelnění skel v přijatelných limitech nesmí hmotnostní obsah oxidu vápenatého  $CaO$  a oxidu hořečnatého  $MgO$  překročit 12 % a s výhodou 11 %, resp. 5 %. Obsah  $MgO$  je s výhodou roven nebo nižší než 2 %.

Oxidy hořečnatý a vápenatý  $MgO$  a  $CaO$  a v menší míře oxid strontnatý  $SrO$  dovolují zvýšit dolní teplotu chlazení; oxid barnatý a oxid strontnatý  $BaO$  a  $SrO$  dovolují zvýšit chemickou odolnost skel podle vynálezu, stejně jako jejich měrný odpor. Kovy alkalických zemin působí rovněž na snížení teploty tavení a viskozitu skel při vysokých teplotách.

Oxid barnatý  $BaO$  je s výhodou přítomen v množství nižším než 2 %; přičemž tyto malé obsahy dovolují omezit tvorbu krystalů síranu barnatého  $BaSO_4$ , který má negativní vliv na optickou kvalitu. Pokud není vyloučena úplná absence

oxidu barnatého BaO, je vzhledem k výše uvedeným vlastnostem oxidu barnatého BaO tento malý obsah výhodný. V přítomnosti oxidu barnatého BaO je rovněž možné mírně přizpůsobit podmínky tepelného zpracování substrátu tak, aby nepodporovaly vznik krystalů BaSO<sub>4</sub>.

### Příklady provedení vynálezu

Kompozice na bázi křemičito-sodno-vápenatého skla a jejich výhody podle vynálezu budou v dalším blíže objasněny pomocí konkrétních následujících příkladů provedení, které jsou ovšem pouze ilustrativní a nijak neomezují rozsah předmětného vynálezu.

První příklady se týkají zvláště kompozic určených pro výrobu ohnivzdorných vitráží.

Podle těchto postupů byla vyrobena skleněná kompozice obsahující následující složky v uvedených hmotnostních poměrech. V prvním sloupci jsou uvedeny požadované hodnoty, ve druhém sloupci naměřené hodnoty:

SiO <sub>2</sub>	69,60 %	69,60 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,90 %	0,90 %
ZrO <sub>2</sub>	2,60 %	2,62 %
Na <sub>2</sub> O	7,10 %	7,07 %
K <sub>2</sub> O	2,90 %	2,91 %
CaO	10,50 %	10,50 %
MgO	2,00 %	1,98 %
SrO	3,90 %	3,86 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,15 %	0,055 %
Ostatní oxidy	<0,50 %	0,505 %

Skleněná kompozice měla následující vlastnosti:

- koeficient $\varphi$ :	0,77 N/(mm <sup>2</sup> ·°C)
- koeficient roztažnosti $\alpha_{20-300}$ :	76,6 · 10 <sup>-7</sup> °C <sup>-1</sup>
- modul pružnosti:	78,6 · 10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
- Poissonův koeficient:	0,22
- $\varphi^2 \cdot c/a$	1,64 MPa <sup>2</sup> /°C <sup>2</sup>
- teplota měknutí:	805°C
- teplota likvidu $T_{liq}$ :	1160 °C
- teplota $T_{\log\eta=2}$ odpovídající viskozitě o hodnotě $\log \eta = 2$ ;	1500 °C
- teplota $T_{\log\eta=3,5}$ odpovídající viskozitě o hodnotě $\log \eta = 3,5$	1176 °C
- teplota $T_{\log\eta=4}$ odpovídající viskozitě o hodnotě $\log \eta = 4$ ;	1100 °C
- relativní hustota	2,59
- TL	84,48 %
- TE	81,46 %

V první řadě je zřejmé vzhledem k teplotě likvidu,  $T_{\log\eta=2}$ , která představuje teplotu v tavicí lázni a  $T_{\log\eta=3,5}$ , která představuje zvolenou vstupní teplotu skla na kovové tavicí lázni, že skleněná kompozice může být tavena v tavicí peci, a že tvarování na cínové lázni (postup plavení) nevykazuje žádné problémy.

Takto vyrobené skleněné desky měly tloušťku v rozmezí 5 až 10 milimetrů. Poté co byly podrobeny broušení na okrajích byly skleněné desky vytvrzovány v horizontální poloze v běžném zařízení ke tvrzení na vzduchu.

Tyto skleněné desky byly poté zasazeny do ráků s hloubkou zapuštění v rozmezí 10 milimetrů až 25 milimetrů.

Ukázalo se, že takto vyrobené vitráže podle vynálezu vykazovaly během experimentů odolnosti k ohni podle normy DIN 4102 nebo normy ISO/DIS 834-1, že vyhovují podmínkám tříd ohnivzdornosti G30 až G120 v závislosti na jejich tloušťce a hloubce zapuštění do rámu.

Dále popsaná skleněná kompozice, která může být rovněž tavena a získána ve formě pásu procesem plavení, může být rovněž použita pro výrobu ohnivzdorné vitráže vyhovující podmínkám tříd ohnivzdornosti G:

SiO <sub>2</sub>	74,40 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,95 %
Na <sub>2</sub> O	9,05 %
K <sub>2</sub> O	0,45 %
CaO	9,10 %
MgO	5,65 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10 %
Ostatní oxidy	0,30 %

Tato kompozice měla následující vlastnosti:

- koeficient $\nu$ :	0,71 N/(mm <sup>2</sup> .°C)
- koeficient roztažnosti $\alpha_{20-300}$ :	75,6 . 10 <sup>-7</sup> .°C <sup>-1</sup>
- modul pružnosti:	75,4 . 10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
- Poissonův koeficient:	0,20
- $\varphi^2.c/a$	1,56 MPa <sup>2</sup> /°C <sup>2</sup>

Skleněné kompozice popsané v následující tabulce mohou být rovněž taveny a získány ve formě skleněného pásu metodou plavení a mohou být použity pro výrobu ohnivzdorných vitráží vyhovujících podmínkám tříd ohnivzdornosti G. Skleněné

kompozice uvedené v této tabulce mají ve srovnání s předcházejícími ještě vyšší teplotu měknutí (Littleton), to znamená ještě lepší odolnost vůči působení ohně.

SiO <sub>2</sub>	70	66,1	65,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0,5	0,5
ZrO <sub>2</sub>	3	6,5	6,5
MgO	2	1	2
CaO	6	7	5
SrO	8,5	7,5	9
BaO	0	0	0
Na <sub>2</sub> O	5	5	5
K <sub>2</sub> O	5,4	5,9	6,4
Teplota měknutí, °C	811	825	821
Dolní teplota chlazení, °C	577	581	574
Koeficient roztažnosti $\alpha_{20-300} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	77,8	78	80
Modul pružnosti $10^3 \text{ N/mm}^2$	75	76,7	76
Koeficient $\varphi \text{ N/(mm}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$	0,75	0,77	0,78
Tlog $\eta = 3,5 \text{ (}^\circ\text{C)}$	1182	1197	1191
Tlog $\eta = 2 \text{ (}^\circ\text{C)}$	1528	1522	1515

Druhá série příkladů se týká zvláště skleněných kompozic určených pro výrobu substrátu pro plazmové obrazovky. Tyto příklady jsou uvedeny v tabulce na konci popisné části.

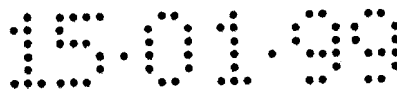
V této tabulce jsou uvedeny pro každý z příkladů chemické vzorce přítomných složek s obsahy vyjádřenými v hmotnostních %, hodnoty koeficientu  $\varphi$  vyjádřené v  $N/(mm^2 \cdot ^\circ C)$ , hodnoty dolní teploty chlazení skel  $T_{i.r.}$ , koeficienty teplotní roztažnosti  $\alpha$  (25-300 C) skel ve  $^\circ C^{-1}$ , log hodnoty jejich měrných odporů  $\log \rho$  v ohm.cm, jejich teploty likvidu  $T_{liq}$ , jejich teploty při dané viskozitě v poises odpovídající postupně  $\log \eta = 2$  a  $\log \eta = 3,5$ ,  $T_{log \eta = 2}$  a  $T_{log \eta = 3,5}$ . Všechny teploty jsou vyjádřeny ve stupních Celsia.

Z provedených experimentů a/nebo údajů v této příloze a zvláště ze třech posledních řádek po provedení měření, které stanovují teploty odpovídající za první viskozitě  $T_{log \eta = 2}$ , což je teplota v tavicí lázni, za druhé viskozitě  $T_{log \eta = 3,5}$ , což je zvolená vstupní teplota skla na tavicí kovové lázni, a konečně za třetí likvidu, bylo zejména potvrzeno, že skla podle vynálezu mohou být tavena v tavicí peci, a že jejich tvarování na cínové lázni nezpůsobuje žádné problémy.

Skla podle vynálezu mohla být tedy vyrobena procesem plavení ve formě pásu o kontrolované tloušťce, která se může pohybovat v rozmezí 0,5 až 10 milimetrů. Pásky skla byly poté rozděleny na požadovaný formát a podrobeny tepelnému zpracování zvláště s cílem stabilizovat rozměry těchto tabulí. Na tyto tabule byly poté nanášeny vrstvy například takové, které umožňují výrobu plazmových obrazovek.

Tyto substráty vykazaly především zcela uspokojivou teplotní stabilitu. Kromě toho se v průběhu nanášení vrstev neobjevila na těchto substrátech žádná trhlinka.

Výše uvedené skleněné kompozice podle tohoto vynálezu vyhovují tedy zcela stanoveným požadavkům, to znamená umožňují výrobu tepelně stabilních substrátů nebo desek a mají zvýšenou odolnost proti tepelnému poškození ve srovnání s dosud známými skly.



PŘÍLOHA

Kompozice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	68	65	64,5	65	67,5	64,5	66	65	69	67,5	69,5	70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0,5
ZrO <sub>2</sub>	4	7,5	7	6	3	6,5	6,5	6,5	4	4,5	3	3
Na <sub>2</sub> O	5	5	5	5,5	5	7,5	7	9	6	5	6,5	6,5
K <sub>2</sub> O	7,5	7,5	7,5	7,5	7	5,5	4,5	4	4	6	3,5	3,5
CaO	11	11	11	10,5	10,5	10	11	9,5	11	11	11	11
MgO	0,5	0	0	0	1,5	2	2	2	2	2	2	1,5
BaO	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
SrO	4	4	4	3,5	4	3	3	3	4	3,5	3,5	4
φ	0,75	0,79	0,79	0,79	0,75	0,79	0,8	0,8	0,74	0,76	0,75	0,73
T <sub>i.r.</sub>	580	583	581	582	573	567	570	558	-	-	-	-
logp	-	-	-	-	-	7,9	-	-	-	-	-	-
(250°C)												
α	82	81	81	81	81	79,8	80,1	83,2	78,1	77,4	73,1	75,5
T <sub>logη = 2</sub>	1496	1491	1497	1491	1498	1500	1490	1480	1490	1485	1500	1498
T <sub>logη = 3,5</sub>	1171	1186	1189	1186	1171	1185	1175	1170	1170	1173	1180	1169
T <sub>liq</sub>	-	-	-	-	-	1120	1140	1090	-	-	-	-

"-" : neměřená hodnota

JUDr. Miloš VŠETČKA  
advokát  
220 00 PRAHA 2, Mláčkovská 2

## P A T E N T O V É   N Á R O K Y

1. Kompozice ze skla křemičito-sodno-vápenatého typu určená k výrobě substrátů nebo desek, vyznačující se tím, že tato skleněná kompozice má koeficient  $\varphi$  v rozmezí 0,50 až 0,85 N/(mm<sup>2</sup>.°C) a pracovní bod nižší než 1200 °C.

2. Skleněná kompozice podle nároku 1, vyznačující se tím, že má teplotu měknutí vyšší než 750°C.

3. Skleněná kompozice podle některého z nároků 1 nebo 2, vyznačující se tím, že její pracovní bod je nižší než 1190 °C.

4. Skleněná kompozice podle některého z nároků 1 až 3, vyznačující se tím, že její koeficient tepelné roztažnosti  $\alpha_{20-300}$  je v rozmezí 60 a 88 . 10<sup>-7</sup>.°C<sup>-1</sup>.

5. Kompozice ze skla křemičito-sodno-vápenatého typu určená k výrobě substrátů nebo desek podle některého z předcházejících nároků, vyznačující se tím, že vyhovuje vztahu :

$$\varphi^2 \cdot c/a < 2 \text{ MPa}^2/\text{°C}^2$$

6. Skleněná kompozice podle některého z předcházejících nároků, vyznačující se tím, že vyhovuje vztahu :

$$0,70 \text{ MPa}^2/\text{°C}^2 < \varphi^2 \cdot c/a$$

7. Skleněná kompozice podle některého z nároků 1 až 6, vyznačující se tím, že má spodní teplota chlazení je

vyšší než 570°C a s výhodou vyšší než 600°C.

8. Skleněná kompozice podle některého z předcházejících nároků, vyznačující se tím, že obsahuje následující složky, jejichž obsah je uveden ve hmotnostních procentech:

SiO <sub>2</sub>	55 - 75 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 7 %
ZrO <sub>2</sub>	0 - 8 %
Na <sub>2</sub> O	5 - 10 %
K <sub>2</sub> O	0 - 8%
CaO	8 - 12 % .

9. Skleněná kompozice podle nároku 8, vyznačující se tím, že obsahuje následující složky, jejichž obsah je uveden ve hmotnostních procentech:

SiO <sub>2</sub>	69,60 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,90 %
ZrO <sub>2</sub>	2,60 %
Na <sub>2</sub> O	7,10 %
K <sub>2</sub> O	2,90 %
CaO	10,50 %
MgO	2,00 %
SrO	3,90 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<0,15 %
Ostatní oxidy	<0,50 % .

10. Kompozice podle nároku 8, vyznačující se tím, že obsahuje následující složky, jejich obsah je uveden ve hmotnostních procentech :

SiO <sub>2</sub>	74,40 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,95 %
Na <sub>2</sub> O	9,05 %
K <sub>2</sub> O	0,45 %
CaO	9,10 %
MgO	5,65 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10 %
Ostatní oxidy	0,30 %

11. Skleněná kompozice podle některého z nároků 1 až 7, vyznačující se tím, že obsahuje následující složky, jejich obsah je uveden ve hmotnostních procentech:

SiO <sub>2</sub>	55 - 75 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 7 %
ZrO <sub>2</sub>	0 - 8 %
Na <sub>2</sub> O	2 - 8 %
K <sub>2</sub> O	2 - 8 %
CaO	4 - 11 %
MgO	0 - 4 %

12. Skleněná kompozice určená k výrobě substrát nebo tepelně stálé desky podle nároků 1 až 4, vyznačující se tím, že tato skleněná kompozice má koeficient  $\varphi$  menší než 0,84, přičemž její spodní teplota chlazení je vyšší než 507 °C a její měrný odpor je takový, aby  $\log P(250^\circ\text{C})$  byl vyšší než 6,6.

13. Skleněná kompozice podle nároku 12, vyznačující se tím, že koeficient  $\varphi$  je menší než 0,84, a s výhodou vyšší než 0,75.

14. Skleněná kompozice podle nároku 12 nebo 13, vyznačující se tím, že její dolní teplota chlazení je v rozmezí od 530 do 590 °C, a s výhodou v rozmezí od 550 do 580 °C.

15. Skleněná kompozice podle některého z nároků 12 až 14, vyznačující se tím, že její měrný odpor je takový, aby  $\log p(250 \text{ C})$  byl vyšší než 8.

16. Skleněná kompozice podle některého z nároků 12 až 15, vyznačující se tím, že obsahuje následující složky, jejich obsah je uveden ve hmotnostních procentech:

SiO <sub>2</sub>	55 - 75 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 5 %
ZrO <sub>2</sub>	3 - 8 %
Na <sub>2</sub> O	4,5 - 8 %
K <sub>2</sub> O	3,5 - 7,5 %
CaO	7 - 11 %

17. Použití skleněných kompozic definovaných v některém z předcházejících nároků pro výrobu ohnivzdorných monolitických vitráží podle tříd ohnivzdornosti G.

18. Použití skleněných kompozic definovaných v některém z nároků 1 až 16 pro výrobu substrátů pro emisní obrazovky typu plazmových obrazovek, elektroluminiscenčních obrazovek nebo obrazovek se studenou katodou, zvláště ze skleněné tabule oddělené ze skleněného pásu získaného plavením skla na lázni roztaveného kovu.

Zastupuje :

Dr. Miloš Vsetečka