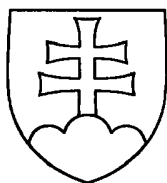


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD  
PRIEMYSELNÉHO  
VLASTNÍCTVA  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

## ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(21) Číslo dokumentu:

**1339-2000**

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.7 :

**C 04B 35/71**

- (22) Dátum podania prihlášky: 08.09.2000  
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 199 44 345.9  
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: 16.09.1999  
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: DE  
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: 09.04.2001  
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:  
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT:  
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT:

(71) Prihlasovateľ: SGL TECHNIK GmbH, Meitingen, DE;

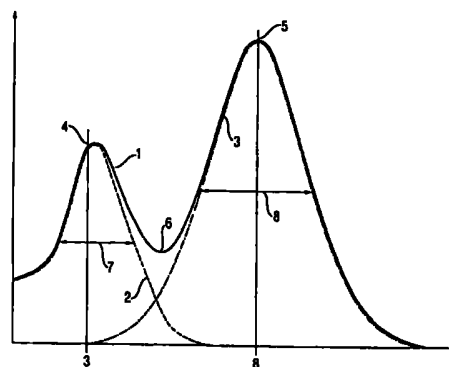
(72) Pôvodca vynálezu: Gruber Udo, Dipl.-Ing., Neusäss, DE;  
Heine Michael, Dr., Allmannshofen, DE;  
Kienzle Andreas, Dr., Thierhaupten, DE;

(74) Zástupca: Bezák Marián, Ing., Bratislava, SK;

(54) Názov prihlášky vynálezu: **Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou, spôsob jeho výroby a jeho použitie**

(57) Anotácia:

Sendvič podľa vynálezu pozostáva z vlákien a/alebo zväzku vlákien, ktorý pozostáva z dvoch rôznych podielov (4, 5) vlákien (20, 20', 21 až 21'''), ktoré majú rôznu strednú dĺžku vlákien (20, 20', 21 až 21'''), pričom tieto dva podiely (4, 5) vlákien (20, 20', 21 až 21''') sú v celkovom rozložení (1) vlákien (20, 20', 21 až 21''') v nadväznosti na dĺžku vlákien (20, 20', 21 až 21''') oddelené minimom (6) celkového rozloženia (1) vlákien. Spôsob spočíva v tom, že sa používajú ako východiskové látky dva rôzne podiely (4, 5) vlákien (20, 20', 21 až 21'''), podiel (5) stužujúcich vlákien (20, 20') a podiel (4) maticových vlákien (21 až 21''') s rôznymi dĺžkami, pričom sa v celkovom rozložení (1) vlákien (20, 20', 21 až 21''') v nadväznosti na dĺžku vlákien (20, 20', 21 až 21''') vytvorí medzi strednými dĺžkami podielu (5) stužujúcich vlákien (20, 20') a podielu (4) maticových vlákien (21 až 21''') minimum (6). Sendviče podľa vynálezu sa používajú hlavne pri stanovených súčiastiach vystavených vysokému teplotnému zaťaženiu.



## **VLÁKNAMI VYSTUŽENÝ SENDVIČ S KERAMICKOU MATRICOU A SPÔSOB JEHO VÝROBY A JEHO POUŽITIE**

### **Oblasť techniky**

Predložený vynález sa týka vláknami vystuženého sendviča s keramickou maticou a spôsobu jeho výroby a jeho použitia.

### **Doterajší stav techniky**

Vysokým teplotám odolnými vláknami a/alebo zväzkami vlákien vystužené sendviče s keramickou maticou sú známe už okolo 10 rokov a používajú sa v mnohých prípadoch použitia, kde sa na tieto materiály kladú extrémne vysoké požiadavky, ako odolnosť voči vysokým teplotám a súčasne vysoká pevnosť a duktilita.

Rozsah, v ktorom sa vláknami a/alebo zväzkami vlákien vystužené sendviče s keramickou maticou, v nasledujúcom krátko označované ako CMC - sendviče, môžu použiť v oblastiach s požiadavkami na vysoké teploty, nezávisí od štruktúry matrice sendviča. Pokiaľ je matrica sendviča zostavená z rôznych fáz, môže sa štruktúra matrice na povrchu CMC - sendviča poškodiť uvoľnením fázy matrice, ktorá sa môže taviť pri nízkych teplotách a môže podliehať chemickým procesom ako oxidácia, čím je doba použitia CMC - sendvičov v súčasnej dobe obmedzená. Tieto problémy sa môžu zväčšiť, keď je CMC - sendvič prídavne vystavený mechanickému oteru. Pritom sa uvoľňujú stále nové kryštalinity matric, korodujúcich už pri nižších teplotách, ktoré sa veľmi rýchlo degradujú. Okrem toho medzery v matrici sendviča, vznikajúce vypadajúcimi kryštalitmi, vytvárajú možnosť zvýšeného mechanického záberu. Štruktúra matrice ďalej má úlohu pri mechanickom namáhaní CMC - sendviča vo vzťahu k trhlinám, pretože matrice s trhlinami sa môžu tiež mechanicky podstatne ľahšie vytrhnúť zo sendviča súčasťou matrice.

Oblasti použitia CMC - sendvičov, u ktorých má podstatnú úlohu mechanické namáhanie, predstavujú napríklad použitie CMC - prvkov ako komponentov klzných ložísk a trecích obložení, ako brzdových kotúčov a brzdových obložení. Prv sa v oblasti brzdových obložení používali najmä sendviče s uhlíkovou maticou, vystuženou uhlíkovými vláknami, tzv. CFC - sendviče. Tieto materiály však majú nevýhodu nedostatočnej teplotnej odolnosti materiálu voči oxidácii. Preto existujú snahy nahradiť uhlíkovú maticu sendviča maticou odolnou voči oxidácii. Pritom sa pracuje predovšetkým so SiC – maticou odolnou voči oxidácii pri podstatne vyšších teplotách (1 500 °C) s a bez prídavnej povrchovej ochrannnej vrstvy, takže sa dnes pre trecie obloženia ako brzdové kotúče a brzdové obloženia používajú predovšetkým uhlíkovými vláknami vystužené sendviče so SiC – maticou, ďalej označované ako C/SiC – sendviče.

Existuje tiež rad spôsobov výroby C/SiC – sendvičov, hlavne tiež s ohľadom na ich použitie ako komponentov brzdových systémov. Tak v DE 197 10 105 a DE 197 11 829 sú popísané spôsoby na výrobu C/SiC – sendvičov, pri ktorých sa aspoň jedna vrstva uhlíka, prípadne zväzok vlákien, opatrený stužujúcou vrstvou spojiva, zmieša so spojivami obsahujúcimi uhlík s alebo bez ďalších plnidiel, potom sa zmesi lisujú a vytvrdia sa, prv ako sa karbonizujú, prípadne grafitujú a následne sa infiltrujú tekutým kremíkom.

Odlišný spôsob výroby C/SiC sendvičov je popísaný v DE 197 49 426. Tu sa mriežka z uhlíkových vlákien najprv infiltruje živicom a následne sa vytvrdí. Takto vznikajúce základné teleso sa potom, ako u iných už popísaných spôsobov, karbonizuje a infiltruje kremíkom.

Všetky C/SiC – sendviče doteraz vyrábané podľa hore uvedených spôsobov majú nehomogénnu štruktúru matrice, ktorá sa v prípade spôsobu podľa DE 197 10 105 a DE 197 11 829 na základe toho vyznačuje tým, že matrica má veľké trhliny, ktoré prebiehajú medzi jednotlivými vláknami a/alebo zväzkami vlákien sendviča. Príčinou toho sú zreteľne rozdielne súčinitele tepelnej rozťažnosti uhlíkových vlákien a SiC tvoriacej matricu, čím sa pri ochladení silikovaných vzoriek vytvára v matrici napätie, ktoré sa relaxuje v trhlínach (Werkstoffwoche '98, zv. VII, str. 551). Okrem

toho má matrica tiež fázu čistého uhlíka a/alebo kremíka, a tým nemá nijako homogénne zloženie. Oblasti uhlíka oxidujú, to znamená, vyhoria zo sendviča, pri vyššom teplotnom namáhaní a oblasti kremíka sa tavia už pri teplote 1 400 °C. Tým týmito spôsobmi doteraz nemožno dosiahnuť štruktúru matrice C/SiC – sendvičov, ktorá je vhodná na dlhodobé teplotné zaťaženie pri vysokých teplotách, hlavne pri prídavnom mechanickom namáhaní.

Taktiež podľa spôsobu podľa DE 197 49 462 vyrobené C/SiC – sendviče nemajú homogénnu maticu. Pri tomto výrobnom postupe sa objavujú v matici veľké trhliny už počas karbonizácie. Tieto sa potom pri následnom kremíkovaní vyplnia tekutým kremíkom, ktorý reaguje s uhlíkovou maticou na SiC. V matici však zostávajú nezreagované oblasti uhlíka a štruktúra obsahuje v matici trhliny.

Týmito bežne používanými spôsobmi na výrobu C/SiC sendvičov nie je teda doteraz možné vyrobiť C/SiC – sendvič, ktorý má pokiaľ možno malý podiel kremíkovej a uhlíkovej fázy a pokiaľ možno nemá štruktúru trhlín, resp. je bez štruktúry trhlín, ktorá negatívne pôsobí pri mechanickom namáhaní. C/SiC - sendvič s pokiaľ možno malým podielom kremíkovej a uhlíkovej fázy sa však môže dosiahnuť iným spôsobom. Pri tomto spôsobe podľa DE 197 36 560 sa práškový karbid kremičitý, ktorý má jednozrnný podiel so strednou zrnitosťou maximálne 2  $\mu\text{m}$  a hrubozrnný podiel so strednou zrnitosťou medzi 1,5  $\mu\text{m}$  a 30  $\mu\text{m}$ , zmieša so stužujúcimi vláknami, potom sa vytvaruje a následne sa zlinuje. Pretože pritom vzniká C/SiC – sendvič s otvorenými pórmí, následne sa infiltruje karbonizovateľnou substanciou, potom sa karbonizuje a následne sa ako zvyčajne infiltruje a kremíkuje tekutým kremíkom. Tento výrobný postup síce vedie k cieľu, ktorý spočíva v zlepšenej matici, oproti iným spôsobom má ale nevýhodu, že je po prvom vyhotovení SiC – matrice potrebný ďalší infiltračný krok materiálom uvoľňujúcim uhlík a nasledujúce sytenie kremíkom, takže spôsob neposkytuje hospodárnu výrobu C/SiC – sendvičov. Okrem toho sa týmto spôsobom nerieši problém štruktúry trhlín.

### **Podstata vynálezu**

Úloha vynálezu preto spočíva vo vyhotovení vláknami a/alebo zväzkami vláken vystužených sendvičov, ktoré majú oproti stavu techniky zlepšenú maticu s pokiaľ možno homogénnym fázovým zložením a maximálne len jemnú štruktúru trhlín a môžu sa vyrábať doteraz už používanými spôsobmi.

Hore uvedená úloha sa vyrieši pomocou význakovej časti patentových nárokov 1 a 28.

Podľa vynálezu je vláknom a/alebo zväzkom vláken vystužený sendvič s keramickou maticou charakterizovaný tým, že obsahuje vlákna a/alebo zväzky vláken, ktoré pozostávajú z dvoch rôznych podielov, ktoré majú rozdielne stredné dĺžky vlákna, pričom oba tieto podiely vláken sú v celkovom rozložení vláken a/alebo zväzkov vláken sendviča v nadväznosti na dĺžku vláken oddelené minimom v rozložení vláken.

Tým obsahuje CMC – sendvič podiel vláken a/alebo zväzkov vláken, ktoré majú v priemere podstatne väčšie dĺžky vláken ako iné podiely vláken. V nasledujúcom sa v rámci tejto prihlášky vynálezu, vrátane patentových nárokov chápu pod pojmom vlákna ako vlákna, tak i zväzky vláken.

Účinok vláken z podielu vláken s väčšou dĺžkou vláken v sendvičoch podľa vynálezu zodpovedá stužujúcemu a duktilizačnému účinku vláken v CMC – sendvičoch, ako je už známe podľa stavu techniky u CMC – sendvičov. Tento podiel sa preto v nasledujúcom označuje ako podiel stužujúcich vláken.

Účinok druhého podielu vláken, ktorý sa od podielu stužujúcich vláken odlišuje minimálne podstatne menšou strednou dĺžkou vláken, je však prekvapujúci. Účinok tohto podielu nie je ako u podielu stužujúcich vláken len stužujúci v zmysle súčasného stavu techniky. Tento podiel vláken s malou strednou dĺžkou vláken, v nasledujúcom uvádzaný ako podiel maticových vláken, tiež ovplyvňuje štruktúru CMC – matrice, lebo vedie k homogénnej štruktúre matrice, ktorá je charakterizovaná menej a menšími trhlinami v matrici, takže iné fázy ako fázy predpokladané v zložení matrice sa vyskytujú len vo veľmi malom rozsahu.

Vplyvom podstatne menšej dĺžky a často tiež malej hrúbky a výšky vláken podielu matricových vláken oproti dĺžke a zvyšným rozmerom podielu stužujúcich vláken sa môžu matricové vlákna umiestniť voľne v textúre stužujúcich vláken a môžu dobre vyplniť hlavne priestor medzi stužujúcimi vláknami. Dôsledkom toho je zvýšená hustota CMC – sendvičov podľa vynálezu a matricová štruktúra, ktorá je podstatne homogénnejšia, pretože vláknovou kostrou sendviča podľa vynálezu prechádza pred kremikovaním podstatne jemnejší pórový systém ako je doteraz známe zo stavu techniky. Ďalej ovplyvňujú geometricky menšie matricové vlákna tiež vznik trhlín v matrici, pretože väzba matrice na matricové vlákna nevedie v matrici k rovnakému napätiu ako u stužujúcich vláken. V oboch prípadoch síce existuje rôzny súčiniteľ tepelnej rozťažnosti medzi matricou a vláknami, u matricových vláken sa však vytvára pri zmene teploty systému vlákno/matrica napätie tiež v matricových vláknach, čo nenastáva u veľkých tuhých stužujúcich vláken. Tým sa v matrici uloženými matricovými vláknami redukuje napätie, čím má matrica CMC – sendvičov podľa vynálezu systém trhlín s menej a menšími trhlinami. Tento efekt je zosilnený tým, že sa pri reakcii matrice s vláknami obzvlášť skorodujú svojimi rozmermi menšie matricové vlákna, čím sa zníži hmotnosť, takže rastie napätie na základe rozdielnej tepelnej rozťažnosti vláken a matrice.

Ďalej sa vynález týka spôsobu výroby vláknami vystužených sendvičov s keramickou matricou, u ktorej sa používajú vo výrobnom postupe ako východiskové látky dva rôzne podiely vláken, podiel stužujúcich vláken a podiel matricových vláken, s rôznymi dĺžkami, pričom oba podiely vláken sú v celkovom rozložení vláken použitých vo výrobnom procese v nadväznosti na dĺžku vláken oddelené minimom v rozložení vláken medzi strednými dĺžkami vláken podielu matricových vláken a podielu stužujúcich vláken.

Vynález sa vyznačuje tým, že sa môžu na výrobu sendvičov podľa vynálezu použiť súčasné známe spôsoby výroby CMC – sendvičov, keď sa použije v sendviči, ako je hore popísané, namiesto doteraz len jedného podielu vláken podiel stužujúcich vláken a podiel matricových vláken. Touto cestou sa len zmenou surovín vyrobí CMC – sendvič podľa vynálezu, bez toho, aby sa inak známe výhody súčasných spôsobov stali nevýhodnými.

Vlákná, ktoré sú obsiahnuté v CMC - sendviči alebo sa používajú na výrobu CMC – sendvičov, majú výhodne ochrannú vrstvu kvôli ochrane pred narastajúcou koróziou pri reakcii s matricovým systémom, aby nedošlo k strate ich stužujúcich vlastností. Zlepšená ochrana vlákien viazaných do CMC – sendvičov podľa vynálezu sa môže dosiahnuť, kde je to možné, viacerými rôznymi vrstvami nad sebou. Prednostne používané ochranné vrstvy pozostávajú z uhlíka, grafitu, pyrouhlíka, TiC, TiN, SiC, boridu titánu, boridu zirkónia, boridu hafnia, zlúčenín na báze Si, B, C, N a ich zmesí. Iná alebo prídavná ochrana vlákna sa môže dosiahnuť tým, že vlákna používané pri výrobe sú prevrstvené aspoň jednou vrstvou pyrolyzovateľného spojiva, ktoré bolo spevnené alebo vytvrdené. Hlavne takto prevrstvené vlákna sa môžu použiť v spôsobe výroby podľa vynálezu. Ochranná vrstva sa pyrolyzuje počas výroby CMC – sendviča podľa vynálezu.

Na vystuženie CMC – sendviča podľa vynálezu a pri spôsoboch výroby podľa vynálezu sa môžu použiť všetky vlákna odolné za vysokých teplôt, hlavne však uhlíkové vlákna, grafitové vlákna, SiC vlákna, vlákna oxidu hlinitého, vlákna  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ , vlákna  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2\text{B}_2\text{O}_3$ , karbonizované formy celulóзовých vlákien, drevené vlákna a iné organické vlákna a rovnako za vysokých teplôt žiaruvzdorné vlákna na báze zlúčenín, ktoré obsahujú Si, C, B, N, Al. Rovnako sa môžu na vystuženie CMC – sendvičov a pri ich výrobe použiť namiesto vlákien, prípadne vlákien obsiahnutých vo zväzku, tiež nanovlákná, viskéry a nanorúrky.

Keramická matrica CMC – sendvičov má prednostne aspoň jednu fázu aspoň jednej z látok zo skupiny uhlík, kremík, bór, hliník, zirkónium a/alebo zliatiny zo skupiny karbid kremičitý, nitrid kremičitý, oxid kremičitý, nitrid bóru, karbid bóru, SiBCN,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ , TiC, silicidy železa a iné silicidy a rovnako sklokeramika. Obzvlášť prednostne majú sendviče podľa vynálezu matricu z len jedného hore uvedeného materiálu a zliatiny a len veľmi málo oblastí so zlúčeninou blízkou k hlavnej fáze. To znamená, že u zliatiny ako matrice sú v matrici k dispozícii len malé podiely fáz jednotlivých súčastí zliatiny. Ďalej môže keramická matrica CMC – sendvičov podľa vynálezu obsahovať tiež prísady železa, chrómu, titánu, molybdénu, niklu alebo hliníka.

CMC – sendviče, ktoré sa dnes už používajú pre technické úlohy s vysokými požiadavkami, obsahujú prednostne uhlíkové a grafitové vlákna, pretože sú použiteľné vo veľkom technickom rozsahu. Sú vyrobené pyrolýzou spravidla na báze PAN – vláken, vláken zo smoly, smoly s medzifázou, viskóзовých vláken, fenolových vláken, polyfenolových vláken a dutých vláken. Preto sú tiež CMC - sendviče podľa vynálezu vystužené prednostne uhlíkovými alebo grafitovými vláknami, resp. sa v spôsobe podľa vynálezu prednostne používajú uhlíkové a grafitové vlákna.

CMC - sendviče podľa vynálezu vykazujú lepšie vlastnosti ako C/SiC sendviče, teda materiály, ktorých keramická matrica obsahuje v podstate fázy z kremíka, uhlíka a karbidu kremíka.

Pri výrobe podielov vláken použitých v CMC - sendvičoch podľa vynálezu existujú rôzne možnosti. Jedna možnosť spočíva v tom, že sa čerstvé vlákna s alebo bez ochrannej vrstvy narežú v rezacom zariadení presne na definované dĺžky. V tomto prípade pozostáva dĺžkové rozloženie vláken v sendviči takmer z diskretných dĺžok, ktoré sa môžu skladať. V tomto, ako z tiež v iných prípadoch, je možné zložiť podiel matricových vláken a/alebo podiel stužujúcich vláken z rôznych podielov vláken. Vynález je však charakterizovaný tým, že sú stredné dĺžky vláken oboch podielov zreteľne navzájom odlišné.

Iný postup výroby vláken pre jednotlivé podiely vláken spočíva v tom, že sa sendvič, ktorý už obsahuje vlákna potrebné na výrobu CMC – sendviča, premení drvením alebo mletím na drvinu, ktorá potom má ako súčasti vlákna z rozdrveného sendviča s rôznou dĺžkou. Triediacimi postupmi, ako napríklad preosievaním, sa môže drvina rozložiť na jednotlivé frakcie, ktoré sa odlišujú vo svojich rozmeroch, hlavne v dĺžke vláken. Tieto takto vznikajúce frakcie vláken rôznych rozložení dĺžok sa potom môžu použiť ako podiel matricových vláken a/alebo podiel stužujúcich vláken na výrobu sendvičov podľa vynálezu. Pri triedení a hlavne preosievaní drviny je vždy možné, že jednotlivé frakcie vláken obsahujú okrem vláken stanovenej dĺžky vláken tiež podiel dlhších vláken, to znamená vláken s podstatne väčšou dĺžkou vláken, ako je pre frakciu stanovená, pretože takéto vlákna môžu pri zodpovedajúcom priereze sčasti pokračovať napríklad sitom. Pretože tieto väčšie vlákna nemajú žiaden podstatný vplyv na výrobu CMC - sendvičov podľa vynálezu,

môžu sa v spôsobe podľa vynálezu používať. Tým môže mať rozloženie vlákien CMC - sendviča podľa vynálezu okrem podielu matricového vlákna a podielu stužujúceho vlákna tiež ešte malý podiel väčších vlákien.

CMC – sendviče podľa vynálezu sa oproti CMC - sendvičom, podľa stavu techniky vyznačujú špeciálnou voľbou rozloženia geometrických rozmerov v nich obsiahnutých vlákien. Rovnako spôsob výroby CMC – sendvičov podľa vynálezu zlepšuje výrobu CMC – sendvičov tým, že rozloženie geometrických rozmerov vlákien použitých v spôsobe podlieha výberu.

Toto vybrané rozloženie je v nasledujúcom a nárokoch popísané pomocou tzv. rozloženia vlákna. Pod tým sa v ďalšom chápe rozloženie vlákien s ohľadom na dĺžku vlákien, to znamená rozloženie, z ktorého je zrejmé, aké množstvo vlákien má stanovenú dĺžku vlákien, resp. aký obsahuje podiel vlákien so stanovenou dĺžkou, vzťahujúc na celkové množstvo vlákien.

Rozloženie vlákien CMC – sendvičov podľa vynálezu a tomu zodpovedajúci spôsob výroby, skrátené rozloženie vlákien podľa vynálezu, sa vyznačuje nasledujúcimi vlastnosťami:

Stredná dĺžka vlákien podielu stužujúcich vlákien je medzi 4 mm a 20 mm, prednostne medzi 5 mm a 16 mm a najmä prednostne medzi 6 mm a 12 mm. Polovica šírky rozloženia vlákien podielu stužujúcich vlákien z hľadiska dĺžky je medzi 0,01 mm a 15 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 12 mm a najmä prednostne medzi 1 mm a 8 mm.

Stredná dĺžka vlákien podielu matricových vlákien je medzi 0,2 mm a 5 mm, prednostne medzi 0,5 mm a 4 mm a najmä prednostne medzi 1 mm a 3,5 mm. Polovica šírky rozloženia vlákien podielu matricových vlákien z hľadiska dĺžky je medzi 0,01 mm a 5 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 4 mm a obzvlášť prednostne medzi 1 mm a 3,5 mm.

Stredná šírka vlákna podielu stužujúcich vlákien je medzi 0,02 mm a 5 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 3 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,5 mm a 2 mm. Polovica šírky rozloženia šírky vlákien podielu matricových vlákien je medzi 0,05 mm

a 10 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 7 mm a najmä prednostne medzi 0,5 mm a 3 mm.

Stredná šírka vlákna podielu matricových vláken je medzi 0,02 mm a 2 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 1 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,3 mm a 0,7 mm. Polovica šírky rozloženia šírky vláken podielu matricových vláken je medzi 0,05 mm a 3 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 2 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,5 mm a 1,5 mm.

Pomer strednej dĺžky vláken podielu stužujúcich vláken k strednej dĺžke vláken podielu matricových vláken je medzi 1,5 a 10, prednostne medzi 1,8 a 7 a obzvlášť prednostne medzi 2,1 a 5.

Pomer strednej dĺžky vláken k strednej šírke vláken podielu stužujúcich vláken je medzi 2 a 500, prednostne medzi 3 a 100 a obzvlášť prednostne medzi 4 a 20.

Pomer strednej dĺžky vláken k strednej šírke vláken podielu matricových vláken je medzi 2 a 500, prednostne medzi 3 a 100 a obzvlášť prednostne medzi 4 a 20.

Ďalšia veličina, ktorou sa často popisujú geometrické rozmery vláken, je pomer dĺžka/šírka/výška ( $L/D/H$  pomer) vláken, v ktorom sa vychádza z troch geometrických rozmerov vláken, tu hlavne zväzku vláken, dĺžky vláken, šírky vláken a výšky vláken. Pritom sa dĺžka vláken najprv delí šírkou vlákna a následne výškou vlákna.

Pre rozloženie vláken podľa vynálezu možno uviesť nasledujúce závery. Stredný pomer dĺžka/šírka/výška vláken podielu stužujúcich vláken je medzi 2 a 50000, prednostne medzi 5 a 2 000 a obzvlášť prednostne medzi 10 a 100 a stredný pomer dĺžka/šírka/výška vláken podielu matricových vláken je medzi 2 a 50 000, prednostne medzi 10 a 5 000 a obzvlášť prednostne medzi 30 a 500.

Ďalej sa rozloženie vláken podľa vynálezu vyznačuje tým, že pomer podielu matricových vláken k celkovému množstvu vláken je medzi 0,1 a 0,8, prednostne medzi 0,2 a 0,5 a obzvlášť prednostne medzi 0,27 a 0,33.

Spôsob výroby podľa vynálezu k výrobe CMC – sendvičov zahrňuje medzi iným všetky zo stavu techniky známe spôsoby výroby CMC – sendvičov, pokiaľ majú vlákna použité pri výrobe rozloženie vlákien podľa vynálezu.

Prednostný variant spôsobu výroby zahrňuje, napríklad na základe spôsobu popísaného v DE 197 49 462, že sa v prvom kroku premiešajú dva rôzne podiely vlákien, následne sa zlisujú a následne sa takto vyrobený polotovar infiltruje polymérmi, hlavne pyrolyzovateľnými polymérmi. Pritom sa môžu spoločne s polymérmi infiltrovať tiež ďalšie plnidlá.

Pri mnohých spôsoboch výroby podľa vynálezu sa však počas miešania k dvom rôznym podielom vlákien pridávajú ďalšie komponenty na výrobu sendviča. Prednostne sa oba rôzne podiely vlákien počas miešania zmiešajú s aspoň jedným karbonizovateľným spojivom. Ako plnidlo sa okrem iného predovšetkým pridávajú častice uhlíka, sadze, koks, grafit, kremík, karbidy, nitridy, silicidy železa a iné silicidy a rovnako boridy. Počas miešania sa môžu doplnkovo pridať tiež iné spojivá, napríklad zo skupiny polyvinylalkoholov, metylcelulózy, etylcelulózy a butylcelulózy.

Ako karbonizovateľné spojivo sa prednostne používa spojivo zo skupiny živíc a smôl. Ako živice sa používajú všetky živice zo skupiny termoplastov, fenolových živíc, furánových živíc, polyakrylátových živíc, polyimidových živíc, kyanátových živíc a epoxidových živíc. Ako karbonizovateľné spojivo sa môžu použiť predovšetkým pevné a tekuté smoly, smoly s medzifázou, smola z destilácie kamenného uhlia a petrolejová smola. Ako karbonizovateľné spojivo sa môžu napríklad tiež použiť spojivá zo skupiny polysilánov, polykarbosilánov, polysilazanov, monosacharidov a polysacharidov, polyallylkarbodiimidov, olejov a dechtov.

Podiel vlákien, použitý pri miešaní, je celkovo 50 až 99 % z celkového množstva zmesi, prednostne 60 až 90 % a obzvlášť prednostne 65 až 80 % celkového množstva zmesi.

Podiel stužujúcich vlákien, použitý pri miešaní, je 20 až 80 % celkového množstva zmesi, prednostne 35 až 65 % a obzvlášť prednostne 42 až 55 % celkového množstva zmesi.

Podiel matricových vláken, použitý pri miešaní, je 10 až 40 % celkového množstva zmesi, prednostne 15 až 35 % a obzvlášť prednostne 20 až 30 % celkového množstva zmesi.

Zmes získaná miešaním sa spravidla následne zhutní. Toto zhutnenie sa prednostne vykonáva v zápustkovom lise, izostatickom lise, pretlačacom lise, piestovom lise alebo extrudéri, napríklad v šnekovom extrudéri. Pritom nastaví odborník na základe svojich znalostí o zhutňovaní tlak pôsobiaci na zmes tak, že na konci výrobného postupu vedie zhutňovanie k CMC – sendvičom podľa vynálezu. Toto zhutnenie sa prednostne vykonáva pri zvýšenej teplote, keď sú v zmesi ako spojivo živice, obzvlášť prednostne pri teplotách nad teplotou vytvrdenia živice. Je ale tiež možné podrobiť zhutnený výlisok tepelnému spracovaniu až následne. Tak je tiež možné, keď je ako spojivo živica, podrobiť výlisok tepelnému spracovaniu pri teplote nad teplotou vytvrdenia živice, a tým výlisok vytvrdiť.

Pri spôsobe výroby CMC – sendvičov podľa vynálezu, ktorých matrica obsahuje uhlík a/alebo karbidy, ako napríklad u C/SiC – sendvičov, sa často v ďalšom postupovom kroku spojivo karbonizuje.

Ďalej môžu spôsoby výroby podľa vynálezu tiež zahrňovať postupové kroky, u ktorých sa raz alebo viackrát pomocou CVI – procesu alebo napúšťaním karbonizovateľná substancia ukladá do porézneho systému vyrábaného sendviča a vyrobený sendvič sa následne karbonizuje. Prednostne sa tento postupový krok použije vtedy, keď sa má vyrobiť alebo pri výrobe zhutniť CMC – sendvič, ktorého matrica obsahuje uhlík a/alebo karbidy.

Na hore popísané postupové kroky karbonizácie sendvičov môže ako ďalší postupový krok nadväzovať grafitizácia karbonizovaného predproduktu pri teplotách cez 2 000 °C.

Spôsoby výroby CMC – sendvičov podľa vynálezu, ktorých matrica obsahuje tiež kremík a/alebo silicidy, napríklad C/SiC – sendviče, prednostne zahrňujú ako nasledujúci postupový krok kremikovanie. Toto nasledujúce kremikovanie sa môže vykonať infiltráciou tekutého kremíka alebo kremíkových zliatin zo skupiny silicidov

železa, chrómu, titánu, molybdénu, niklu a hliníka alebo CVI separáciou kremíka alebo karbidu kremíka alebo iných zlúčenín.

Ďalšie vyhotovenie spôsobu výroby sendviča podľa vynálezu so SiC matricou, ako C/SiC – sendviča, sa opiera o postup popísaný v DE 197 36 560, pričom majú použité vlákna rozloženie vlákien podľa vynálezu.

U tohto spôsobu výroby sa zmiešajú vlákna a/alebo zväzky vlákien najprv s práškovým uhlíkom a/alebo karbidom kremíka a/alebo silicidom molybdénu a/alebo karbidom bóru a/alebo nitridom bóru a/alebo nitridom hlinitým a/alebo karbidom titánu. Okrem toho sa môžu k zmesi pridať tiež ešte rozpúšťadlá. Po zmiešaní sa potom zmes podľa hore popísaných postupových krokov zhutní. Výlisok vznikajúci po zhutnení sa následne zlinuje, potom sa napúšťa karbonizovateľnými substanciami a karbonizuje. Následne tiež potom i tu nastáva, ako je hore popísané, kremikovanie.

CMC – sendviče podľa vynálezu sa používajú hlavne u súčastí vystavených vysokému teplotnému zaťaženiu, to znamená napríklad u súčastí plynových turbín, ako turbínové koleso, u súčastí horákov, u trysiek a ich súčastí, u potrubí na vykurovacie plyny, u meracích sond, u obalových rúrok pre sondy, u komponentov tepelnej ochrany kozmických lodí a pohonných jednotiek lietadiel, u tepelných clôn, nosných komponentov pre zrkadlá, antény a reflektory, u komponentov striel, u roštov ohniska a u komponentov tepelných výmenníkov. Prednostná oblasť použitia CMC - sendviča podľa vynálezu sa nachádza tam, kde k zaťaženiu vysokými teplotami ešte tiež pristupuje mechanické namáhanie. Príklady takéhoto použitia predstavujú trecie materiály ako brzdové kotúče a brzdové obloženia pre lietadlá, železničné vozidlá a automobily a komponenty klzných ložísk a klzných prvkov.

### **Prehľad obrázkov na výkresoch**

Vynález je v nasledujúcom ďalej bližšie objasnený na príkladoch svojho vyhotovenia pomocou výkresov.

Na výkresoch znázorňuje:

- Obr. 1 celkové rozloženie vláken v CMC – sendviči podľa vynálezu.
- Obr. 2 celkové rozloženie vláken v inom CMC – sendviči podľa vynálezu.
- Obr. 3 celkové rozloženie vláken v sitovej frakcii.
- Obr. 4 celkové rozloženie vláken v ďalšom CMC – sendviči podľa vynálezu.
- Obr. 5 štruktúru CMC – sendviča podľa stavu techniky a
- Obr. 6 štruktúru CMC – sendviča podľa vynálezu.

### **Príklady uskutočnenia vynálezu**

Obr. 1 príkladovo znázorňuje celkové rozloženie 1 vláken u CMC – sendviča podľa vynálezu. Pritom je zrejme rozloženie 2 vláken podielu 4 matricových vláken 21 až 21'''' a rozloženia 3 vláken podielu 5 stužujúcich vláken 20, 20', pričom zo súčtu rozloženia 2, 3 vláken vyplýva celkové rozloženie 1 vláken. Je zreteľne zrejme, že stredná dĺžka vláken podielu 4 matricových vláken 21 až 21'''' sa zreteľne odlišuje od strednej dĺžky podielu 5 stužujúcich vláken 20, 20', takže celkové rozloženie 1 vláken má medzi strednými dĺžkami podielov 4, 5 vláken minimum 6. Rozloženia 2, 3 vláken jednotlivých podielov 4, 5 vláken sú charakterizované polovicou 7, 8 šírky jednotlivých rozložení 2, 3 vláken.

Na obr. 2 je znázornené celkové rozloženie 1 vláken iného CMC – sendviča podľa vynálezu. Toto rozloženie 1 vláken sa vyznačuje tým, že ako rozloženie 2 vláken podielu 4 matricových vláken 21 až 21'''', tak i rozloženie 3 vláken podielu 5 stužujúcich vláken 20, 20' majú veľmi malú polovicu 7, 8 šírky. Z toho vyplýva medzera 9 v celkovom rozložení 1 vláken. Tu znázornené celkové rozloženie 1 vláken nastáva napríklad vtedy, keď sa vo výrobnom procese CMC – sendviča používajú vlákna, ktoré boli pre oba podiely 4, 5 vláken presne prirezané na definovanú dĺžku.

Obr. 3 znázorňuje celkové rozloženie 10 vláken sitovej frakcie, aké sa napríklad získa, keď sa rozomlel sendvič obsahujúci uhľikové vlákna a drvina sa rozdelila v sitovom zariadení na jednotlivé sitové frakcie. Pri preosievaní totiž nepokračujú sitom len vlákna z rozloženia 11 vláken, stanoveného pre frakciu, ale je

tiež možné, že sitovými otvormi pokračuje istý podiel veľmi dlhých vlákien po dĺžke tak dlho, ako dovoľuje prierez vlákna. Z toho vyplýva v každej sitovej frakcii podiel vlákien s väčšou dĺžkou, ktorého rozloženie 12 vlákien s väčšou dĺžkou je na obr. 3 znázornené nad rozložením 11 vlákien, stanoveného pre frakciu. Z oboch rozložení 11 a 12 vlákien v súčte vyplýva rozloženie 10 vlákien sitovej frakcie. Polovica 13 šírky sitovej frakcie však nie je podielom vlákien s väčšou dĺžkou ovplyvnená.

Na obr. 4 je znázornené celkové rozloženie 1 vlákien ďalšieho CMC – sendviča podľa vynálezu. V tomto príklade sú zostavené vlákna sendviča z jednotlivých sitových frakcií. Podiel 4 matricových vlákien 21 až 21'''' pozostáva z jednej sitovej frakcie, ktorej rozloženie vlákien opäť má podiel prvých dlhších vlákien 16. Podiel stužujúcich vlákien 20, 20' je v tomto príklade zostavený z dvoch sitových frakcií, ktorých rozloženia 14, 14' vlákien sú na obr. 4 znázornené jednotlivo. Tým má celkové rozloženie 1 vlákien v oblasti podielu stužujúcich vlákien 20, 20' medzi strednými hodnotami 15, 15' jednotlivých sitových frakcií malé minimum 19. Toto malé minimum 19 je však podstatne menej výrazné ako minimum 6 celkového rozloženia 1 vlákien medzi podielom 4 matricových vlákien 21 až 21'''' a podielom 5 stužujúcich vlákien 20, 20'. Na základe zloženia podielu stužujúcich vlákien z dvoch sitových frakcií má rozloženie stužujúcich vlákien 20, 20' podstatne väčšiu polovicu 8 šírky rozloženia stužujúcich vlákien 20, 20' ako polovica 7 šírky rozloženia 2 vlákien podielu 4 matricových vlákien 21 až 21''''. Ďalej je pre toto celkové rozloženie 1 vlákien charakteristické, že sa v sendviči sčítajú podiely vlákien s väčšou dĺžkou z jednotlivých sitových frakcií, to znamená, prvé dlhšie vlákna 16 z podielu 4 matricových vlákien 21 až 21'''' s ďalšími dlhšími vláknami 18 z jednotlivých sitových frakcií 17, 17' stužujúcich vlákien 20, 20'.

Na obr. 5 je znázornená štruktúra CMC – sendvičov podľa stavu techniky, aká je zrejme napríklad na výbruse. V sendviči sú zrejme vlákna 20, 20', 20'' a 20''', ktoré sú v tomto príklade kvôli jednoduchosti nasmerované priamo, všeobecne však môžu zaberat' akúkoľvek inú vzájomnú polohu. Ďalej je zrejme zvyšná plocha výrezu keramickej matrice 24 sendviča. Táto matrica 24 má široké trhliny 22, 22', 22'', 22''' a 22'''', ktoré prebiehajú od vlákna 20, 20', 20'' k vláknu 20, 20', 20'' a najčastejšie vznikajú pri ochladení sendviča po jeho výrobe, môžu však byť tiež vyvolané vysokým tepelným zaťažením materiálu. Príčiny toho spočívajú, ako už

bolo hore objasnené, v rôznej tepelnej rozťažnosti vláken 20, 20', 20'' a matrice 24, čo pri tepelnom namáhaní vedie k napätiu v matrici 24, ktoré potom relaxuje v podobe vzniku veľkých trhlín 22, 22', 22'', 22''' a 22''''.

Obr. 6 ukazuje v schematickom zobrazení štruktúru CMC sendviča podľa vynálezu, zodpovedajúcu obr. 5, aká je napríklad zrejماً na výbruse. Je jasné, že časť stužujúcich vláken 20, 20' bola oproti príkladu na obr. 5 nahradená kratšími a často tiež menšími matricovými vláknami 21 až 21''''. Kratšie matricové vlákna 21 až 21'''' môžu byť umiestnené, cez priame usporiadanie stužujúcich vláken 20, 20', v ľubovoľnom smere medzi stužujúcimi vláknami 20, 20'. Ďalším podstatným rozdielom je, že matrica 24 CMC – sendviča má celkom inú štruktúru trhlín 23 až 23''''. V matrici 24 sa v menšom rozsahu, aký má štruktúra CMC - sendvičov podľa stavu techniky, ako ukazuje obr. 5, nachádzajú len podstatne menšie trhliny 23 až 23''''. Okrem toho trhliny 23 až 23'''' nevykazujú tak rovnomerné usporiadanie medzi stužujúcimi vláknami 20, 20', ako je zrejماً na štruktúre na obr. 5. Ďalej je zjavné, že časť trhlín 23 až 23'''' neprebíha od vlákna 20, 20', 21 a 21'''' do vlákna 20, 20', 21 až 21'''', ale vychádza z vlákna 20, 20', 21 až 21'''', napríklad z vlákna 21'''' a končí v matrici 24. Táto štruktúra trhlín 23 až 23'''' vyplýva, ako sa už diskutovalo, z toho, že pri tepelnom namáhaní CMC – sendvičov nevznikajú nielen v matrici 24, ale tiež v matricových vláknach 21 až 21'''' napätia podmienené rozdielnou tepelnou rozťažnosťou vláken 20, 20', 21 až 21''''. Malá energia napätosti akumulovaná v matricovom systéme vedie k tomu, že sa len časť tejto energie odbúra vo forme trhlín 23 až 23''''. Typická je preto zmenšená veľkosť trhlín 23 až 23'''' a smerovanie trhlín 23 až 23'''' do matrice 24.

V nasledujúcom sú na C/SiC – sendvičoch príkladovo znázornené CMC - sendviče s k nim sa pripájajúcimi zlepšeniami. U C/SiC – sendvičov sa pritom jedná len o príklad pre CMC – sendviče podľa vynálezu. Podľa hore uvedeného výkladu sú podobné výsledky zrejماً tiež na iných CMC systémoch.

V týchto príkladoch sa porovnávajú C/SiC – sendviče podľa vynálezu, ktoré boli vyrobené na báze podielu 5 stužujúcich vláken 20, 20' a podielu 4 matricových vláken 21 až 21'''' spôsobom zverejneným vo zverejnenej prihláške DE 197 10 105, s príslušnými C/SiC – sendvičmi, ktoré však majú len jeden podiel 4, 5 vláken.

Skúšky majú nasledujúce zloženie vláken:

Tabuľka 1 Zloženie podielov vláken

Č. skúšky	Podiel matricových vláken		Podiel stužujúcich vláken	
	Množstvo vláken (%)	Stredná dĺžka vláken (mm)	Množstvo vláken (%)	Stredná dĺžka vláken (mm)
1	0	-	100	18 ± 2,7
2	0	-	100	15 ± 2,55
3	0	-	100	11 ± 2,5
4	20	3 ± 1,5	80	16 ± 2,6
5	20	3 ± 1,5	80	15 ± 2,55
6	20	3 ± 1,5	80	11 ± 2,5
7	30	3 ± 1,5	12	15 ± 2,55
			18	11 ± 2,5
			40	8 ± 2,5

Podiely 4, 5 vláken použité v skúškach pritom majú nasledujúce hrúbky vláken:

Tabuľka 2 Rozmery jednotlivých frakcií zväzkov vlákien

Stredná dĺžka vlákna (mm)	Stredná hrúbka vlákna (mm)
3 ± 1,5	0,5 ± 0,4
8 ± 2,5	1,46 ± 0,7
11 ± 2,5	1,46 ± 0,75
15 ± 2,55	1,46 ± 0,8
16 ± 2,6	10 ± 1,5
18 ± 2,7	15 ± 2,5

Všetkých 7 skúšok bolo vyrobených nasledovne:

Najprv sa vyrobil pregél zo zväzkov uhlíkového vlákna 3K (3 000 jednotlivých filamentov), pričom uhlíkové vlákna boli vyrobené na báze PAN vlákien. Na to boli zväzky vlákna spletené do tkaniny, následne bola tkanina napustená vo fenolovej živici a na oboch stranách opatrená oddeliteľným papierom. Potom bola tkanina napustená živicom ohriata na 130 °C.

Následne boli dosky pregélu položené na seba a stlačené do výlisku. Ten bol následne vypálený pri teplote 900 °C, pričom vypaľovacia krivka mala v oblasti medzi 400 °C a 600 °C nárast 5 °C za minútu. Následne bolo takto získané CFC teleso najprv po sebe napustené smolou z destilácie kamenného uhlia s bodom mäknutia 60 °C a potom sa kvôli ďalšiemu zhutneniu vypálilo pri 900 °C.

Takto získané CFC teleso potom bolo najprv v čelust'ovom drviči (výrobca: fa. Alpine Hosokawa) rozdrvené na zväzky vlákien. Následne boli zväzky vlákien triedené v rotačnej preosievačke s kmitavými pohybmi (výrobca: fa. Alpine Hosokawa) na jednotlivé frakcie vlákna, pričom sitové vložky (sitová plocha 1,15 m<sup>2</sup>) mali podľa ISO 9044 svetlú veľkosť ôk 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm a 6 mm. Ako výsledok tohto sitového postupu sa získali hore popísané frakcie vlákien, pričom hodnota za

značkou  $\pm$  udáva polovicu šírky jednotlivých frakcií, ktorá vyplýva z rozloženia zväzkov vlákien jednotlivých frakcií vlákien vo vzťahu k dĺžke zväzkov vlákien a šírke zväzkov vlákien.

Potom sa pre každú skúšku vyrobila v miesiči (výrobca. fa. Werner a Pfeleiderer) zmes zo 70 % zväzkov vlákien hore uvedeného zloženia a ako spojivo 21 % fenolovej živice a 9 % smoly z destilácie kamenného uhlia (bod mäknutia 230 °C). Následne boli zmesi lisované v zápustkovom lise pri mernom tlaku 12 kp/cm<sup>2</sup> a teplote 130 °C. Potom sa vykonala karbonizácia skúšok pri 900 °C pod ochranným plynom a grafitizácia skúšok pri 2 000 °C na 24 hodín. Následne sa vykonala pri 1700 °C vo vákuu infiltrácia skúšok tekutým kremíkom, čím sa vytvorila SiC štruktúra matrice skúšok.

Pri pozorovaní výbrusov hore uvedených skúšok v optickom mikroskope sú zreteľne zjavné rozdiely v štruktúre matrice 24 skúšok, podľa toho, či obsahujú podiel matricového vlákna 21 až 21''''. Pozorované štruktúry zodpovedajú schematickým zobrazeniam na obr. 5 a 6. Zatiaľ čo skúšky, ktoré majú len podiel stužujúcich vlákien 20, 20', majú v matrici 24 značný počet veľkých trhlín 22, 22', 22'', 22''' a 22'''', ktoré prebiehajú od zväzku vlákien k zväzku vlákien, vykazuje štruktúra C/SiC skúšok podľa vynálezu v zmenšenom počte len jemné trhliny 23 až 23'''', pričom trhliny sčasti vychádzajú z matricového vlákna 21 až 21'''' a končia v matrici 24.

Zmenu hustoty a vyššiu hustotu u C/SiC skúšok podľa vynálezu možno vyčítať z tabuľky 3.

Okrem toho sú v tabuľke 3 uvedené fázové podiely jednotlivých fáz kremíka, uhlíka a SiC. Je zrejmé, že podiel fáz kremíka a uhlíka v C/SiC skúškach podľa vynálezu je zreteľne znížený, čo podstatne zlepšuje možnosti použitia materiálu. Pritom sa ešte dbá na to, aby podiel uhlíka z veľkej časti pochádzal z uhlíkových vlákien. Takéto materiály sú obzvlášť vhodné v prípadoch použitia s mechanickým namáhaním, napríklad pre trecie obloženie. Dobré výsledky sa dosiahli predovšetkým s týmito materiálmi ako brzdovými obloženími.

Tabuľka 3 Hustota a zloženie skúšok

Č. skúšky	Hustota (g/cm <sup>2</sup> )	Podiel SiC (%)	Podiel Si (%)	Podiel C (%)
1	2,10	31,2	24,8	44,0
2	2,01	30,0	25,0	45,0
3	2,08	30,0	25,2	44,8
4	2,43	51,8	16,7	31,5
5	2,41	51,2	16,5	32,3
6	2,43	51,6	16,5	31,9
7		58,0	11,0	31,0

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou, **vyznačujúci sa tým**, že obsahuje dva rôzne podiely (4, 5) vláken (20, 20', 21 až 21''''') s rôznou strednou dĺžkou vláken (20, 20', 21 až 21'''''), ktoré sú v celkovom rozložení (1) vláken (20, 20', 21 až 21''''') v nadväznosti na dĺžku vláken (20, 20', 21 až 21''''') oddelené minimom (6).
2. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa nároku 1, **vyznačujúci sa tým**, že aspoň časť vláken (20, 20', 21 až 21''''') je opatrená aspoň sčasti povlakom.
3. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa nároku 1 alebo 2, **vyznačujúci sa tým**, že vlákna (20, 20', 21 až 21''''') sú tvorené vláknami zo skupiny uhlíkových vláken, grafitových vláken, vláken SiC, vláken oxidu hlinitého, vláken  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ , vláken  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2\text{B}_2\text{O}_3$ , karbonizovaných foriem celulóзовých vláken, drevených vláken a iných organických vláken a rovnako za vysokých teplôt žiaruvzdorných vláken na báze zlúčenín, ktoré obsahujú Si, C, B, N, Al.
4. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 3, **vyznačujúci sa tým**, že vlákna (20, 20', 21 až 21''''') sú sčasti alebo úplne tvorené nanovláknami, viskérmi a nanorúrkami.
5. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 4, **vyznačujúci sa tým**, že keramická matica (24) obsahuje fázu z aspoň jednej z látok zo skupiny uhlík, kremík, bór, hliník, zirkónium a/alebo zliatin zo skupiny karbid kremičitý, nitrid kremičitý, oxid kremičitý, nitrid bóru, karbid bóru, SiBCN,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ , TiC, silicidy železa a ďalšie silicidy a rovnako sklokeramika.
6. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa nároku 5, **vyznačujúci sa tým**, že keramická matica (24) obsahuje prísady železa, chrómu, titánu, molybdénu, niklu alebo hliníka.

7. Vláknami vystužený sendvič s keramickou matricou podľa aspoň jedného z nárokov 3, 5 alebo 6, **vyznačujúci sa tým**, že obsahuje len uhlíkové a grafitové vlákna.

8. Vláknami vystužený sendvič s keramickou matricou podľa nároku 7, **vyznačujúci sa tým**, že obsahuje uhlíkové a/alebo grafitové vlákna vyrobené pyrolýzou na báze PAN – vláken, vláken zo smoly, smoly z medzifáz, viskóзовých vláken, fenolových vláken, polyfenolových vláken a dutých vláken.

9. Vláknami vystužený sendvič s keramickou matricou podľa aspoň jedného z nárokov 5 až 8, **vyznačujúci sa tým**, že keramická matrica (24) obsahuje fázu kremíka, uhlíka a/alebo karbidu kremíka.

10. Vláknami vystužený sendvič s keramickou matricou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 9, **vyznačujúci sa tým**, že doplnkovo k podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') a podielu (4) matricových vláken (21 až 21''''') obsahuje ešte podiel ďalších vláken (16, 18).

11. Vláknami vystužený sendvič s keramickou matricou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 10, **vyznačujúci sa tým**, že podiel (5) stužujúcich vláken (20, 20') a/alebo podiel (4) matricových vláken (21 až 21''''') sú zostavené z viacerých podielov vláken s rôznou strednou dĺžkou vlákna.

12. Vláknami vystužený sendvič s keramickou matricou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 11, **vyznačujúci sa tým**, že aspoň časť vláken (20, 20', 21 až 21''''') má aspoň sčasti aspoň jednu ochrannú vrstvu z uhlíka, grafitu, pyrouhlíka, TiC, TiN, SiC, boridu titánu, boridu zirkónia, boridu hafnia, zlúčenín na báze Si, B, C, N a ich zmesí.

13. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 12, **vyznačujúci sa tým**, že aspoň časť vláken (20, 20', 21 až 21''') je aspoň sčasti opatrená aspoň jednou vrstvou spevneného, vytvrdeného a pyrolyzovaného spojiva.

14. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 13, **vyznačujúci sa tým**, že stredná dĺžka vláken podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') je medzi 4 mm a 20 mm, prednostne medzi 5 mm a 16 mm a obzvlášť prednostne medzi 6 mm a 12 mm.

15. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 14, **vyznačujúci sa tým**, že stredná dĺžka vláken podielu (4) maticových vláken (21 až 21''') je medzi 0,2 a 5 mm, prednostne medzi 0,5 mm a 4 mm a obzvlášť prednostne medzi 1 mm a 3,5 mm.

16. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 15, **vyznačujúci sa tým**, že stredná šírka vlákna podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') je medzi 0,02 mm a 5 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 3 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,5 mm a 2 mm.

17. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 16, **vyznačujúci sa tým**, že stredná šírka vlákna podielu (4) maticových vláken (21 až 21''') je medzi 0,02 mm a 2 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 1 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,3 mm a 0,7 mm.

18. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 17, **vyznačujúci sa tým**, že pomer strednej dĺžky vláken podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') k strednej dĺžke vláken podielu (4) maticových vláken (21 až 21''') je medzi 1,5 a 10, prednostne medzi 1,8 a 7 a obzvlášť prednostne medzi 2,1 a 5.

19. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 18, **vyznačujúci sa tým**, že pomer strednej dĺžky k strednej šírke vláken podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') je medzi 2 a 500, prednostne medzi 3 a 100 a obzvlášť prednostne medzi 4 a 20.

20. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 19, **vyznačujúci sa tým**, že pomer strednej dĺžky vláken k strednej šírke vláken podielu (4) maticových vláken (21 až 21''') je medzi 2 a 500, prednostne medzi 3 a 100 a obzvlášť prednostne medzi 4 a 20.

21. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 20, **vyznačujúci sa tým**, že stredný pomer dĺžka/šírka/výška vláken podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') je medzi 2 a 50 000, prednostne medzi 5 a 2000 a obzvlášť prednostne medzi 10 a 100.

22. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 21, **vyznačujúci sa tým**, že stredný pomer dĺžka/šírka/výška vláken podielu (4) maticových vláken (21 až 21''') je medzi 2 a 50 000, prednostne medzi 10 a 5 000 a obzvlášť prednostne medzi 30 a 500.

23. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 22, **vyznačujúci sa tým**, že pomer podielu (4) maticových vláken (21 až 21''') k celkovému množstvu vláken je medzi 0,1 a 0,8, prednostne medzi 0,2 a 0,5 a obzvlášť prednostne medzi 0,27 a 0,33.

24. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 23, **vyznačujúci sa tým**, že polovica (8) šírky rozloženia (3) vláken podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') z hľadiska dĺžky je medzi 0,01 mm a 15 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 12 mm a obzvlášť prednostne medzi 1 mm a 8 mm.

25. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 24, **vyznačujúci sa tým**, že polovica (7) šírky rozloženia (2) vláken

podielu (4) matricových vláken (21 až 21''''') z hľadiska dĺžky je medzi 0,01 mm a 5 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 4 mm a obzvlášť prednostne medzi 1 mm a 3,5 mm.

26. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 25, **vyznačujúci sa tým**, že polovica šírky rozloženia šírky vláken podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') je medzi 0,05 mm a 10 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 7 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,5 mm a 3 mm.

27. Vláknami vystužený sendvič s keramickou maticou podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 26, **vyznačujúci sa tým**, že polovica šírky rozloženia šírky vláken podielu (4) matricových vláken (21 až 21''''') je medzi 0,05 mm a 3 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 2 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,5 mm a 1,5 mm.

28. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24), **vyznačujúci sa tým**, že sa ako východiskové látky používajú dva rôzne podiely (4, 5) vláken (20, 20', 21 až 21'''''), podiel (5) stužujúcich vláken (20, 20') a podiel (4) matricových vláken (21 až 21''''') s rôznymi dĺžkami, pričom sa v celkovom rozložení (1) vláken (20, 20', 21 až 21''''') v nadväznosti na dĺžku vláken (20, 20', 21 až 21''''') vytvorí medzi strednými dĺžkami podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') a podielu (4) matricových vláken (21 až 21''''') minimum (6).

29. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa nároku 28, **vyznačujúci sa tým**, že sa v prvom kroku premiešajú dva rôzne podiely (4, 5) vláken (20, 20', 21 až 21'''''), následne sa zlisujú a následne sa takto vyrobený polotovár infiltruje polymérmi, hlavne pyrolyzovateľnými polymérmi.

30. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa nároku 29, **vyznačujúci sa tým**, že sa prídavne s polymérmi infiltrujú ďalšie plnidlá.

31. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa nároku 28, **vyznačujúci sa tým**, že sa k obom rôznym podielom (4, 5) vláken (20, 20', 21 až 21''') pridávajú počas miešania ďalšie komponenty.

32. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 31, **vyznačujúci sa tým**, že sa používajú vlákna (20, 20', 21 až 21''') zo skupiny uhľíkových vláken, grafitových vláken, vláken SiC, vláken oxidu hlinitého, vláken  $Al_2O_3SiO_2$ , vláken  $Al_2O_3SiO_2B_2O_3$ , karbonizovaných foriem celulóзовých vláken, drevených vláken a iných organických vláken a rovnako za vysokých teplôt žiaruvzdorných vláken na báze zlúčenín, ktoré obsahujú Si, C, B, N, Al.

33. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 32, **vyznačujúci sa tým**, že sa namiesto vláken (20, 20', 21 až 21''') sčasti alebo celkom používajú nanovlákná, viskéry a nanorúrky.

34. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 33, **vyznačujúci sa tým**, že sa používajú vlákna (20, 20', 21 až 21'''), z ktorých aspoň časť má aspoň sčasti aspoň jednu ochrannú vrstvu z uhlíka, grafitu, pyrouhlíka, TiC, TiN, SiC, boridu titánu, boridu zirkónia, boridu hafnia, zlúčenín na báze Si, B, C, N a ich zmesí.

35. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 34, **vyznačujúci sa tým**, že sa aspoň časť vláken (20, 20', 21 až 21''') aspoň sčasti opatrí aspoň jednou vrstvou pyrolyzovateľného spojiva, ktoré sa spevní a vytvrdí.

36. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa nároku 32, **vyznačujúci sa tým**, že sa miešajú len uhľíkové a grafitové vlákna.

37. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa nároku 36, **vyznačujúci sa tým**, že sa miešajú uhlíkové a/alebo grafitové vlákna vyrobené pyrolýzou na báze PAN-vláken, vláken zo smoly, smoly z medzifáz, viskóзовých vláken, fenolových vláken, polyfenolových vláken a dutých vláken.

38. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 31 až 37, **vyznačujúci sa tým**, že sa k obom podielom (4, 5) vláken (20, 20', 21 až 21''''') počas miešania primieša aspoň jedno karbonizovateľné spojivo.

39. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 31 až 38, **vyznačujúci sa tým**, že sa k zmesi pridáva plnidlo ako častice uhlíka, sadze, koks, grafit, kremík, karbidy, nitridy, silicidy železa a iné silicidy a rovnako boridy.

40. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa nároku 31, **vyznačujúci sa tým**, že sa k obom podielom (4, 5) vláken (20, 20', 21 až 21''''') počas miešania primieša aspoň jedno spojivo zo skupiny polyvinylalkoholov, metylcelulóz, etylcelulóz a butylcelulóz.

41. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa nároku 38, **vyznačujúci sa tým**, že sa ako karbonizovateľné spojivo primieša spojivo zo skupiny živíc a smôl.

42. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa nároku 41, **vyznačujúci sa tým**, že sa primieša živica zo skupiny termoplastov, fenolových živíc, furánových živíc, polyakrylátových živíc, polyimidových živíc, kyanátových živíc a epoxidových živíc.

43. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa nároku 38, **vyznačujúci sa tým**, že sa ako

karbonizovateľné spojivo primieša spojivo zo skupiny polysilánov, polykarbosilánov, polysilazanov, monosacharidov a polysacharidov, polyallylkarbodiimidov, olejov a dechtov, živíc a smôl.

44. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa nároku 41, **vyznačujúci sa tým**, že sa primiešavajú pevné a tekuté smoly, smoly z medzifáz, smola z destilácie kamenného uhlia a petrolejová smola.

45. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 31 až 44, **vyznačujúci sa tým**, že sa zmes po zmiešaní zhutní.

46. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa nároku 45, **vyznačujúci sa tým**, že sa zhutnenie vykonáva v zápusťkovom lise, izostatickom lise, pretlačacom lise, piestovom lise alebo extrudéri.

47. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa nároku 45 alebo 46, **vyznačujúci sa tým**, že sa zhutnenie vykonáva pri zvýšenej teplote.

48. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 45 až 47, **vyznačujúci sa tým**, že sa zhutnenie vykonáva pri teplotách nad teplotou vytvrdenia živicového spojiva v zmesi.

49. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 45 až 47, **vyznačujúci sa tým**, že sa po lisovaní výlisok podrobí tepelnému spracovaniu pri teplote nad teplotou vytvrdenia živicového spojiva v zmesi.

50. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 38 až 49, **vyznačujúci sa tým**, že sa v ďalšom postupovom kroku karbonizuje spojivo.

51. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa nároku 31, **vyznačujúci sa tým**, že sa vlákna zmiešajú s uhlíkom a/alebo karbidom kremíka a/alebo silicidom molybdénu a/alebo karbidom bóru a/alebo nitridom bóru a/alebo nitridom hlinitým a/alebo karbidom titánu.

52. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa nároku 51, **vyznačujúci sa tým**, že sa k zmesi pridá rozpúšťadlo.

53. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 51 a 52, **vyznačujúci sa tým**, že sa zmes po zmiešaní zhutní.

54. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa nároku 53, **vyznačujúci sa tým**, že sa zhutnenie vykonáva v zápusťkovom lise, izostatickom lise, pretlačacom lise, piestovom lise alebo šnekovom extrudéri.

55. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa nároku 54, **vyznačujúci sa tým**, že sa výlisok vznikajúci po zhutnení následne zlinuje, načo sa napúšťa karbonizovateľnými substanciami a karbonizuje sa.

56. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 55, **vyznačujúci sa tým**, že sa v ďalších postupových krokoch raz alebo viackrát pomocou CVI-procesu alebo napúšťania ukladá karbonizovateľná substancia do porézneho

systemu vyrábaného spojeného materiálu a vyrobený spojený materiál sa následne karbonizuje.

57. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 56, **vyznačujúci sa tým**, že sa ako ďalší postupový krok vykonáva grafitizácia pri teplotách vyšších ako 2 000 °C.

58. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 57, **vyznačujúci sa tým**, že sa v následnom postupovom kroku vykonáva kremíkovanie.

59. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa nároku 58, **vyznačujúci sa tým**, že sa nasledujúce kremíkovanie vykonáva infiltráciou tekutého kremíka alebo kremíkových zliatin zo skupiny silicidov železa, chrómu, titánu, molybdénu, niklu a hliníka alebo CVI separáciou kremíka alebo karbidu kremíka alebo iných zlúčenín kremíka.

60. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 59, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa podiel (5) stužujúcich vlákien (20, 20') so strednou dĺžkou vlákien medzi 4 mm a 20 mm, prednostne medzi 5 mm a 16 mm a obzvlášť prednostne medzi 6 mm a 12 mm.

61. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 60, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa podiel (4) matricových vlákien (21 až 21''''') so strednou dĺžkou vlákna medzi 0,2 a 5 mm, prednostne medzi 0,5 mm a 4 mm a obzvlášť prednostne medzi 1 mm a 3,5 mm.

62. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 61, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa podiel (5) stužujúcich vlákien (20, 20') so strednou šírkou

vlákna medzi 0,02 mm a 5 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 3 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,5 mm a 2 mm.

63. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 62, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa podiel (4) maticových vláken (21 až 21''''') so strednou šírkou vlákna medzi 0,02 mm a 2 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 1 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,3 mm a 0,7 mm.

64. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 63, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa pomer strednej dĺžky vláken podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') k strednej dĺžke vláken podielu (4) maticových vláken (21 až 21''''') medzi 1,5 a 10, prednostne medzi 1,8 a 7 a obzvlášť prednostne medzi 2,1 a 5.

65. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 64, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa pomer strednej dĺžky vláken k strednej šírke vláken podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') medzi 2 a 500, prednostne medzi 3 a 100 a obzvlášť prednostne medzi 4 a 20.

66. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 65, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa pomer strednej dĺžky vláken k strednej šírke vláken podielu (4) maticových vláken (21 až 21''''') medzi 2 a 500, prednostne medzi 3 a 100 a obzvlášť prednostne medzi 4 a 20.

67. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 66, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa stredný pomer dĺžka/šírka/výška vláken podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20') medzi 2 a 50 000, prednostne medzi 5 a 2 000 a obzvlášť prednostne medzi 10 a 100.

68. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 67, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa stredný pomer dĺžka/šírka/výška vláken podielu (4) maticových vláken (21 až 21''') medzi 2 a 50 000, prednostne medzi 10 a 5 000, obzvlášť prednostne medzi 30 a 500.

69. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 68, **vyznačujúci sa tým**, že sa do celkového množstva zmesi zamieša 50 až 99 % vláken (20, 20', 21 až 21'''), prednostne 60 až 90 % a obzvlášť prednostne 65 až 80 % vláken (20, 20', 21 až 21''') oboch podielov (4, 5) vláken (20, 20', 21 až 21''').

70. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 69, **vyznačujúci sa tým**, že sa do celkového množstva zmesi zamieša 20 až 80 %, prednostne 35 až 65 % a obzvlášť prednostne 42 až 55 % podielu (5) stužujúcich vláken (20, 20').

71. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 70, **vyznačujúci sa tým**, že sa do celkového množstva zmesi zamieša 10 až 40 %, prednostne 15 až 35 % a obzvlášť prednostne 20 a 30 % podielu (4) maticových vláken (21 až 21''').

72. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 71, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa pomer podielu (4) maticových vláken (21 až 21''') k celkovému množstvu vláken (20, 20', 21 až 21''') medzi 0,1 a 0,8, prednostne medzi 0,2 a 0,5 a obzvlášť prednostne medzi 0,27 a 0,33.

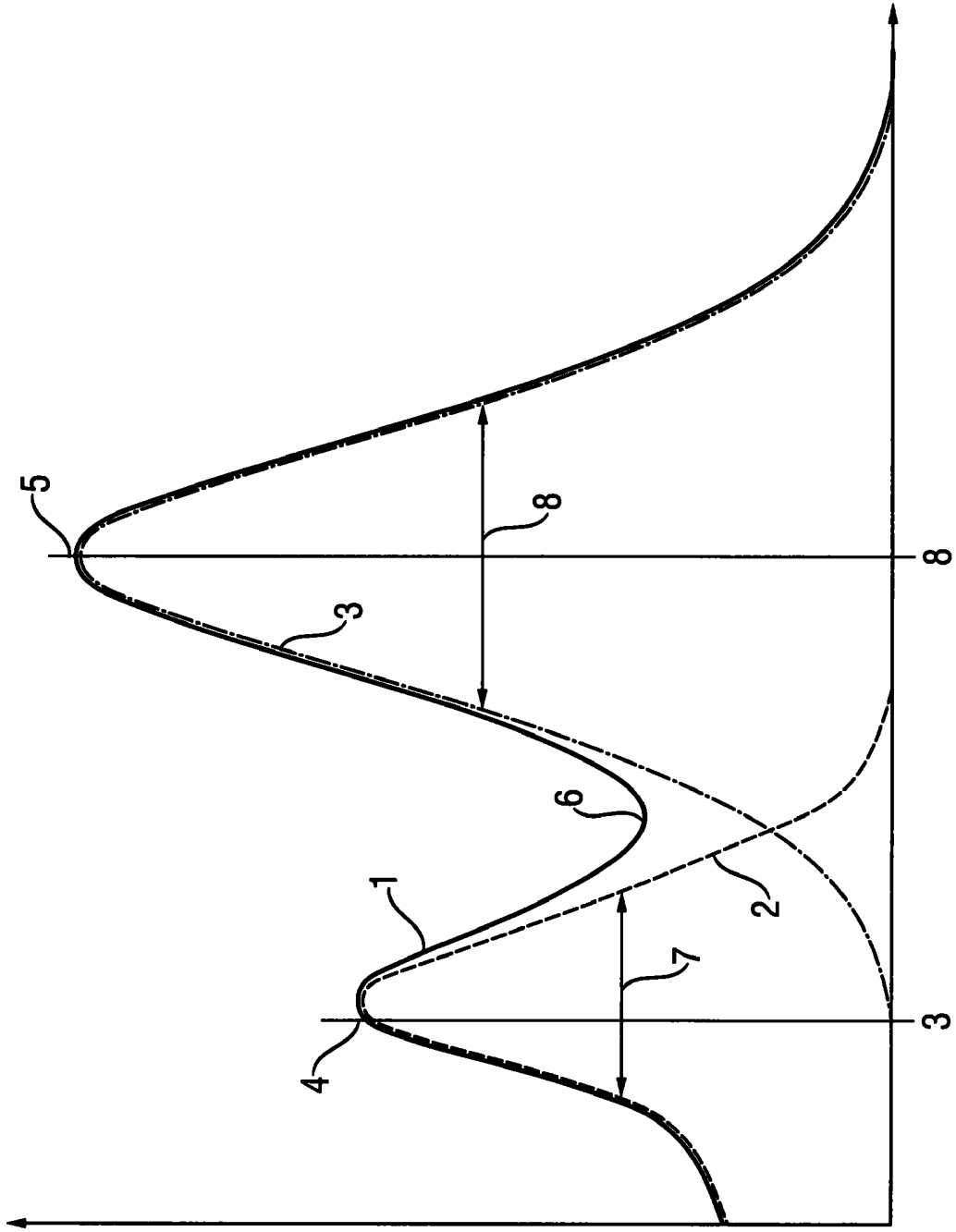
73. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou maticou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 72, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa podiel (5) stužujúcich vláken (20, 20') s polovicou (8) šírky rozloženia (3) vláken z hľadiska dĺžky medzi 0,01 mm a 15 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 12 mm a obzvlášť prednostne medzi 1 mm a 8 mm.

74. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 73, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa podiel (4) matricových vlákien (21 až 21''') s polovicou (7) šírky rozloženia (2) vlákien z hľadiska dĺžky medzi 0,01 mm a 5 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 4 mm a obzvlášť prednostne medzi 1 mm a 3,5 mm.

75. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 74, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa podiel (5) stužujúcich vlákien (20, 20') s polovicou šírky rozloženia šírky vlákien medzi 0,05 mm a 10 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 7 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,5 mm a 3 mm.

76. Spôsob výroby vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 28 až 75, **vyznačujúci sa tým**, že sa používa podiel (4) matricových vlákien (21 až 21''') s polovicou šírky rozloženia šírky vlákien medzi 0,05 mm a 3 mm, prednostne medzi 0,1 mm a 2 mm a obzvlášť prednostne medzi 0,5 mm a 1,5 mm.

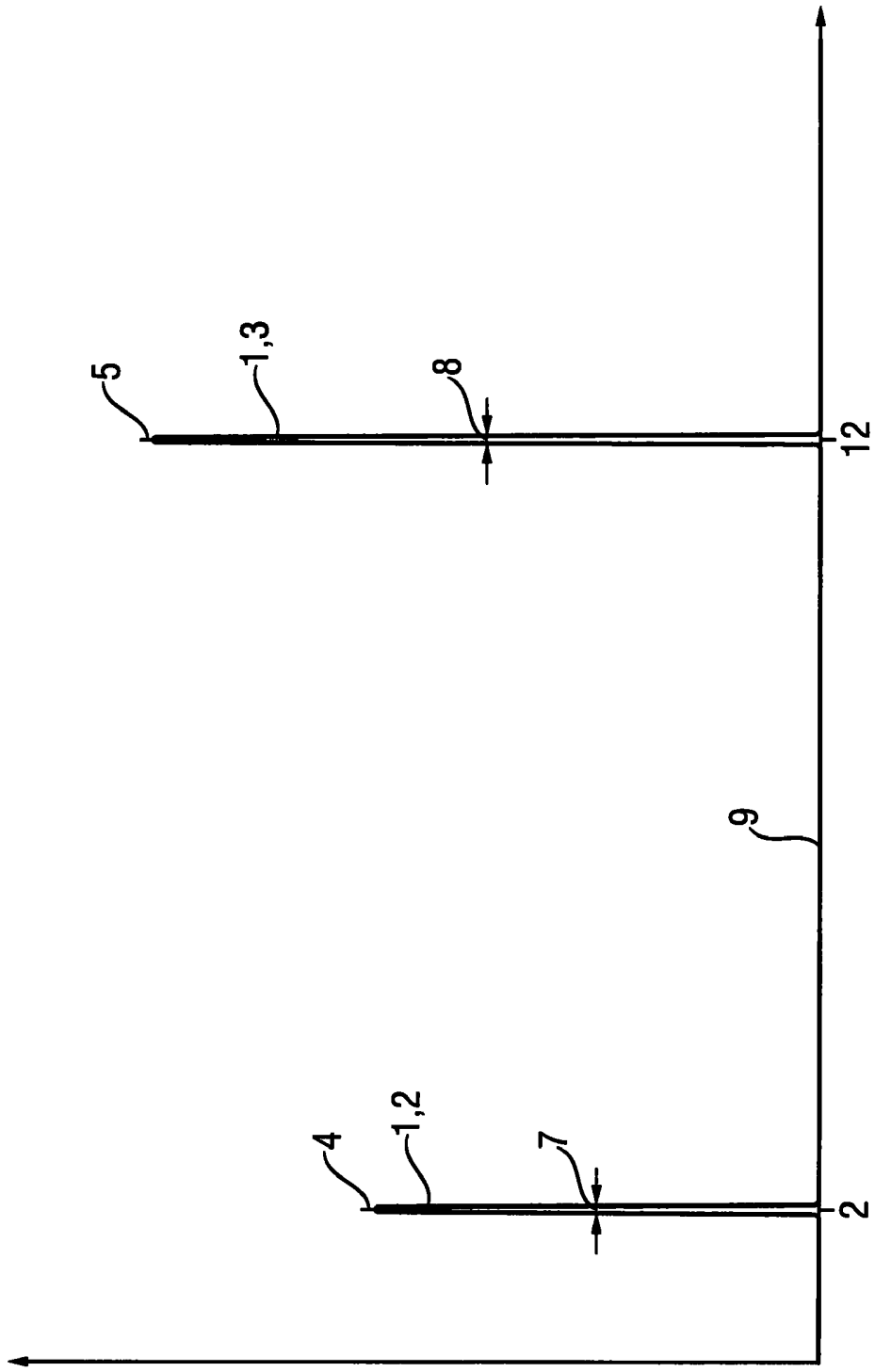
77. Použitie vláknami (20, 20', 21 až 21''') vystužených sendvičov s keramickou matricou (24) podľa aspoň jedného z nárokov 1 až 27, u súčastí plynových turbín, ako turbínové kolesá, u súčastí horákov, u trysiek a iných súčastí, u potrubí na vykurovacie plyny, u meracích sond, u obalových rúrok pre sondy, u trecích materiálov ako brzdové kotúče a brzdové obloženia pre lietadlá, koľajové vozidlá a automobily, u tepelných clôn, u komponentov tepelnej ochrany kozmických lodí a pohonov lietadiel, komponentov klzných ložísk a klzných prvkov, nosných komponentov pre zrkadlá, antény a reflektory, u komponentov striel, u roštov ohniska a u komponentov tepelných výmenníkov.



**Obr. 1**

.....

**Obr. 2**



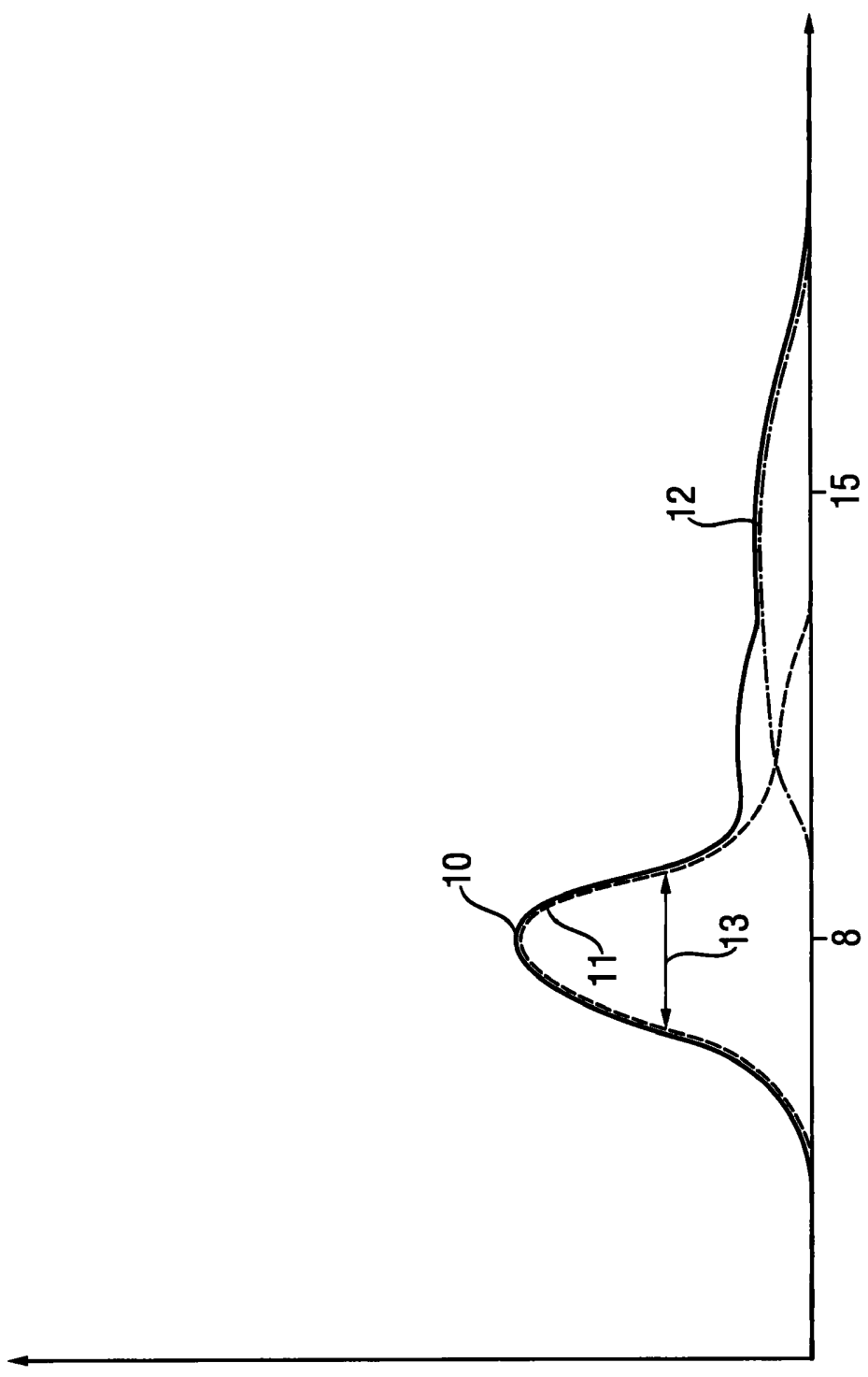
...

...

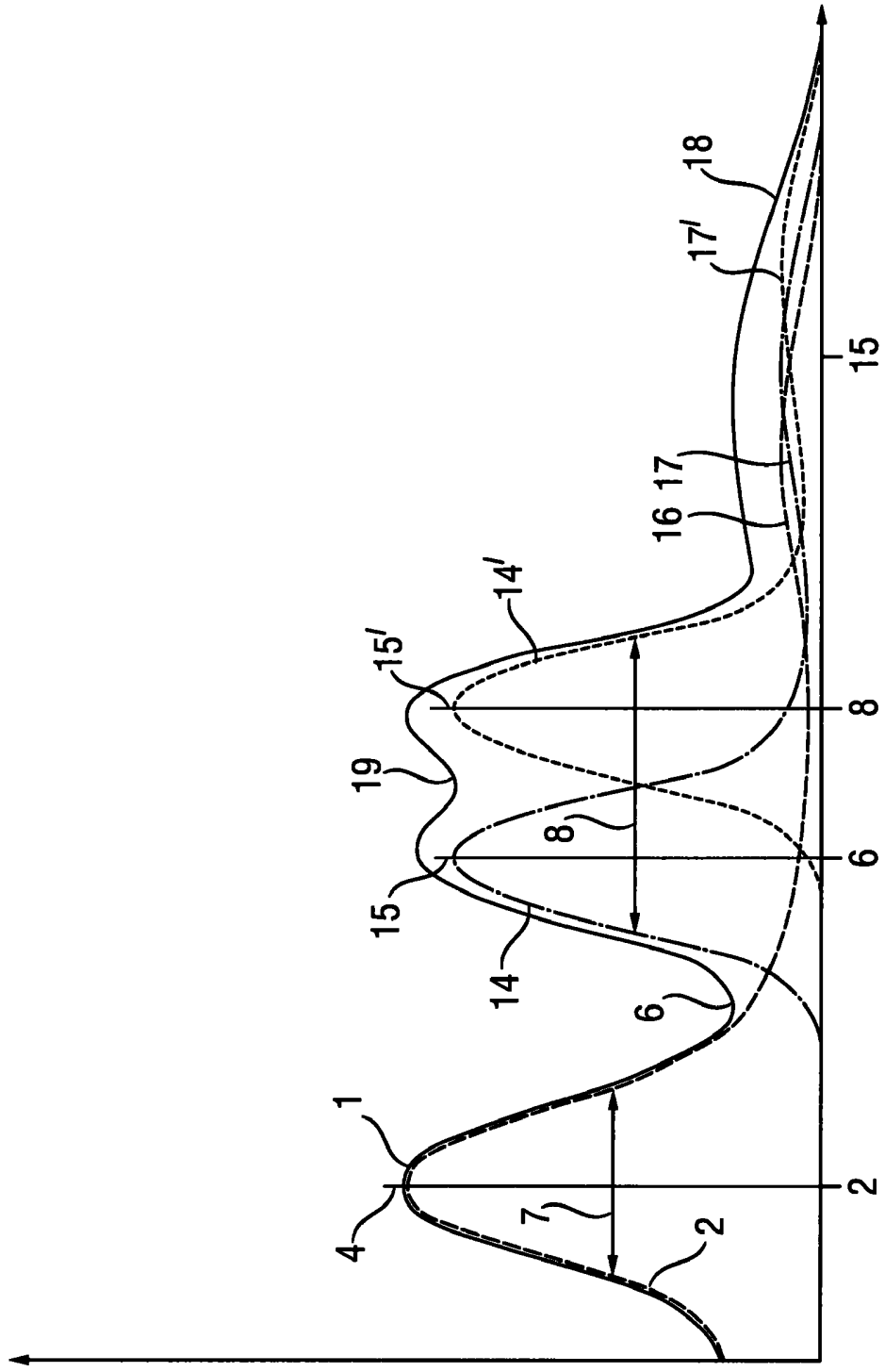
• • • •

• • • •

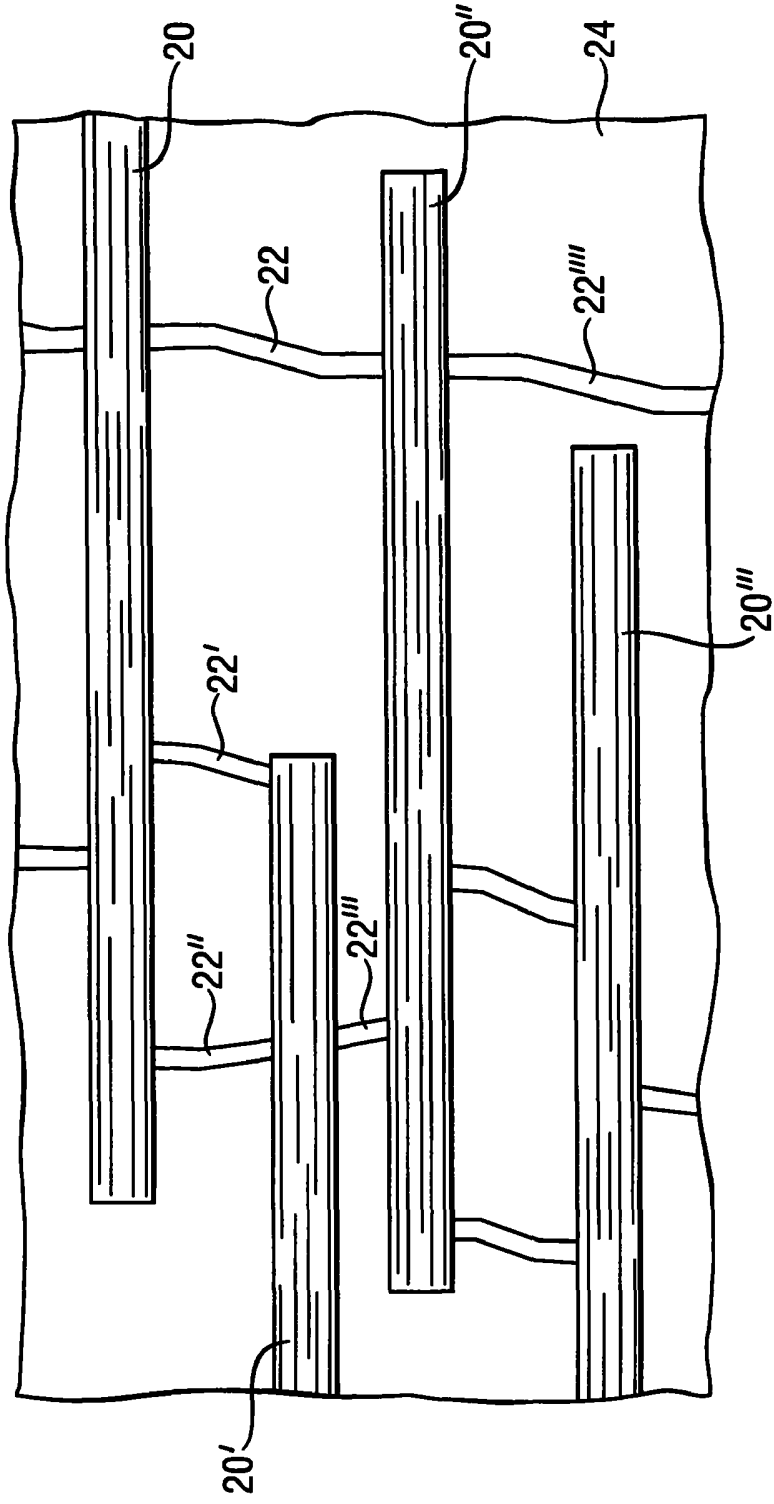
**Obr. 3**



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6

