

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **01.03.2002**  
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **02.03.2001**  
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2001/01105152**  
(33) Země priority: **EP**  
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu:  
**(Věstník č: 4/2004)**  
(86) PCT číslo: **PCT/EP2002/002251**  
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2002/070107**

(21) Číslo dokumentu:

**2003-2598**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. :  
**B 01 D 39/16**

(71) Přihlašovatel:

AIRFLO EUROPE N. V., Overpelt, BE

(72) Původce:

Schultink Jan, Overpelt, BE

Schultink Bas, Overpelt, BE

(74) Zástupce:

Hakr Eduard Ing., Přístavní 24, Praha 7, 17000

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Kompozitní filtr a způsob jeho výroby**

(57) Anotace:

Kompozitní filtr pro filtrování proudu okolního vzduchu obsahující alespoň jeden předem nespojený přední pruh a jeden předem nespojený zadní pruh, přičemž poměr absolutní hodnoty objemu pórů předního pruhu a absolutní hodnoty objemu pórů zadního pruhu je  $> 2$  a absolutní pokrytí vláknů předního pruhu a zadního pruhu je  $> 95\%$ . Způsob výroby kompozitního filtru zahrnující krok uložení filtračního materiálu na podložku k vytvoření předního předem nespojeného pruhu, krok uložení zadního předem nespojeného pruhu na přední pruh, a krok spojení pruhů k vytvoření kompozitního filtru, majícího jednotnou vrstvenou strukturu.

CZ 2003 - 2598 A3

## Kompozitní filtr a způsob jeho výroby

### Oblast techniky

Vynález se týká kompozitního filtru pro vyjmutí pevných částic stržených v proudu okolního vzduchu. Vynález se zejména týká kompozitního filtru sestávajícího z alespoň jednoho předběžně nespojeného předního pruhu a alespoň jednoho předběžně nespojeného zadního pruhu použitelného pro filtrování částic z okolního vzduchu.

Termínem „předběžně spojený“ se rozumí, že filtrový materiál, jakým jsou např. vlákna spojitelná tepelným svarem nebo adhézně spojitelná vlákna, je zpracován takovým způsobem, že je účinný pro aktivování spojovacího mechanismu, a tím vytvoření samostatné, přenosné, soudržné a typicky samonosné tkaniny filtrového materiálu. Tato předběžně spojená tkanina může být mechanicky manipulována takovými procesy, jako je navinutí na válec, odvinutí od válce, řezání, apod..

Termínem „pruh“ se rozumí pás vytvarovaný z předběžně nespojeného filtrového materiálu do vrstvy jednotně vrstvené struktury. Naproti tomu, termínem „vrstva“ se rozumí samostatná, předběžně spojená a samonosná tkanina filtrového materiálu.

### Dosavadní stav techniky

V poslední době se technologie filtrování částic z plynů stala velmi sofistikovaná, a to jak v běžných aplikacích, jako např. při vysávání nečistot a prachu, rovněž i ve vysoce náročných průmyslových aplikacích, jako při vyjímání podílů široké množiny znečišťujících látek, pokrývající rozsah od inertních látek po biochemicky senzitivní látky, se

specifickou velikostí látek. V současné době se předpokládá, že částice znečišťujících látek v proudu plynu mohou mít širokou množinu velikostí, geometrických tvarů, např. podlouhlý tvar a kulový, a chemického a fyzikálního složení, např. mohou být prosté zápachu nebo mohou zapáchat.

V důsledku toho se vyvinula filtrační technologie, která poskytuje filtrační médium, které je uzpůsobeno pro optimální filtraci specifických podílů částic znečišťujících látek. Rovněž tato technologie poskytuje techniky pro optimalizování různých výkonových charakteristik filtrů, jako je např. udržení nízkého tlakového spádu přes filtr a prodloužení doby životnosti tak, aby se prodloužila doba uplynulá mezi dvěma po sobě jdoucími výměnami filtru.

Podle tradičního postupu se tyto cíle dosáhly poskytnutím vícevrstvého filtračního materiálu, obsahujícího samostatné, individuálně vytvořené vrstvy, z nichž každá je určena pro uskutečnění jedné primární funkce a někdy několika specifických funkcí filtru. Tak např., velmi otevřená, porézní a tenká podkladová tkanina se často používá k ochraně níže položených vrstev filtru před obušováním rychle pohybujícími, rozměrnými a tvrdými částicemi; porézní a tlustá vrstva se typicky používá k zachycení podstatného množství zejména velkých částic, a vrstva s malými póry a z filamentů s velmi malými průměry se obvykle používá pro vyjmutí nejmenších částic ke zvýšení účinnosti filtrace. Z velkého množství dostupných filtračních vrstev se zvolí samostatné filtrační vrstvy a kombinují se do předem zvoleného pořadí, načež se sestaví do skupiny k vytvoření vícevrstvého materiálu a tudíž vícefunkčního filtru. Jedna nebo více přilehlých vrstev může být vzájemně spojeno nebo vrstvy mohou být nespojeny. Případně individuální vrstvy mohou být vloženy mezi kryty, typicky papír, pro zachování strukturální integrity a snadnou

manipulaci.

Nevýhoda výše uvedeného vícevrstvého systému konstruování vícefunkčních filtrů spočívá v tom, že filtrační materiál se opakovaně zpracovává, přičemž počet opakujících operací může být nadměrný. To konkrétně znamená, že filtrační materiál v dané vrstvě se nejprve zpracovává do formy individuální vrstvy, načež se filtrační materiál zpracovává tak, že se tato individuální vrstva připevní do vícevrstvého filtru. Každý procesní krok přispívá ke stlačení a pokrytí, i případě, že je tenký, konečného filtračního produktu. To vede ke zvýšení tlakového spádu skrze filtr a snížení zadržovací kapacity pro prach, čímž se omezuje doba životnosti.

Patentový dokument WO 01/03802 popisuje kompozitní filtr sestávající z alespoň jednoho předem nespojeného předního pruhu a jednoho předem nespojeného zadního pruhu. Avšak, jak je to podrobně uvedeno v níže uvedeném textu, ve kterém je činěn odkaz na obr. 2, v tomto kompozitním filtru dochází k relativně vysokému tlakovému spádu přes kompozitní filtr. Kromě toho, rovněž doba životnosti tohoto filtru je nízká.

Z výše uvedeného vyplývá, že cílem vynálezu bylo poskytnout kompozitní filtr, ve kterém tlakový spád skrze filtr je udržován na nízké hodnotě a který má dlouhou dobu životnosti.

#### Podstata vynálezu

Cíl vynálezu je dosažen poskytnutím kompozitního filtru pro filtrování okolního vzduchu, sestávajícího se z alespoň jednoho předem nespojeného předního pruhu a alespoň jednoho předem nespojeného zadního pruhu, přičemž poměr absolutní hodnoty objemu pórů předního pruhu a absolutní hodnoty objemu pórů zadního pruhu (RAPV = ratio absolute pore volume) je

vyšší než 2 a absolutní pokrytí vlákny předního pruhu a zadního pruhu (APFC = absolute projected fiber coverage) je vyšší než 95 %.

Kvůli těmto parametrům kompozitního filtru tlakový spád přes filtrový materiál se ponechá na nízké hodnotě a doba životnosti filtru se zvýší.

Kromě toho, vynález umožňuje poskytnout kompozitní filtr vytvořený z alespoň dvou na sebe umístěných pruhů filtračního materiálu, spojených dohromady k vytvoření jednotně vrstvené struktury. Složení filtračního materiálu v libovolném daném pruhu se předem zvolí k provedení žádoucí filtrační funkce. Tak např., pro zachycení velmi malých prachových částic, jakými jsou prachové částice o průměru přibližně 5  $\mu\text{m}$  a o nižším průměru, se mohou zvolit jemná (tj. s malým průměrem) a hutně sbalená vlákna. Kromě toho, pro zastavení průchodu těchto částic a dokonce menších částic se mohou rovněž použít elektrostaticky nabitá vlákna. Podobně, pro zachycení prachových částic se střední a velkou velikostí se může použít objemný, vysoce porézní materiál, vytvořený k tomu, aby měl velkou prachovou zadržovací kapacitu.

Poněvadž kompozitní filtr podle vynálezu obsahuje předem nespojené pruhy, spojení alespoň jednoho pruhu a výhodně všech pruhů k vytvoření jednotné struktury se započne pouze potom, co se dokončí umístění všech pruhů do specifické žádoucí struktury filtru. Výsledná struktura je tvořena jedním jediným tělem, sestávajícím ze dvou typů filtračního materiálu, které jeví jako odlišné vrstvy.

Z tohoto úhlu pohledu se vrstvená struktura vytvoří vystavením stohu pruhů ze zvolených filtračních materiálů. Poněvadž pruhy nejsou předem spojeny, komponenty každého

pruhu, jakými jsou např. vlákna, granule, apod., se obecně uloží volně mechanickými nebo ukládacími procesy, používajícími vzduch, na níže ležící vrstvu. Uvnitř každého pruhu je složení filtračního materiálu velmi stejnorodé a mezi pruhy je neurčité rozhraní.

Výhodně kompozitní filtr výše uvedeného typu má poměr průměrné hodnoty průměrů pórů předního pruhu a průměrné hodnoty průměrů pórů zadního pruhu (RPD = ratio of average pore diameter) v rozmezí  $4 < \text{RPD} < 10$ .

Kvůli tomuto poměru se zadržovací prachová kapacita předního pruhu značně zvýší, takže přední pruh působí jako předřazený filtr pro zadní pruh bez toho, že by se zvýšil tlakový spád přes kompozitní filtr.

Kromě toho, avšak ne výlučně, tento kompozitní filtr může mít průměrnou hodnotu průměrů pórů filtrů předního pásu (PDU = an average pore diameter of the upstream tier)  $\text{PDU} > 60 \mu\text{m}$ , výhodně v rozmezí  $80 \mu\text{m} < \text{PDU} < 200 \mu\text{m}$ .

Všechny výše uvedené kompozitní filtry mohou obsahovat přední pruhy s relativním objemem pórů (RPVU = a relative pore volume of the upstream tiers)  $\text{RPVU} > 94 \%$ , výhodně  $\text{RPVU} > 96 \%$ , zdánlivou hustotou (ADU = an apparent density of the upstream tier)  $\text{ADU} < 0,05 \text{ g/cm}^3$ , a tloušťkou  $D$  v rozmezí  $0,5 \text{ mm} < D < 2,5 \text{ mm}$ . Zvolení těchto parametrů vede k přednímu pruhu s žádoucími hodnotami RAPV a APFC.

Kromě toho, kompozitní filtry mohou rovněž obsahovat zadní pruhy s relativním objemem pórů (RPVD = a relative pore volume of the downstream tier)  $\text{RPVD}$  jsoucím nižší než hodnota  $\text{RPVU}$ , zdánlivou hustotou (ADD = an apparent density of the

downstream tier) ADD v rozmezí  $0,07 \text{ g/cm}^3 < \text{ADD} < 0,14 \text{ g/cm}^3$ , a tloušťkou D v rozmezí  $0,1 \text{ mm} < D < 0,4 \text{ mm}$ . Zvolení těchto parametrů vede k zadnímu pruhu s žádoucí hodnotou RAPV a APFC.

Dále, zadní pruh libovolného z výše popsaných kompozitních filtrů může výhodně obsahovat vlákna mající délku v rozmezí 0,1 mm až 3,0 mm.

Kvůli této struktuře přední pruh může být objemnější k poskytnutí větší zadržovací prachové kapacity.

Výhodně výše popsané kompozitní filtry mohou obsahovat přední pruh mající prachovou retenci DR (DR = a dust retention) vůči prachovým částicím s průměrem odpovídajícím průměrné hodnotě průměru pórů zadního pruhu  $\text{DR} > 99 \%$ .

Tento znak zamezuje ucpání zadního pruhu, a tudíž dále zachovává nízký tlakový spád přes filtr a dále zvyšuje dobu životnosti kompozitního filtru.

Kromě toho, ale ne výlučně, tento efekt se může zesílit v kompozitním filtru, ve kterém orientace vláken ve směru toku v předním pruhu je lepší, než je orientace vláken v zadním směru. Tato struktura dále více umožňuje udržet tlakový spád přes filtr.

Výše popsané kompozitní filtry mohou obsahovat přední pruh za sucha položených, tepelně spojitelných, dvousložkových nebo jednosložkových polymerních vláken a zadní pruh z taveniny zvlákněných vláken. V tomto ohledu jeden jediný pruh je vytvořen z jednoho jediného typu filtračního materiálu, např. 100 % dvousložkových polymerních vláken, z taveniny zvlákněných vláken, staplových vláken nebo spředených filamentů.

Alternativně, kompozitní filtr může obsahovat přední pruh mající složení zvolené ze skupiny obsahující 100 hmotnostních procent dvousložkových polymerních vláken, směs alespoň přibližně 10 hmotnostních procent dvousložkových polymerních vláken s komplementárním množstvím přírodních vláken, jakými jsou např. čechraná celulosová vlákna (vlákna FP (FP= fluff pulp)) nebo bavlněná vlákna, staplová vlákna nebo jejich směsí, a směs alespoň asi deset hmotnostních procent jednosložkových polymerních tepelně spojitelných vláken s komplementárním množstvím čechraných vláken, staplových vláken nebo jejich směsí.

V tomto ohledu jeden jediný pruh je tvořen směsí materiálu, jakým je např. vzduchem položená, obvykle stejnorodá směs dvousložkových polymerních vláken a čechraných vláken.

Poněvadž je rovněž žádoucí poskytnout vrstvenou strukturu přilehlé pruhu ve stohu pruhů mohou mít rozdílné složení. Nicméně složení jednoho pruhu se může opakovat ve stohu pruhů, ačkoliv alespoň jeden pruh o rozdílném složení by měl být přítomen mezi pruhy o stejném složení.

Struktura kompozitního filtru se liší od struktury konvenčních vícevrstevných filtračních materiálů, které jsou vytvořeny laminováním množiny individuálních vrstev filtračního materiálu, z nichž každá byla předem spojena k vytvoření samonosného pásu před formováním vícevrstevného laminátu.

Tato jednotná vrstvená struktura poskytuje množinu význačných výhod oproti konvenčním filtračním materiálům. Podle jednoho ohledu, jednotná vrstvená struktura může být učiněna objemnější k poskytnutí prachové zadržovací kapacity



vetší, než je prachová zadržovací kapacita laminátu individuálních, předem spojených vrstev majících složení odpovídající složením příslušných pruhů jednotné struktury. To je kvůli tomu, že každá část konvenčního filtračního média je stlačena alespoň dvakrát: poprvé, když se individuální vrstva vytvoří spojováním, a podruhé, když se individuální vrstvy laminují k vytvoření filtru.

Výhodně dvousložková polymerní vlákna této struktury mohou mít plášť z jednoho polymeru a jádro z odlišného polymeru majícího bod tavení vyšší, než je bod tavení polymeru tvořícího plášť. Jádro může být tvořeno polypropylenem a plášť může být tvořen polyethylenem.

Kromě toho, jádro může být umístěno excentricky vzhledem k plášti. V takové struktuře vlákna jsou sevřeny tak, že objem pruhu se dále zvýší.

Výhodně a alternativně výše popsaný kompozitní filtr může obsahovat přední pruh dále mající vlákna tvořená alespoň jedněmi vlákny zvolenými z množiny zahrnující nenabitá z fólie řezaná vlákna, nabitá z fólie řezaná vlákna a směsná elektrostatická vlákna.

Tudíž, vynález poskytuje kompozitní filtr, sestávající alespoň ze dvou předběžně nespojených pruhů, z nichž každý nezávisle obsahuje alespoň jeden filtrační materiál a je odlišný od přilehlého pruhu, přičemž pruhy jsou spojeny dohromady k vytvoření jednotné vrstvené struktury mající první okrajový povrch přizpůsobený k přijmutí částic stržených ve vzduchu a druhý okrajový povrch přizpůsobený k vypouštění zfiltrovaného vzduchu, přičemž tento kompozitní filtr má snížený tlakový spád a prodlouženou dobu životnosti.

Všechny výše uvedené kompozitní filtry mohou být umístěny ve vysavačových pytlících a obecně v podtlakových filtrech. Termínem „podtlakový filtr“ se rozumí filtrační struktura určená k tomu, aby působila při průchodu plynu, výhodně vzduchu, který strhává obvykle suché pevné částice, skrze tuto strukturu. V této aplikaci byla, pokud jde o strany, pruhy a vrstvy, přijata následující dohoda: vstupní strana filtru je označována jako přední a výstupní strana filtru jako zadní. Příležitostně v textu této přihlášky jsou uvedeny termíny „před“ a „za“ k označení relativních poloh strukturních členů nacházejících se vpředu resp. vzadu vzhledem k proudění vzduchu. Samozřejmě je zde uveden tlakový gradient, někde označovaný jako „tlakový spád“, přes filtr v průběhu filtrace. Vysavače typicky používají pytlíkové tvarované filtry. Obvykle přední strana podtlakového pytlíkového filtru je uvnitř a zadní strana je venku.

Kromě vysavačových pytlíků kompozitní filtr podle vynálezu se může použít, např. v ohřivaném větrání a klimatizaci (systémy HVAC, vzduchové filtry pro interiéry vozidel, vysoce účinné (tzv. „HEPA“) a čisticí pokojové filtry, domácí filtry pytlíků pro regulaci emisí, respirátory, chirurgické obličejové masky apod.). Případně se kompozitní filtry mohou použít v aplikacích s dodatečnými uhlíkovými vlákny nebo částice-obsahující vrstvou v řadě s kompozitním filtrem podle vynálezu, např. k absorbování pachů nebo toxických znečišťujících látek. Kromě toho, jisté aplikace, např. vysoce účinné a čisticí pokojové filtry mohou používat dodatečné vrstvy v řadě s kompozitním filtrem podle vynálezu. Tato dodatečná vrstva může být tvořena, např. membránou z polytetrafluorethylenu s nízkou pórovitostí laminovanou na okrajový povrch vhodné jednotné vrstvené struktury kompozitního filtru.

Vynález rovněž poskytuje způsob výroby kompozitního filtru výše uvedeného typu, který zahrnuje následující kroky:

- a) položení filtračního materiálu na podložku k vytvoření předního nespojeného pruhu,
- b) položení zadního předem nespojeného pruhu na přední pruh, a
- c) spojení pruhů k vytvoření kompozitního filtru majícího jednotnou vrstvenou strukturu.

#### Přehled obrázků na výkresech

Za účelem lepšího pochopení vynálezu je v následující části této přihlášky vynálezu uveden popis příkladů provedení vynálezu, ve kterém jsou činěny odkazy na přiložené výkresy, na kterých

obr. 1 zobrazuje řez jedním provedením kompozitního filtru podle vynálezu majícím jednotnou vrstvenou strukturu dvou pruhů,

obr. 2 zobrazuje diagram, který srovnává kompozitní filtr zobrazený na obr. 1 s kompozitním filtrem ze stavu techniky,

obr. 3 zobrazuje řez dalším provedením kompozitního filtru podle vynálezu majícím jednotnou vrstvenou strukturu tří pruhů,

obr. 4 zobrazuje řez dalším provedením kompozitního filtru podle vynálezu majícím jednotnou vrstvenou strukturu čtyř pruhů,

obr. 5 zobrazuje řez dalším provedením kompozitního filtru

podle vynálezu majícím jednotnou vrstvenou strukturu pěti pruhů,

obr. 6 zobrazuje řez dalším provedením dvoupruhového kompozitního filtru zobrazeného na obr. 1 v kombinaci s filtrační vrstvou přilehlou k tomuto kompozitnímu filtru,

obr. 7 zobrazuje řez dalším provedením třípruhového kompozitního filtru zobrazeného na obr. 3 v kombinaci s filtrační vrstvou přilehlou k tomuto kompozitnímu filtru,

obr. 8 zobrazuje řez dalším provedením čtyřpruhového kompozitního filtru zobrazeného na obr. 4 v kombinaci s filtrační vrstvou přilehlou k tomuto kompozitnímu filtru,

obr. 9 zobrazuje řez dalším provedením pětipruhového kompozitního filtru zobrazeného na obr. 5 v kombinaci s filtrační vrstvou přilehlou k tomuto kompozitnímu filtru,

obr. 10 zobrazuje řez dvoupruhovým kompozitním filtrem zobrazeným na obr. 6 a spojeným s přilehlou filtrační vrstvou adhezivní nebo ultrazvukově spojenou vrstvou,

obr. 11 zobrazuje řez třípruhovým kompozitním filtrem zobrazeného na obr. 7 spojeného s přilehlou filtrační vrstvou adhezivní nebo ultrazvukově spojenou vrstvou,

obr. 12 zobrazuje řez čtyřpruhovým kompozitním filtrem zobrazeným na obr. 8 a spojeným s přilehlou filtrační vrstvou adhezivní nebo ultrazvukově spojenou vrstvou,

obr. 13 zobrazuje řez pětipruhovým kompozitním filtrem zobrazeným na obr. 9 a spojeným s přilehlou filtrační vrstvou adhezivní nebo ultrazvukově spojenou vrstvou, a

obr. 14 zobrazuje výrobní linku pro výrobu kompozitního filtru podle výhodného provedení vynálezu.

### Příklady provedení vynálezu

V následujícím textu před popisem výhodných provedeních vynálezu jsou podrobně popsány různé filtrační materiály.

V souvislosti s níže uvedeným popisem filtračních materiálů, se provedl test DIN 44956-2 k ručení zvýšení tlakového spádu pěti rozdílných příkladů konstrukcí pytlíků vysavačů po naplnění pytlíku jemným prachem při následujících hodnotách: 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 a 2.5 g.

Test na vzduchovou propustnost po naplnění jemným prachem: Část testu DIN 44956-2 týkající se prachového zatížení je provedena při přírůstku 0,5 g z 0 na 2,5 g/(m<sup>2</sup>.s) v sedmi pytlících každého vzorku. Avšak hodnoty tlakového spádu nejsou opět zaznamenány. Maximální udržitelné hodnoty propustnosti vzduchu jsou nato stanoveny na pytlících, které měly specifické hodnoty prachového zatížení.

Standardní materiál pro filtrační pytlík vysavače (Standard Vacuum Cleaner Filter Bag Material)

Tento materiál, který je označen jako standardní papír, se tradičně používal jako jedna jediná vrstva a poskytoval prachovou filtraci a prachové omezení, rovněž pevnost a odolnost vůči abrazi, žádoucí pro pytlíky vysavačů. Tento materiál je rovněž dostatečně pevný k umožnění snadné výroby na standardních výrobních zařízeních. Tento papír je převážně složen z nebělené dřevěné celulozy s 6-7 % syntetických vláken,

jako např. polyesterová vlákna polyethyltereftalátového (PET) typu, a je vyroben procesem uložení za mokra. Standardní papír má typicky základní vlhkost přibližně 30-80 g/m<sup>2</sup> a obecně asi 50 g/m<sup>2</sup>. Vlákna PET mají typicky jemnost 1,7 dtex a délku 6-10 mm. Tento papír má vzduchovou propustnost v rozmezí přibližně 200-500 L/(m<sup>2</sup>.s) a průměrnou velikost pórů asi 30 mm. Avšak, účinnost, jak je určena testem podle normy DIN 44956-2, je pouze asi 86 %. Dalším znakem je to, že póry se rychle ucpou prachem a prachová zadržovací kapacita je dále omezena velmi malou tloušťkou papíru pouze asi 0,20 mm.

Netkaná textilie z vláken pojených pod tryskou (Spunbond Nonwoven)

Netkaná textilie z polymerních vláken pojených pod tryskou může být použita jako filtrační pruh ve struktuře. Vlákna mohou být z libovolného polymeru schopného pojení pod tryskou, jako jsou např. polyamidy, polyestery nebo polyolefiny. Základní hmotnost této netkané textilie by měla být asi 10-100 g/m<sup>2</sup> a výhodně asi 30-40 g/m<sup>2</sup>. Kromě toho tato netkaná textilie by měla mít vzduchovou propustnost asi 500-10000 L/(m<sup>2</sup>.s), měřenou podle normy DIN 53887. Tato netkaná textilie může být rovněž elektrostaticky nabita.

Řídká podkladová tkanina (mul) nebo podkladové rouno (Scrim or Supporting Fleece)

Mul se řadí k obecně lehkému papíru nebo netkanému pásu s velmi otevřenými póry. Základní hmotnost mulu je typicky asi 10-30 g/m<sup>2</sup> a často asi 13-17 g/m<sup>2</sup>. Mul někdy označovaný jako podkladové rouno má obvykle vzduchovou propustnost přibližně 500-10000 L/(m<sup>2</sup>.s). Mul se zejména používá k ochraně ostatních

pruhů nebo vrstev před abrazí. Mul rovněž může filtrovat velmi rozměrné částice. Mul rovněž libovolný pruh filtračního kompozitu může být elektrostaticky nabit a tak poskytnout materiál s vhodnými dielektrickými vlastnostmi.

Za mokra uložený materiál s vysokou prachovou kapacitou (Wet-laid High Dust Capacity Material)

Tento materiál, často označovaný jako kapacitní papír pokládáný za mokra je objemnější, tlustší a propustnější, než je standardní filtrační papír pytlíku vysavače. Tento materiál plní více funkcí. Tyto funkce spočívají v ochraně před rázovým zatížením, filtrování velkých prachových částic, filtrování značného podílu malých prachových částic, zadržování velkého množství částic za současného umožnění snadného proudění skrze tento materiál, čímž se dosáhne nízkého tlakového spádu při vysokém naplnění pytlíku částicemi, což prodlužuje dobu životnosti filtru.

Kapacitní papír pokládáný za mokra obvykle obsahuje směs celulózových vláken a syntetických vláken. Tento papír obsahuje typicky až 70 % celulózových vláken a tudíž množství syntetických vláken, jakými jsou vlákna z PET, vyšší, než je u standardního výše uvedeného papíru. Kapacitní papír má tloušťku větší, než je tloušťka standardního papíru, a to asi 0,32 mm při základní hmotnosti 50 g/m<sup>2</sup>. Rovněž velikost pórů je mnohem vyšší, což znamená, že průměrná velikost pórů může být vyšší než 160 nm. Tudíž tento papír je schopen zadržet mnohem více prachu ve svých pórech do okamžiku, než se póry ucpou. Základní hmotnost kapacitního za mokra ukládaného papíru je typicky asi 30-150 g/m<sup>2</sup> a výhodně asi 50-80 g/m<sup>2</sup>.

Kapacitní papír pokládáný za mokra má účinnost filtrace

jemných prachových částic asi 66-67 %, stanovenou podle normy DIN 44956-2. Důležitou skutečností je to, že kapacitní za mokra pokládáný papír má propustnost pro vzduch vyšší, než je propustnost pro vzduch standardního filtračního papíru. Spodní mezní hodnota propustnosti by tak měla být alespoň asi 500 L/(m<sup>2</sup>.s), více výhodně alespoň asi 1000 L/(m<sup>2</sup>.s) a nejvýhodněji alespoň asi 2000 L/(m<sup>2</sup>.s). Horní mezní hodnota propustnosti je definována hodnotou, která zajistí, že papír zfiltruje a zadrží hlavní podíl prachových částí větších než asi 10 mm. V důsledku toho, vysoce účinný filtrační materiál umístěný vzadu je schopen filtrovat a zachytávat jemné částice mnohem delší dobu před okamžikem, kdy je zjištěn značný tlakový spád přes filtr. Tudíž propustnost pro vzduch kapacitního za mokra pokládaného papíru by výhodně měla být maximálně asi 8000 L/(m<sup>2</sup>.s), výhodněji maximálně asi 5000 L/(m<sup>2</sup>.s) a nejvýhodněji maximálně asi 4000 L/(m<sup>2</sup>.s). Je tudíž zřejmé, že kapacitní za mokra pokládáný papír je zejména dobře použitelný jako vícefunkční filtrační pruh, který má být umístěn před druhý vysoce účinný filtrační pruh.

Za sucha pokládáný vysoce kapacitní prachový filtr (Dry-laid High Dust Capacity Material)

Za sucha pokládáný vysoce kapacitní materiál někdy označovaný jako „za sucha pokládáný kapacitní filtr“ nebyl používán jako filtr v pytlících vysavačů. Na sucho pokládáný papír není vytvořen z vodní kaše, avšak je vyroben technologií pokládání vzduchem a výhodně čechraným procesem. Vodíkové spojování, které hraje velkou roli v přitahování molekulových řetězců dohromady, nepůsobí při absenci vody. Tudíž při stejné základní hmotnosti za sucha pokládáný kapacitní papír je obvykle tlustší než standardní papír a za mokra pokládáný kapacitní papír. Tak např., pro typickou hmotnost 70 g/cm<sup>2</sup>



tloušťka je 0,90 mm.

Pásy za sucha pokládaného kapacitního papíru mohou být spojeny zejména dvěma způsoby. První způsob spočívá ve spojování latexem, při kterém latexové pojivo se může aplikovat z disperzí na bázi vody. Při tomto způsobu se mohou použít saturační techniky, jako např. rozprašování nebo máčení a lisování (za použití fulárového válce), následované v obou případech sušícími a vytvrzovacími procesy. Latexové pojivo může být rovněž příkládáno v diskretních vzorech, jakými jsou např. tečkované kosočtverce, šrafovací linie nebo vlnové linie, hlubotiskovým válcem, načež po tomto příkládání následuje sušení a tvrzení.

Druhý způsob spočívá v tepelném spojování, např. za použití pojivových vláken. Pojivové vlákna někdy označovaná jako „tepelně spojitelná vlákna“ jsou definována v publikaci „Nonwoven Fabric Handbook (1992)“ jako vlákna s bodem měknutí nižším, než je bod měknutí ostatních vláken v pásu. Při působení tepla a tlaku tyto vlákna působí jako adhezivo. Tyto tepelně spojitelné vlákna obvykle se zcela roztaví v místech, kde působí na pás dostatečné teplo a tlak, čímž slepí vlákna struktury dohromady v bodech křížení. Tyto vlákna mohou být tvořeny, např. vlákny z ko-polyesterových polymerů, které, když se zahřejí, slepí široké rozmezí vláknitých materiálů.

Ve výhodných provedení tepelné spojení se může provést přidáním alespoň 20 %, výhodně až 50 % dvousložkového („B/C“) do za sucha pokládaného pásu. Příklady vláken B/C jsou vlákna s jádrem z polypropylenu („PP“) a pláštěm z více tepelně citlivého polyethylenu („PE“). Termínem „tepelně citlivý“ se rozumí to, že termoplastická vlákna změknou a stanou se lepivá nebo spojitelná tepelným svarem při teplotě 3 až 5°C pod teplotou tavení. Plášťový polymer by výhodně měl mít teplotu

tavení v rozmezí asi 90 až 160°C a jádrový polymer by měl mít vyšší teplotu tavení, výhodně o alespoň asi 5°C vyšší, než je teplota tavení plášťového polymeru. Tak např. PE se taví při teplotě 121°C a PP se taví při teplotě 161 až 163°C. To napomáhá spojení za sucha pokládaného pásu, když tento pás prochází mezi styčnou linkou tepelným kalandrem nebo do průchozí vzduchové pece, dosažením tepelně spojených vláken působením slabších rázů a nižšího tlaku k produkování méně zhutnělé, více otevřené a dýchatelné struktury. Ve více výhodném provedení jádro vlákna B/C je umístěno excentricky vůči plášti. Čím více se jádro umístí blíže k jedné straně vlákna, tím pravděpodobně více se vlákno B/C zkadeří v průběhu tepelného spojování, čímž se zvýší objem za sucha pokládaného kapacitního papíru. To samozřejmě zvýší jeho prachovou zadržovací kapacitu. Tudiž v ještě dalším výhodném provedení jádro a plášť jsou umístěny ve vláknu jádro/plášť nebo vláknu B/C umístěny vedle sebe a spojení se dosáhne působením průchozí vzduchové pece. Tepelný kalandr, který by stlačil pás více, než jak tomu je při spojování v průchozí vzduchové peci, je v tomto případě méně výhodný. Ostatní kombinace polymerů, které mohou být použity ve vláknu jádro/plášť nebo vláknu B/C s jádrem a pláštěm vedle sebe zahrnují PP s ko-polyesterem, polymery s nízkými teplotami tavení, a polyester s nylonem 6. Za sucha pokládaný vysoce kapacitní pruh může být rovněž v podstatě vytvořen zcela z dvousložkových vláken. Ostatní varianty dvousložkových vláken na místo vláken plášť/jádro mohou být použity, jako např. vlákna v provedení typu „jeden vedle druhého (side-by-side)“, „ostrov v moři (islands in the sea)“, „pomeranč (orange)“, která jsou popsána v publikaci „Nonwoven Textiles, Jirsak, O., and Wadsworth, L.C., Carolina Academic Press, Durham, North Carolina, 1999“ na straně 26-29.

Obecně průměrná velikost pórů za sucha pokládaného kapacitního papíru je mezi velikostmi pórů standardního papíru

a velikostí pórů za mokra pokládaného papíru. Účinnost filtrace stanovená testem podle normy DIN 44956-2 je přibližně 80%. Za sucha pokládaný kapacitní papír by měl mít přibližně stejnou základní hmotnost a stejnou propustnost jako výše popsany za sucha pokládaný kapacitní papír, tj. v rozmezí asi 500 až 8000 L/(m<sup>2</sup>.s), výhodně asi 1000-5000 L/(m<sup>2</sup>.s) a nejvýhodněji asi 2000-4000 L/(m<sup>2</sup>.s). Za sucha pokládaný kapacitní papír má výbornou prachovou zadržovací kapacitu a má výhodu oproti za mokra pokládaným papírům, spočívající v mnohem lepší stejnorodosti, pokud jde o hmotnost a tloušťku.

Předpokládá se několik výhodných provedení za sucha pokládaného kapacitního papíru. Jedno provedení je kompozice latexem spojených načechraných celulosových vláken. To znamená, že vlákna s papírem sestávají v podstatě z načechrané buničiny. Termínem „načechraná buničina“ se rozumí netkaná komponenta filtru podle vynálezu, která je výhodně vytvořena mechanickým mletím válců nebo rolí buničiny, tj. vláknitého celulosového materiálu ze dřeva nebo bavlny, a následným aerodynamickým transportováním buničiny do strojů pro tvorbu vzduchem pokládaných a za sucha formovaných vrstev. Pro mletí buničiny se může použít Wileyův mlýn. Načechrané celulosové komponenty a za sucha uložené pruhy buničiny jsou izotropické a tudíž se vyznačují náhodnou orientací vláken ve směru všech tří ortogonálních rozměrů. To znamená, že tyto komponenty a pruhy mají velkou část vláken orientovanou ven z roviny netkaného pásu, a zejména kolmou k této rovině, ve srovnání s trojrozměrnými anizotropickými netkanými pásy. Vlákna načechrané buničiny použité ve vynálezu mají výhodně délku od asi 0,5 do 5 mm. Vlákna jsou držena pohromadě latexovým pojivem. Pojivo může být přiloženo buď ve formě prášku nebo ve formě emulze.

Pojivo je obvykle přítomno v za sucha uloženým kapacitním

papíře v rozmezí asi 10-30 % hmot. a výhodně asi 20-30 % hmot. pojiva, vyjádřeno jako sušina, vztaženo na hmotnost vláken.

Jiné výhodné provedení za sucha uloženého kapacitního papíru je tvořeno tepelně spojenou směsí načechráných celulosových vláken a alespoň jedněch vláken zvolených z množiny zahrnují z fólie řezaná vlákna a dvousložkové polymerní vlákna. Výhodněji směs načechráných celulosových vláken obsahuje načechráná celulosová vlákna a dvousložková polymerní vlákna.

#### Z fólie nařezaná vlákna (Split Film Fibers)

Z fólie nařezaná vlákna jsou v podstatě plochá, obdélníková vlákna, která mohou být elektrostaticky nabita před tím nebo potom, co jsou začleněna do kompozitní struktury vynálezu. Tloušťka z fólie nařezaných vláken může být v rozmezí 2-100  $\mu\text{m}$ , šířka může být v rozmezí od 5  $\mu\text{m}$  do 500  $\mu\text{m}$  a délka může být v rozmezí od 0,5 mm do 15 mm. Avšak výhodné rozměry z fólie jsou následující: tloušťka asi 5 až 20  $\mu\text{m}$ , šířka asi 15 až 60  $\mu\text{m}$  a délka asi 0,5 až 8 mm.

Z fólie nařezaná vlákna podle vynálezu jsou výhodně vyrobena z polyolefinů, jakými jsou např. polypropyleny. Avšak pro z fólie nařezaná vlákna kompozitních struktur podle vynálezu mohou být použity libovolné vhodné polymery. Příklady vhodných polymerů zahrnují, avšak ne výlučně, polyolefiny jako homopolymery a kopolymery polyethylenu, polytereftaláty, např. polyethylentereftalát (PET), polybutylentereftalát (PBT), polycyklohexyldimethylentereftalát (PCT), polykarbonát a polychlorotrifluorethylen (PCTFE). Ostatní vhodné polymery zahrnují nylony, polyamidy, polystyreny, poly-4-methylpenten-1, polymethylmethakryláty, polyuretany, silikony a

polyfenylensulfidy. Z fólie nařezaná vlákna mohou rovněž obsahovat směsi homopolymerů nebo kopolymerů. V této přihlášce je uveden příklad provedení vynálezu obsahující z fólie nařezaná vlákna vytvořená z polypropylenu.

Použití polypropylenových polymerů s různými molekulovými hmotnostmi a morfologiemi v laminátové fóliové struktuře vedlo k produkování fólií s dobrou rovnováhou mezi mechanickými vlastnostmi a křehkostí žádoucí k produkování z fólie nařezaných vláken. Tyto z fólie nařezaná vlákna na bázi PP mohou být rovněž následně opatřeny vhodnou úroveň zkadeření. Všechny rozměry z fólie nařezaných vláken se mohou samozřejmě měnit v průběhu výroby vláken.

Jeden ze způsobů produkce výroby nařezaných vláken je popsán v dokumentu US 4,178,157. Polypropylen se roztaví a vytlačí do fólie, která se nato vyfoukne do velké trubice (balónu), do které se zavede okolní vzduch nebo ve které se umožní přístup okolnímu vzduchu, podle konvenční vyfukovací roztahovací technologie. Naplnění balónu vzduchem slouží k ochlazení fólie a dosažení dvouosové orientace molekulové struktury polypropylenových molekulových řetězců rezultující k vyšší pevnosti. Balón se potom zbortí a fólie natáhne mezi dvě dvojice válců nebo více dvojic válců, mezi kterými se fólie drží ve styčné lince dvou kontaktních válců, mezi kterými působí tlak s proměnou velikostí. To rezultuje v dodatečné natažení ve strojovém směru, což se provede poháněním druhé skupiny válců při vyšší povrchové rychlosti, než je povrchová rychlost první skupiny válců. Výsledkem toho je rovnoměrnější orientace molekul vzhledem k fólii ve strojovém směru, které se následně stanou delším rozměrem z fólie nařezaných vláken.

Fólie může být elektrostaticky nabita před nebo po jejím

ochlazení. Ačkoliv se pro nabití fólie mohou použít různé techniky elektrostatického nabíjení, jako nejvýhodnější se ukázaly dva následující způsoby. První způsob zahrnuje vedení fólie středem mezery asi 3,8 až 7,6 cm mezi dvěma stejnosměrnými korónovými elektrodami. Při tomto způsobu se mohou použít korónové tyče s emitorovými kolíky z kovového drátu s tím, že jedna elektroda má kladný napěťový potenciál asi 20 až 30 kV a opačná elektroda má negativní napěťový potenciál asi 20 až 30 kV.

Druhý výhodný způsob používá elektrostatické nabíjecí technologie popsané v dokumentu US 5,401,446 s tím, že tyto technologie jsou v tomto dokumentu označovány jako „Tantret(tm) Technique I“ a „Technique II“. Zjistilo se, že technika „Technique II“, při které fólie je zavěšena na izolovaných válcích, když se fólii vede kolem vnitřního obvodu dvou záporně nabitých kovových plášťů s kladnými korónovými dráty na každém plášti, dodává fóliím nejvyšší napěťové potenciály. Obecně technikou „Technique II“ se jedné straně fólie nabité fólie může udělit kladné napětí 1000 až 3000 V nebo více a stejné hodnoty záporného napětí druhé straně nabité fólie. Technika „Technique I“, při které fólie jsou v kontaktu s kovovým válcem se stejnosměrným napětím -1 až -10 kV a drát mající stejnosměrné napětí +20 až +40 kV je umístěn ve vzdálenosti asi 2,5 až 5,1 cm nad negativně nabitým válcem, a při které na každou stranu fólie postupně působí nabíjecí konfigurace válec/drát, rezultuje v nižší napěťové potenciály, naměřené na površích fólií. Při technice „Technique I“ se na povrchu fólie s rovnými, avšak opačnými polaritami, na každé straně, typicky dosáhnou napětí 30 až 1500 V. Avšak nezjistilo, že vyšší povrchové potenciály dosažené technikou „Technique II“ by vedli k lepším měřitelným filtračním účinnostem pásů vyrobených z z fólie nařezaných vláken. Poněvadž je jednodušší zavést do nabíjecího zařízení a vést

fólií skrze toto zařízení při technice „Technique I“, tato technika se v současné době přednostně používá pro nabíjení fólií před řezacím procesem.

Ochlazená a natažená fólie se může za studena nebo za tepla elektrostaticky nabít. Fólie se nato současně napne a nařeže na filamenty o malé šířce, typicky až asi 50  $\mu\text{m}$ . Nařezané, ploché filamenty se potom spojí do přídního kabelu, který se zkadeří při dosažení regulovaného počtu obloučků na centimetr a nato se nařeže na požadovanou staplovou délku.

V zejména výhodném provedení za sucha uložený prachový vysoce kapacitní papír obsahuje směs všech vláken zvolených z množiny zahrnující načechraná celulosová vlákna, dvousložková polymerní vlákna a elektrostaticky nabitá z fólie nařezaná vlákna. Výhodně načechraná celulosová vlákna jsou přítomna v množství asi 5 až 85 % hmotnosti, výhodněji v množství asi 10 až 70 % hmotnosti a nejvýhodněji v množství asi 40 % hmotnosti. Dvousložková vlákna jsou výhodně přítomna v množství 10 až 60 % hmotnosti, výhodněji v množství asi 10 až 30 % hmotnosti a nejvýhodněji v množství asi 20 % hmotnosti. Elektrostaticky nabitá z fólie nařezaná vlákna jsou přítomna výhodně v množství asi 20 až 80 % hmotnosti, výhodněji v množství asi 40 % hmotnosti. Tento za sucha uložený prachový vysoce kapacitní papír se může tepelně spojit, výhodně při vysoké teplotě 90 až 160 °C, výhodněji při teplotě nižší, než je 110°C a nejvýhodněji při teplotě asi 90°C.

Smíchaná elektrostatická vlákna (Mixed Electrostatic Fibers)

Další výhodná provedení za sucha uloženého kapacitního papíru zahrnují tepelně spojený papír s 100 % smíchaných

elektrostatických vláken, směs 20-80 % smíchaných elektrostatických vláken a 20-80 % vláken B/C a směs 20-80 % smíchaných elektrostatických vláken, 110-70 % čechrané buničiny a 10-70 % vláken B/C. Filtry se smíchanými elektrostatickými vlákny jsou vyrobeny smícháním vláken se široce rozdílnými triboelektrickými vlastnostmi a vzájemným třením těchto vláken nebo třením vláken o kovové části strojů, jakými jsou např. dráty na mykacích bubnech v průběhu mykání. To vede k tomu, že se jeden typ vláken nabije kladně a záporně více než jiný typ vláken a zvýší se elektrostatické přitahování prachových částic. Výroba filtrů s těmito typy smíchaných elektrostatických vláken je popsána v dokumentu 5,470,485 a EP 0 246811.

Dokument US 5,470,485 uvádí, že filtrační materiál sestává ze směsi polyolefinových vláken (I) a polyakrylonitrilových vláken (II). Vlákná (I) jsou dvousložková vlákna PP/PE typu jádro/plášť nebo typu „jeden vedle druhého“. Vlákná II jsou prostá halogenu. Vlákná (I) rovněž mají některé halogenem substituované polyolefiny, zatímco akrylonitrilová vlákna nemají žádný halogen. Dokument uvádí, že vlákna musí být důkladně vyprána s neionogenním detergentem, alkálií, nebo ředidlem a potom opláchnuta před tím, než jsou smíchána dohromady, tak, aby neměla žádná lubrikační nebo antistatická činidla. Ačkoliv dokument uvádí, že produkovaný chomáč vláken by měl být jehlován, vlákna by rovněž mohly být nařezána na délku 5 až 20 mm a smíchána se stejně dlouhými dvousložkovými teplem spojitelnými vlákny a rovněž s vhodným přídavkem načechrané buničiny, takže za sucha uložený teplem spojitelný papír může být použit ve vynálezu.

Dokument EP 0246 811 popisuje triboelektrický účinek vzájemného tření dvou odlišných typů vláken. Dokument uvádí použití stejných typů vláken jako v dokumentu US 5,470,485



s výjimkou toho, skupiny -CN polyakrylonitrilových vláken mohou být substituovány halogenem (výhodně fluorem nebo chlorem). Po dostatečné míře substituce skupin -CN skupinou -Cl vlákno může být označováno jako modakrylové, když kopolymer obsahuje od 35 až 85 % hmotnosti akrylonitrilových jednotek. Dokument EP 0 246 811 uvádí, že poměr polyolefinu ku substituovanému akrylonitrilu (výhodně modakrylovému) může být v rozmezí od 30:70 až 80:20, vztaženo na povrchovou plochu. Stejně tak dokument US 5,470,485 uvádí, že poměr polyolefinových vláken ku polyakrylonitrilovým vláknům je v rozmezí 30:70 až 80:20, vztaženo k povrchu filtračního materiálu. Tudiž tato rozmezí poměrů polyolefinových vláken ku akrylovým nebo modakrylovým vláknům se mohou použít ve výše uvedených poměrech v tomto za sucha uloženého teplem spojeného kapacitního papíru.

#### Rouno foukané z taveniny (Meltblown Fleece)

Rouno se syntetickými polymerními vlákny foukanými z taveniny může být případně použito jako pruh mezi víceúčelovým pruhem a vysoce účinným filtračním pruhem. Pruh z rouna foukaného z taveniny zvyšuje celkovou filtrační účinnost zachycením některých částic prošlých víceúčelovým filtračním pruhem. Pruh z rouna foukaného z taveniny rovněž může být elektrostaticky nabit za účelem napomáhání filtrování jemných prachových částic. Zahrnutí pruhu z rouna foukaného z taveniny způsobuje zvýšení tlakového spádu při daném naplnění prachem ve srovnání s kompozity nemajícími pruh z rouna foukaného z taveniny.

Rouno foukané z taveniny výhodně má základní hmotnost asi 10-50 g/m<sup>2</sup> a propustnost pro vzduch asi 100-1500 L/(m<sup>2</sup>.s)  
Velmi objemný netkaný materiál foukaný z taveniny (High Bulk

Meltbown Nonwoven)

Výsledkem nedávného výzkumu směřujícímu k vyvinutí zlepšených pytlíků pro vysavače bylo vytvoření velmi objemného pásu nebo pruhu foukaného z taveniny s tím, že pás nebo pruh mohl by být použit před filtračním jakostním rounem foukaného z taveniny jako předřazený filtr namísto za mokra uloženého kapacitního papíru nebo za sucha uloženého kapacitního papíru. Velmi objemný předřazený filtr z materiálu foukaného z taveniny může být vyroben procesem foukání z taveniny za použití ochlazovacího vzduchu při teplotě asi 10°C. Naproti tomu, při výrobě pásu foukaného z taveniny se používá vzduch při okolní teplotě 35 až 45°C. Rovněž sběrná vzdálenost od výstupu hlavy stroje pro foukání z taveniny a dopravníku odebírajícího pás se zvýšila na 400 až 600 mm při procesu foukání z taveniny. U konvenční výroby pásu foukaného z taveniny je tato vzdálenost asi 200 mm. Kromě toho, netkaný materiál foukaný z taveniny je vyroben za použití nižší ztenčovací teploty asi 215-235°C namísto normální ztenčovací teploty vzduchu 280-290°C a nižší teploty taveniny asi 200-225°C ve srovnání s teplotou taveniny 260-280°C pro normální produkci filtračního jakostního rouna foukaného z taveniny. Chladnější ochlazovací vzduch, nižší ztenčovací teplota vzduchu, nižší teplota taveniny a delší sběrná vzdálenost způsobují vyšší ochlazování filamentů foukaných z taveniny. Odstraněním mletí vede k nižšímu stažení filamentů, a proto k větším průměru vláken, než bylo zjištěno v typických filtračních jakostních pásích foukaných z taveniny. Je pravděpodobné, že chladnější filamenty mají nižší schopnost spojovat se dohromady teplem, když se ukládají na sběrač. Tudiž velmi objemný netkaný materiál foukaný z taveniny by měl mít více otevřenou plochu. Dokonce se základní hmotností 120 g/m<sup>2</sup> propustnost pro vzduch velmi objemného netkaného materiálu foukaného z taveniny je 806 L/(m<sup>2</sup>.s). Naproti tomu mnohem lehčí

filtrační jakostní polypropylenový pás foukaný z taveniny (např.  $22\text{g}/\text{m}^2$ ) má maximální propustnost pro vzduch pouze  $450\text{ L}/(\text{m}^2.\text{s})$ . Účinnost filtrace velmi objemného netkaného materiálu foukaného z taveniny stanovené testem podle normy DIN 44956-2 byla 98%. Když dva velmi objemné netkané materiály foukané z taveniny jsou přiloženy k sobě na vnitřní straně pytlíku, propustnost pro vzduch byla stále  $295\text{ L}/(\text{m}^2.\text{s})$  a účinnost filtrace tohoto pásu byla 99,8 %. Velmi objemný netkaný materiál foukaný z taveniny může být nenabitý nebo případně elektrostaticky nabitý za předpokladu, že netkaný materiál je materiálem majícím vhodné dielektrické vlastnosti.

Velmi objemný netkaný materiál foukaný z taveniny podle vynálezu by měl být odlišen od filtračního jakostního materiálu foukaného z taveniny, který je rovněž použit ve vícepruhové podtlakové filtrační struktuře. Filtrační jakostní materiál foukaný z taveniny je konvenčním netkaným materiálem foukaným z taveniny, který se vyznačuje nízkou základní hmotností, typicky asi  $22\text{ g}/\text{m}^2$ , a malou velikostí pórů. Dodatečné typické znaky filtračního jakostního polypropylenového netkaného materiálu foukaného z taveniny jsou uvedeny v tabulce 1. Výhodný velmi objemný polypropylenový netkaný materiál případně obsahuje asi 5-20 % hmot. ethylenvinylacetátu. Filtrační jakostní netkaný materiál foukaný z taveniny má obecně vyšší účinnost odstranění prachu, tj. vyšší než asi 99 %.

Tabulka 1

	výhodné	výhodnější	nejvýhodnější
filtrační jakostní polypropylenový materiál foukaný z taveniny			
hmotnost, g/m <sup>2</sup>	5-100	10-50	25
tloušťka, mm	0,1-2	0,1-1	0,26
propustnost			
pro vzduch, L/(m <sup>2</sup> .s)	100-5000	100-2000	450
pevnost v tahu, MD, N	0,5-15	1-10	3,7
pevnost v tahu, CD, N	0,5-15	1-10	3,2
průměr vlákna, mm	1-15	1-5	2-3
velmi objemný poly- propylenový materiál foukaný z taveniny			
hmotnost, g/m <sup>2</sup>	30-180	60-120	80
tloušťka, mm	0,3-3	0,5-2	1,4
propustnost pro			
vzduch, L/(m <sup>2</sup> .s)	300-8000	600-3000	2000
pevnost v tahu, MD, N	1-30	2-20	10
pevnost v tahu, CD, N	1-30	2-20	9,2
průměr vlákna, mm	5-20	10-15	10-12

Pokud jde o účinnost filtrace, velmi objemný netkaný materiál foukaný z taveniny je podobný výše uvedenému za sucha uloženému papíru a za mokra uloženému papíru. Tudiž velmi objemný netkaný materiál foukaný z taveniny je dobře uzpůsoben pro izolování velkého množství velkých prachových částic a držení velkého množství prachu. V důsledku toho je velmi

objemný netkaný pruh foukaný z taveniny vhodný pro umístění do přední části filtru jako předřazený filtr pro filtrační jakostní pruh foukaný z taveniny ve vysavačové filtrační struktuře podle vynálezu.

předěný/foukaný (modulární) netkaný materiál (Spunblown (Modular) Nonwoven)

Nový typ technologie foukání z taveniny je popsán v dokumentu „Ward, G. Nonwovens World, Summer 1998“ na str. 37-40 je dostupný pro výrobu předěného/foukaného (modulárního) netkaného materiálu vhodného pro použití jako hrubého filtračního pruhu podle vynálezu. Předěný/foukaný netkaný materiál případně může být použit jako filtrační jakostní rounový pruh foukaný z taveniny, jak je tímto způsobem označován v nové struktuře. Specifikace předěného/foukaného (modulárního) netkaného materiálu je uvedena v tabulce II.

Výroba předěného/foukaného (modulárního) netkaného materiálu je obecně technika foukání z taveniny s více hrubým modulárním průvlakem a za použití chladnějšího ztenčovacího vzduchu. Tyto podmínky produkují hrubý pás foukaný z taveniny s vysokou pevností a propustností pro vzduch při srovnatelné základní hmotnosti konvenčních pásů foukaných z taveniny.

Mikrodenierový pod tryskou pojený netkaný materiál (Mikrodenier Spunbond Nonwoven)

Předěný/foukaný netkaný materiál někdy označován jako mikrodenierový předěný/foukaný materiál se rovněž může použít ve vynálezu stejným způsobem jako výše uvedený hrubý filtrační pruh nebo výše uvedený filtrační jakostní rounový pruh

z materiálu foukaného z taveniny. Specifikace mikrodenierového předeného/foukaného materiálu jsou uvedeny v tabulce II. Mikrodenierový předený/foukaný materiál se zejména vyznačuje filamenty s průměrem nižším než 12 mm, což odpovídá denieru 0,10 pro polypropylen. Pro porovnání konvenční pás z předeného/foukaného materiálu má typicky průměrný průměr filamentu 20 mm. Mikrodenierový předený/foukaný materiál může být dosažen od společnosti „Reifenhauser GmbH“ (Reicofil III), společnosti „Koby Steel, Ltd.“ (Kobe-Kodoshi Spunbond Technology) a společnosti „Ason Engineering, Inc. Ason“ (Ason Spunbond Technology).

Tabulka II

	výhodné	výhodnější	nejvýhodnější
předený/foukaný (modulární) materiál			
hmotnost, g/m <sup>2</sup>	10-150	10-50	28
tloušťka, mm	0,2-2	0,2-1,5	0,79
propustnost			
pro vzduch, L/ (m <sup>2</sup> .s)	200-4000	300-3000	1200
pevnost v tahu, MD, N	10-60	15-40	43
pevnost v tahu, CD, N	10-50	12-30	32
průměr filamentu, μm	0,6-20	2-10	2-4
mikrodenierový pod tryskou pojený polypropylenový materiál (Ason, Kobe-Kodoshi, Reicofil III)			
hmotnost, g/m <sup>2</sup>	10-50	20-30	17
tloušťka, mm	0,1-0,6	0,15-0,5	0,25
propustnost pro vzduch			
L/ (m <sup>2</sup> .s)	1000-10000	2000-6000	2500
pevnost v tahu, MD, N	10-100	20-80	50
pevnost v tahu, CD, N	10-80	10-60	40
průměr vlákna	4-18	6-12	10

### Příklady provedení vynálezu

Příklady provedení vynálezu jsou schématicky zobrazeny na obr. 1,3 až 13 a podrobně popsány v následujícím textu. Na těchto obrázcích je směr proděni vzduchu znázorněn šipkou A.

Obr. 1 zobrazuje jednotný kompozitní filtr 36 vyrobený ze dvou pruhů. Přední pruh 37 (hrubá vzduchová strana) je tvořen za sucha uloženým čechraným celulosovým kapacitním pruhem s hmotností v širokém rozmezí 10-150 g/m<sup>2</sup>, typicky v rozmezí 20-80 g/m<sup>2</sup>, a hmotností výhodně 75 g/m<sup>2</sup>. Čechraná celulosová vrstva tvořící přední pruh 37 má rozdílné směsi celulosových vláken a dvousložkových vláken (B/C). Dvousložková vlákna obsahují 60 % polyethylenových vláken a 40 % polypropylenových vláken. Zadní pruh 38 je tvořen vysoce účinnou komponentou foukanou z taveniny s hmotností 5-100 g/m<sup>2</sup>, výhodně 24 g/m<sup>2</sup>. Je nutné poznamenat přední pruh 37 a zadní pruh 38 s rozdílnými složeními se stýkají při stykové ploše 36A. Tato styková plocha je odlišná od stykové plochy v laminátu dvou předem spojených vrstev ve vícevrstevném kompozitu. Kvůli skutečnosti, že k vytvoření struktury kompozitního filtru 36 není žádoucí formování předem spojené vrstvy, alespoň jeden pruh z množiny zahrnující přední pruh 37 a zadní pruh 38 může být dostatečně tenká, a to tak tenká, že by nemohla být vytvořena jako samonosný pás, který má být vložen jako vrstva do konvenčního vícevrstvého kompozitu.

Přední pruh má absolutní objem pórů 21,4 cm<sup>3</sup>/g a zadní pruh 7,7 cm<sup>3</sup>/g, což vede k poměru absolutních objemů pórů RAPV= 2,78. Absolutní pokrytí vlákny APFC, tj. jednotková plocha, která je pokryta vlákny, při pohledu vedeném kolmo na pruh, předního pruhu APFC= 97,7 %. Hodnota APFC zadního pruhu je 99,3 %.



K optimalizování prachové zadržovací kapacity je dosažen poměr průměrného průměru pórů předního pruhu ku průměrnému průměru zadního pruhu rovný 6,21, přičemž průměrný průměr pórů předního pruhu je 87  $\mu\text{m}$  a průměrný průměr pórů zadního pruhu je 14  $\mu\text{m}$ .

Za účelem dosažení výše uvedených hodnot RAPV a APFC přední pruh má tloušťku 1,7 mm, zdánlivou hustotu 0,044  $\text{g}/\text{cm}^3$  a relativní objem póru 94,4 %. Přední pruh má tloušťku 0,21 mm, zdánlivou hustotu 0,11  $\text{g}/\text{cm}^3$  a relativní objem pórů 87,4 %. Rozumí se, že tyto hodnoty jsou pouze příklady a tudíž že uvedené hodnoty RAPV a APFC je možné dosáhnout rozdílnou tloušťkou, rozdílnou zdánlivou hustotou a rozdílným relativním objemem pórů.

Obr. 2 zobrazuje graf závislosti vysoce zlepšeného tlakového spádu skrze filtr na množství prachu zfiltrovaného kompozitním filtrem. Horní křivka zastupuje kompozitní filtr s výše uvedenými charakteristikami. Spodní křivka zastupuje filtr ze stavu techniky obsahující předený/foukaný materiál jako přední pruh a z taveniny foukaný materiál jako zadní pruh. Přední pruh filtru ze stavu techniky má absolutní objem pórů 6,9  $\text{cm}^3/\text{g}$  a zadní pruh filtru ze stavu techniky má absolutní objem pórů 8,1  $\text{cm}^3/\text{g}$ , což vede k poměru absolutních objemů pórů RAPV = 0,85. Absolutní pokrytí vlákny předního pruhu APFC je 69,3 %. APFC spodního pruhu je 92,3 %.

Další provedení (není zobrazeno) má stejnou strukturu, jako je struktura příkladu provedení zobrazeného na obr. 1. Avšak toto další provedení obsahuje přední pruh ve formě za sucha uloženého načechraného celulosového kapacitního pruhu s hmotností 50  $\text{g}/\text{m}^2$ . Tento načechraný celulosový pruh má odlišnou směs načechraných vláken a dvousložkových vláken (B/C). Dvousložková vlákna obsahují 60 % polyethylenu a 40 %

polypropylenu. Zadní pruh má vysoce účinnou komponentu foukanou z taveniny s hmotností  $24 \text{ g/m}^2$ . Přední pruh má absolutní objem pórů  $22,7 \text{ cm}^3/\text{g}$  a zadní pruh má absolutní objem pórů  $7,7 \text{ cm}^3/\text{g}$ , což rezultuje v poměr absolutních objemů pórů  $\text{RAPV} = 2,95$ . Absolutní pokrytí vlákný předního pruhu APFC je  $99,9 \%$ . Hodnota APFC zadního pruhu je  $99,3 \%$ .

K optimalizování prachové zadržovací kapacity se uskuteční poměr průměrného průměru předního pruhu ku průměrnému průměru zadního pruhu rovný  $5,93$ , přičemž průměrný průměr pórů předního pruhu je  $83 \text{ }\mu\text{m}$  a průměrný průměr pórů zadního pruhu je  $14 \text{ }\mu\text{m}$ .

Za účelem dosažení hodnot RAPV a APFC přední pruh má tloušťku  $1,2 \text{ mm}$ , zdánlivou hustotu  $0,042 \text{ g/cm}^3$  a relativní objem pórů  $94,7 \%$ . Zadní pruh má tloušťku  $0,21 \text{ mm}$ , zdánlivou hustotu  $0,11 \text{ g/cm}^3$  a relativní objem pórů  $87,4 \%$ .

V dalším nezobrazeném příkladu provedení přední pruh obsahuje z fólie nařezaná vlákna a smíchaná elektrostatická vlákna. Z fólie nařezaná vlákna a smíchaná elektrostatická vlákna nejsou použita ve všech variacích předního pruhu, avšak alespoň  $10\%$  a výhodně alespoň  $20\%$  vláken B/C nebo ostatních typů teplem spojitelných vláken by mělo být použito k dosažení přiměřeného tepelného spoje. Obecně alespoň  $10 \%$  a výhodně  $20 \%$  načechraných vláken je použito pro zlepšení krytí a zlepšenou účinnost filtrace. Tento pruh může být prostý vláken B/C nebo ostatních typů teplem spojitelných vláken, když je použito latexové pojivo.

Obr. 3 zobrazuje jednotný kompozitní filtr 39 sestávající ze tří pruhů. První pruh 40 je tvořen hrubou za sucha uloženou komponentou vyrobenou ze  $100 \%$  vláken B/C. Tento první pruh slouží zejména jako předřazený filtr a chrání zadní filtrový

materiál. Nejširší rozmezí hmotnosti je 10-100 g/m<sup>2</sup>, typické rozmezí hmotnosti je 20-80 g/m<sup>2</sup> a výhodná hmotnost 50 je g/m<sup>2</sup>. Přední pruh 41 je tvořen za sucha uloženou načechranou celulosovou kapacitní komponentou uvedenou ve výše uvedených provedeních. Zadní pruh 42 je tvořen vysoce účinným filtračním materiálem foukaným z taveniny nebo materiálem s vlákny o velmi jemném průměru, jakým je např. předený/foukaný modulární netkaný materiál nebo Mikrodenierový pod tryskou pojený netkaný materiál.

Obr. 4 zobrazuje jednotný kompozitní filtr 43 vytvořený ze čtyř pruhů materiálu. První pruh 44 je tvořen za sucha pokládaným čechraným celulosovým materiálem se 100 % podílem vláken B/C. Nejširší hmotností rozmezí je 10-100 g/m<sup>2</sup> a cílová hmotnost je 50 g/m<sup>2</sup>. Přední pruh 45 je tvořen za sucha uloženým čechraným celulosovým kapacitním pruhem popsaným ve výše uvedených příkladech provedení. za sucha uloženým čechraným celulosovým kapacitním pruhem popsaným ve výše uvedených příkladech provedení. Alternativně přední pruh 45 může obsahovat alespoň 10 % a výhodně alespoň 20 % vláken B/C, 10 % a výhodně alespoň 20 % celulosových vláken a může obsahovat měnící se množství nabitých nebo nenabitých z fólie nařezaných vláken. Přední pruh 45 může obsahovat proměnné množství smíchaných elektrostatických vláken. Alespoň 10 % a výhodně alespoň 20 % vláken B/C nebo jiných typů teplem spojitelných vláken by mělo být použito k dosažení přiměřeného tepelného spoje. Obecně alespoň 10 % a výhodně alespoň 20 % celulosových vláken je použito pro lepší krytí a lepší účinnost. Tento pruh může být prostý vláken B/C nebo ostatních typů teplem spojitelných vláken, když je použito latexové pojivo. Zadní pruh 46 obsahuje filtrační materiál foukaný z taveniny popsaný ve výše uvedených příkladech provedení. Vnější pruh 47 je tvořen za sucha uloženým čechraným celulosovým materiálem sestávajícím ze vzduchem uložených celulosových vláken a

vláken B/C.

Obr. 5 zobrazuje unitární kompozitní filtr 48 zhotovený z pěti pruhů materiálu. První pruh 49 je tvořen za sucha uloženým čechraným celulosovým materiálem se 100 % podílem vláken B/C. Nejširší hmotnostní rozmezí je 10-100 g/m<sup>2</sup>, typická hmotnost je 20-80 g/m<sup>2</sup> a cílová hmotnost je 50 g/m<sup>2</sup>. Přední pruh 50 je tvořen výše uvedenou za sucha uloženou čechranou celulosovou kapacitní komponentou. Komponenta 51 obsahuje uhlíkové granule nebo uhlíková vlákna k absorbování pachů a k vyjmutí znečišťujících látek a toxických plynů ze vzduchu. Komponenta 52 je tvořena vysoce účinným filtračním materiálem foukaným z taveniny popsaným ve výše uvedených materiálech. Komponenta 53 je za sucha uloženým čechraným celulosovým materiálem sestávajícím ze vzduchem uložených celulosových vláken a vláken B/C.

Obr. 6 zobrazuje jednotný kompozitní filtr 54 o stejné konstrukci, jako je konstrukce zobrazená na obr. 1. Tato konstrukce sestává ze dvou pruhů 55,56, které jsou spojeny s nosnou vnější vrstvou 57 obsahující papír, mul nebo netkaný materiál s hmotností v rozmezí od 10-100 g/m<sup>2</sup>.

Obr. 7 zobrazuje jednotný kompozitní filtr 58 se stejnou konstrukcí, jako je konstrukce zobrazená na obr. 3. Tato konstrukce sestává ze tří pruhů 59, 60 a 61 spojených s vnější vrstvou 62 obsahující papír, mul nebo netkaný materiál s hmotností v rozmezí 10-100 g/m<sup>2</sup>.

Obr. 8 zobrazuje jednotný kompozitní filtr 63 s konstrukcí, která je stejná, jako je konstrukce zobrazená na obr. 4, a sestává ze čtyř pruhů 64 až 67 spojených s vnější vrstvou 68 obsahující papír, mul nebo netkaný materiál s hmotností 10-100 g/m<sup>2</sup>.

Obr. 9 zobrazuje jednotný kompozitní filtr 69 s konstrukcí, která je stejná, jako je konstrukce zobrazená na obr. 5, a sestává z pěti pruhů 71-75 spojených s vnější vrstvou 76 obsahující papír, mul nebo netkaný materiál s hmotností 10-100 g/m<sup>2</sup>.

Obr. 10 zobrazuje laminát jednotného kompozitního filtru 77 s konstrukcí, která je stejná, jako je konstrukce zobrazená na obr. 1, a sestává ze dvou pruhů 78,79 spojených s nosnou vnější vrstvou 81 obsahující papír, mul nebo netkaný materiál s hmotností v rozmezí od 10-100 g/m<sup>2</sup>, přičemž vnější vrstva je spojena lepidlem nebo adhezivem 80, které může být tvořeno latexovým pojivem nebo adhezivo na bázi horké taveniny.

Obr. 11 zobrazuje laminát jednotného kompozitního filtru 82 s konstrukcí, která je stejná, jako je konstrukce zobrazená na obr. 3, a sestávající ze tří pruhů 83 až 85 spojených s vnější vrstvou 87 tvořenou papír, mul nebo netkaný materiál s hmotností v rozmezí 10-100 g/m<sup>2</sup>, přičemž vnější vrstva je připojena lepidlem nebo adhezivem 86.

Obr. 12 zobrazuje laminát jednotného kompozitního filtru 87A s konstrukcí, která je stejná, jako je konstrukce zobrazená na obr. 4, a sestává ze čtyř pruhů 88 až 91 spojených s vnější vrstvou 93 tvořenou papírem, mulem nebo netkaným materiálem s hmotností 10-100 g/m<sup>2</sup>, přičemž vnější vrstva je spojena lepidlem nebo adhezivem 92.

Obr. 13 zobrazuje laminát jednotného kompozitního filtru 94 s konstrukcí, která je stejná, jako je konstrukce zobrazená na obr. 5, a sestává z pěti pruhů 95-99 spojených s vnější vrstvou 101 tvořenou papírem, mulem nebo netkaným materiálem s hmotností 10-100 g/m<sup>2</sup>, přičemž vnější vrstva je připojena lepidlem nebo adhezivem 100. Tam, kde na obr. 10-13 je

zobrazeno spojení mezi vrstvami, konvenční mezivrstvové spojovací techniky, jakou je např. ultrazvukové spojování, mohou být použity na místo výše uvedeného spojování lepidlem/adhezivem nebo ve spojení s výše uvedeným spojováním lepidlem/adhezivem.

Výrobní linka pro výrobu provedení nového kompozitního filtru, obsahujícího jednotnou vrstevnou strukturu z kompozice foukané z taveniny a čechrané celulosové kompozice, je zobrazeno na obr. 14. Proces realizovaný uvedeným zařízením poskytuje produkt laminovaný s mulem, papírem nebo netkaným materiálem k umožnění manipulace, skládání nebo balení. Je rovněž možné poskytnout nelaminovaný kompozitní filtr nahrazením mulu, papíru nebo netkaného materiálu nosným dopravním pásem k nesení předem nespojených pruhů v průběhu procesu. Konečný jednotný kompozitní filtr sestává z alespoň ze dvou pruhů, ačkoliv každý pruh může obsahovat více než jeden typ vlákna nebo jiných výše popsaných materiálů, a obvykle sestává ze tří až pěti pruhů, které jsou teplem nebo latexem spojeny. Elektrostatické nabíjení kompozitního filtru je výhodně učiněno v provozní lince Tanretovým „studným“ elektro-statickým nabíjecím procesem, ačkoliv vlákna foukaná z taveniny mohou být ve výrobní lince nabita za tepla po vytlačení z průvlaku pro foukání z taveniny. Rovněž z fólie nařezaná vlákna, která byla elektrostaticky nabita v průběhu jejich výroby, mohou být zavedena aplikátory FP-aplikátory. Kromě toho, smíchaná elektrostatická vlákna, které mají opačné polaritu po jejich vzájemném třením kvůli rozdílným triboelektrickým vlastnostem, mohou být zabudována do kompozitu FP-aplikátory.

Následující text se vztahuje k obr. 14. Na počátečním konci výrobní linky je umístěna případná odvíječka 1 pro umožnění zavedení případného nosného pásu 2, který může být

tvořen mulem, papírem nebo netkaným materiálem. Komponenty 1,2,4 a 5 jsou použity pouze v případě, že jednotný kompozitní filtr podle vynálezu je laminován s mulem, papírem nebo netkaným materiálem k umožnění manipulování, skládání nebo balení. Dopravníkový pás 3 probíhá po celé délce výrobní linky, avšak rovněž může být rozdělen do kratších úseků s tím, že jeden úsek dopravníkového pásu přepravuje sestavu pruhů na následující úsek dopravníkového pásu žádoucího v procesu výroby filtru. Rovněž na počátečním konci výrobní linky se nachází případný aplikátor 4 adheziva pro vydávání adheziva 5 ve formě lepidla nebo horké adhezivní taveniny. Toto stanoviště pro aplikaci adheziva může být použito, když je to žádoucí pro sériové laminování nosné vrstvy k jednotné vrstvené struktuře nového kompozitu.

Avšak je nutné upozornit na to, že aplikátor 4 není určen pro předběžné spojení pruhů uvnitř vrstvené struktury.

Jak je to zobrazeno na obr. 14, výrobní linka zahrnuje alespoň jeden výhodně dva FP-aplikátory 6 a 8. Primární funkcí FP-aplikátorů a začátku výrobní linky je produkování a ukládání za sucha uložených pruhů 7 a 9 na případný adhezivní pruh 5 nebo na dopravní pás 3, když případná nosná vrstva 2 a adhezivní pruh 5 nejsou použity. Za sucha uložené pruhy 7 a 9 mohou mít stejné nebo rozdílné složení a vlastnosti k tomu, aby splňovaly požadavky konečného produktu. V každém ohledu úkolem pruhů 7 a 9 je primárně nést a chránit z taveniny foukané nebo stran filtračního materiálu příbuzné pruhy 12 a 14. V zobrazeném provedení čechrané celulosové pruhy 7 a 9 se primárně sestávají z celulosových a dvousložkových vláken B/C. Rovněž mohou být použity rozdílné typy vláken B/C, jak je to popsáno ve výše uvedeném textu. Např., výhodný typ má jádro z vlákna o vyšší teplotě tavení, jakým je např. polypropylenové vlákno, a plášť z vlákna s nižší teplotou

tavení, jakou je např. polyethylenové vlákno. Ve výhodných provedeních pruh 7 obsahuje 50% celulosových vláken a 50 % dvousložkových vláken B/C a pruh 9 obsahuje 25 % celulosových vláken a 75 % dvousložkových vláken. Když latexové pojivo není aplikováno v sekci 23, potom by mělo být použito alespoň 20 % dvousložkových vláken nebo ostatních typů teplem spojitelných vláken. Naopak, když latexové pojivo je postupně aplikováno v sekci 23 a 27, potom 100 % celulosových vláken může být aplikováno hlavicemi FP-aplikátorů 6 a 8. Rovněž je možné aplikovat 100 % dvousložkových vláken B/C z FP-aplikátoru 6 nebo aplikátorů 8 nebo z obou FP-aplikátorů 6 a 8.

V rámci dodatečných provedení na místo 100 % dvousložkových vláken B/C až 80 % těchto vláken se může nahradit jednosložkovými pravidelnými staplovými vlákny z polypropylenu, polyethylenu, polyamidu a ostatními vlákny nebo teplem spojitelnými vlákny, které mohou být aplikovány z hlavic FP-aplikátorů 6,8,15,18 a 20. Na místo vláken B/C se rovněž může použít mnoho typů teplem spojitelných vláken, které se mohou úplně roztavit a jsou rovněž známé jako „tavná vlákna“, s výjimkou komponent za sucha uložených pruhů, kde by bylo použito 100 % vláken B/C.

Obr. 14 rovněž zobrazuje případné lisovací ústrojí 10, které snižuje tloušťku pásu a zvyšuje vzájemnou adhezi vláken čechraných celulosových pruhů 7 a 9. Je nutné upozornit na to, že extenzivní předběžné spojování typicky používané k oddělené produkci vrstev není cílem případného lisování použitého v tomto inventivním linkovém procesu. Lisovací ústrojí 10 může být tvořeno kalandrem, který se může nebo nemusí ohřát. Filtrační materiály foukané z taveniny nebo příbuzné filtrační materiály 12,14 mohou být uloženy jedním nebo více průvlaky 11,13 pro foukání z taveniny na čechrané celulosové pruhy 7,9. Primární funkcí komponenty foukané z taveniny spočívá v tom,



že slouží jako vysoce účinný filtr, to znamená, že zachytává velký procentický podíl částic o malé velikosti (méně než asi 5  $\mu\text{m}$ ). Specifikace filtračního jakostního materiálu foukaného z taveniny a příbuzných filtračních materiálů s velmi malým průměrem vlákna je uvedena v tabulce 1.

Výrobní linka může zahrnovat alespoň jeden nebo více průvlaků 11 a/nebo jeden nebo více aplikátorů jemných denierových vláken (vláken s velmi malým průměrem), označovaných jako X-aplikátory. Tak např., když se použijí dvě identické jednotky pro foukání z taveniny, potom jednotky 11 a 13 mohou být stejné. Ostatní variace, které spadají do rozsahu vynálezu, mají první jednotku jako modulární systém předení/foukání nebo mikrodenierový systém pojení pod tryskou k vytvoření filtračního gradientu filtrů s vysokou účinností hrubší/jemnější. Další variace spočívá v použití jednoho nebo více modulárních systémů předení/foukání nebo mikrodenierových systémů pojení pod tryskou v tandemu. Ještě další variace spočívá v použití nejprve mikrodenierového systému pojení pod tryskou a nato předěného/foukaného systému.

Dalším zařízením výrobní linky zobrazené na obr. 14 je další FP-aplikátor 15, který ukládá foukaný celulosový pás na pruh 14 (nebo na pruh 12, když druhý z taveniny foukaný pruh 13 není obsažen). Nato předem nespojená sestava pruhů s pruhem 16 umístěným nejvýše se vede skrze další případné lisovací ústrojí 17. Další meziproduct se vede pod jednou nebo více dodatečnými FP-jednotkami 18,20. Hlavice 15,18 FP-aplikátoru zabudovávají za sucha ukládaný kapacitní pruh do struktury. FP-aplikátor 20 je primárně navržen k produkování velmi otevřeného (tj. objemného) čechraného celulosového materiálu pro dosažení prachové zadržovací kapacity spíše, než produkování filtru. Velmi otevřený čechraný celulosový pruh 21 se výhodně produkuje ze 100 % dvousložkových vláken B/C nebo

směsí vláken B/C s poměrem vláken B/C ku buničině vyšším, než se obvykle používá k produkování hrubých předřazených filtračních čechraných celulosových pruhů. Jeden z pruhů 16,19 nebo oba pruhy 16,19 mohou rovněž obsahovat z fólie nařezaná vlákna a smíchaná elektrostatická vlákna. Když se v čechraných celulosových pruzích 16 a 19 nepoužijí žádná vlákna B/C nebo žádné další typy teplem spojitelných vláken, potom latexové pojivo by se mělo použít v jednotkách 23,27 ke spojení pruhů. Když vlákna B/C nebo další typy teplem spojitelných vláken se zabudovávají v obou hlavicích 15 a 18 FP-aplikátorů, potom se latexové pojivo rovněž může aplikovat v jednotkách 23 a 27. Meziprodukt s pruhem 21 umístěným nejvýše, se potom skrze další lisovací ústrojí 22, a tudíž skrze sekci produkční linie, ve které na předtím volné, nespojené pruhy působí jeden nebo více spojovacích procesních stupňů, které jsou kumulativně účinné k vytvoření jednotné vrstvené struktury kompozitního filtru. Výhodně všechny filtrační komponenty, které se zabudují do jednotné vrstvené struktury, se zabudují do meziproduktu ve stupni před spojením pruhů dohromady.

Jak je to znázorněno na obr. 14, spojovací kroky se uskutečňují na začátku zobrazeného provedení latexovým pojivem 24, které se aplikuje aplikátorem 23. Latexové pojivo se může rozprašovat z kapalně disperze nebo emulze, natírat dotykem dvou válců nebo hlubotiskovým válcem, nebo rozprašovat jako suchý prášek na podložku a potom teplem spojit. Latexové pojivo rovněž slouží jako těsnicí materiál, který minimalizuje množství prachu, které proniká z vnějších povrchů FP-pruhu. Po přidání latexového pojiva při aplikátoru 23, se meziprodukt vede skrze ohřívací jednotku 25, která vysuší a vytvrdí latexové pojivo ke spojení kompozitu. Ohřívací jednotka může být tvořena ohřívacím kalandrem nebo infračervenou, mikrovlnou nebo konvenční pecí. Rovněž se může použít kombinace těchto zařízení. Výhodně se použije průchozí vzduchová pec. Když

vlákna B/C nebo ostatní typy teplem spojitelných vláken jsou přítomny v meziprojektu, potom pece 25 a 29 mohou sloužit k tepelnému spojení těchto vláken pro pokračování ve spojování a vytváření jednotné struktury.

Z pece 25 se meziprojekt ochladí systémem 26 a nato se aplikuje druhé latexové pojivo při rozprašovací jednotce 27. Rozprašovací jednotka 27 je vůči dráze vedení meziprojektu uspořádána tak, že aplikuje latexové pojivo na stranu opačnou k první aplikaci. Meziprojekt, obsahující druhé latexové pojivo 28, potom prochází skrze druhou průchozí vzduchovou pec 29 a skrze další chladicí sekci 30. Zcela spojená kompozitní fólie, mající jednotnou vrstvenou strukturu, se nabije ve studené elektrostatické nabíjecí stanici 31, tvořené výhodně systémem Tantret J. Nakonec se kompozitní fólie 32 rozřeže na žádoucí šířku nebo více šířek na podélné řezačce 33 a navine se navíječkou 34. Ačkoliv v zobrazeném provedení se elektrostatické nabíjení uskutečňuje na konci výrobního procesu, předpokládá se, že nabíjení může být provedeno ve stupni před aplikací latexového pojiva za předpokladu, že pojivo a následné výrobní kroky značně neodvedou náboj z meziprojektu.

## P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Kompozitní filtr pro filtrování proudu okolního vzduchu obsahující alespoň jeden předem nespojený přední pruh a jeden předem nespojený zadní pruh, v y z n a č e n ý t í m, že poměr absolutní hodnoty objemu pórů předního pruhu a absolutní hodnoty objemu pórů zadního pruhu  $RAPV$  je  $RAPV > 2$  a absolutní pokrytí vlákny předního pruhu a zadního pruhu  $APFC$  je  $APFC > 95$  %.
2. Kompozitní filtr podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m, že poměr průměrné hodnoty průměrů pórů předního pruhu a průměrné hodnoty průměrů pórů zadního pruhu  $RPD$  je  $4 < RPD < 10$ .
3. Kompozitní filtr podle nároku 2, v y z n a č e n ý t í m, že průměrná hodnota průměrů pórů předního pásu  $PDU$  je  $PDU > 60$   $\mu\text{m}$ , výhodně  $80 \mu\text{m} < PDU < 200 \mu\text{m}$ .
4. Kompozitní filtr podle některého z nároků 1 až 3, v y z n a č e n ý t í m, že přední pruh má relativní objem pórů  $RPVU > 94$  %, výhodně  $RPVU > 96$  %, zdánlivou hustotu  $ADU < 0,05$   $\text{g}/\text{cm}^3$  a tloušťku  $D$  v rozmezí  $0,5 \text{ mm} < D < 2,5 \text{ mm}$ .
5. Kompozitní filtr podle nároku 4, v y z n a č e n ý t í m, že zadní pruh má relativní objem pórů  $RPVD$ , který je nižší než hodnota  $RPVU$ , zdánlivou hustotu  $ADD$  v rozmezí  $0,07 \text{ g}/\text{cm}^3 < ADD < 0,14 \text{ g}/\text{cm}^3$ , a tloušťku  $D$  v rozmezí  $0,1 \text{ mm} < D < 0,4 \text{ mm}$ .
6. Kompozitní filtr podle některého z nároků 1 až 5, v y z n a č e n ý t í m, že přední pruh obsahuje vlákna, mající délku v rozmezí  $0,1 \text{ mm}$  až  $3,0 \text{ mm}$ .

7. Kompozitní filtr podle nároku 6, v y z n a č e n ý t í m, že orientace vláken ve směru proudu v předním pruhu je lepší, než je orientace vláken v zadním pruhu.
8. Kompozitní filtr podle některého z nároků 1 až 7, v y z n a č e n ý t í m, že přední pruh má prachovou retenci DR vůči prachovým částicím s průměrem odpovídajícím průměrné hodnotě průměru pórů zadního pruhu  $DR > 99 \%$ .
9. Kompozitní filtr podle některého z nároků 1 až 8, v y z n a č e n ý t í m, že přední pruh obsahuje za sucha uložená, teplem spojitelná, dvousložková nebo jednosložková polymerní vlákna a zadní pruh obsahuje vlákna foukaná z taveniny.
10. Kompozitní filtr podle nároku 9, v y z n a č e n ý t í m, že přední pruh má složení zvolené z množiny obsahující 100 % hmot. dvousložkových polymerních vláken, směs alespoň asi 10 % hmot. dvousložkových polymerních vláken s komplementárním množstvím přírodních vláken, staplových vláken nebo jejich směsí, a směs alespoň asi 10 % hmot. jednosložkových polymerních teplem spojitelných vláken s komplementárním množstvím čechraných celulosových vláken, staplových vláken nebo jejich směsí.
11. Kompozitní filtr podle nároku 10, v y z n a č e n ý t í m, že dvousložková polymerní vlákna mají plášť z jednoho polymeru a jádro z druhého odlišného polymeru, majícího teplotu tavení vyšší, než je teplota tavení prvního polymeru.
12. Kompozitní filtr podle nároku 11, v y z n a č e n ý t í m, že jádro je z polypropylenu a plášť je z polyethylenu.
13. Kompozitní filtr podle nároku 12, v y z n a č e n ý

t í m, že jádro je uspořádáno excentricky vzhledem k plášti.

14. Kompozitní filtr podle nároku 9, v y z n a č e n ý t í m, že přední pruh dále obsahuje alespoň jedno vlákno z množiny zahrnující nenabitá z fólie nařezaná vlákna, nabitá z fólie nařezaná vlákna a smíchaná elektrostatická vlákna.

15. Pytlík vysavače obsahující kompozitní filtr podle některého z předcházejících nároků.

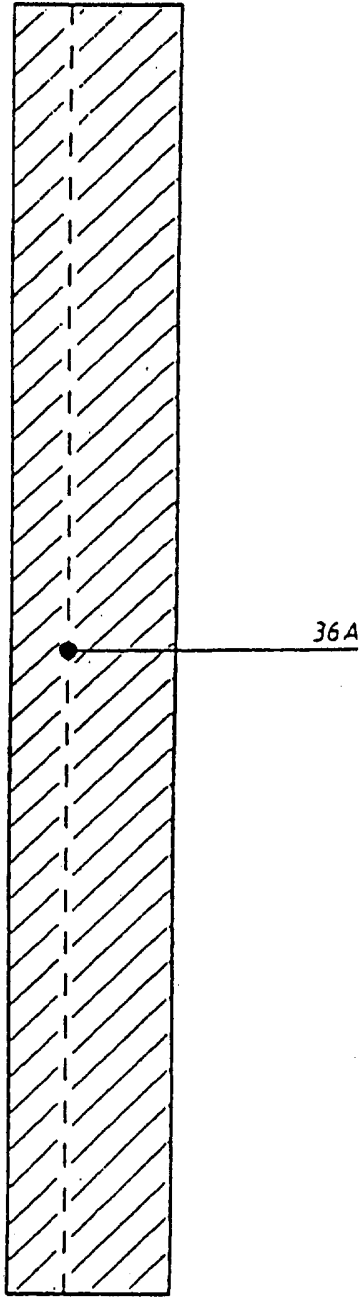
16. Způsob výroby kompozitního filtru podle některého z nároků 1 až 14, v y z n a č e n ý t í m, že zahrnuje krok uložení filtračního materiálu na podložku k vytvoření předního předem nespojeného pruhu, krok uložení zadního předem nespojeného pruhu na přední pruh, a krok spojení pruhů k vytvoření kompozitního filtru, majícího jednotnou vrstvenou strukturu.

17. Kompozitní filtr vyrobený způsobem podle nároku 16.

18. Pytlík vysavače obsahující kompozitní filtr vyrobený způsobem podle nároku 16.

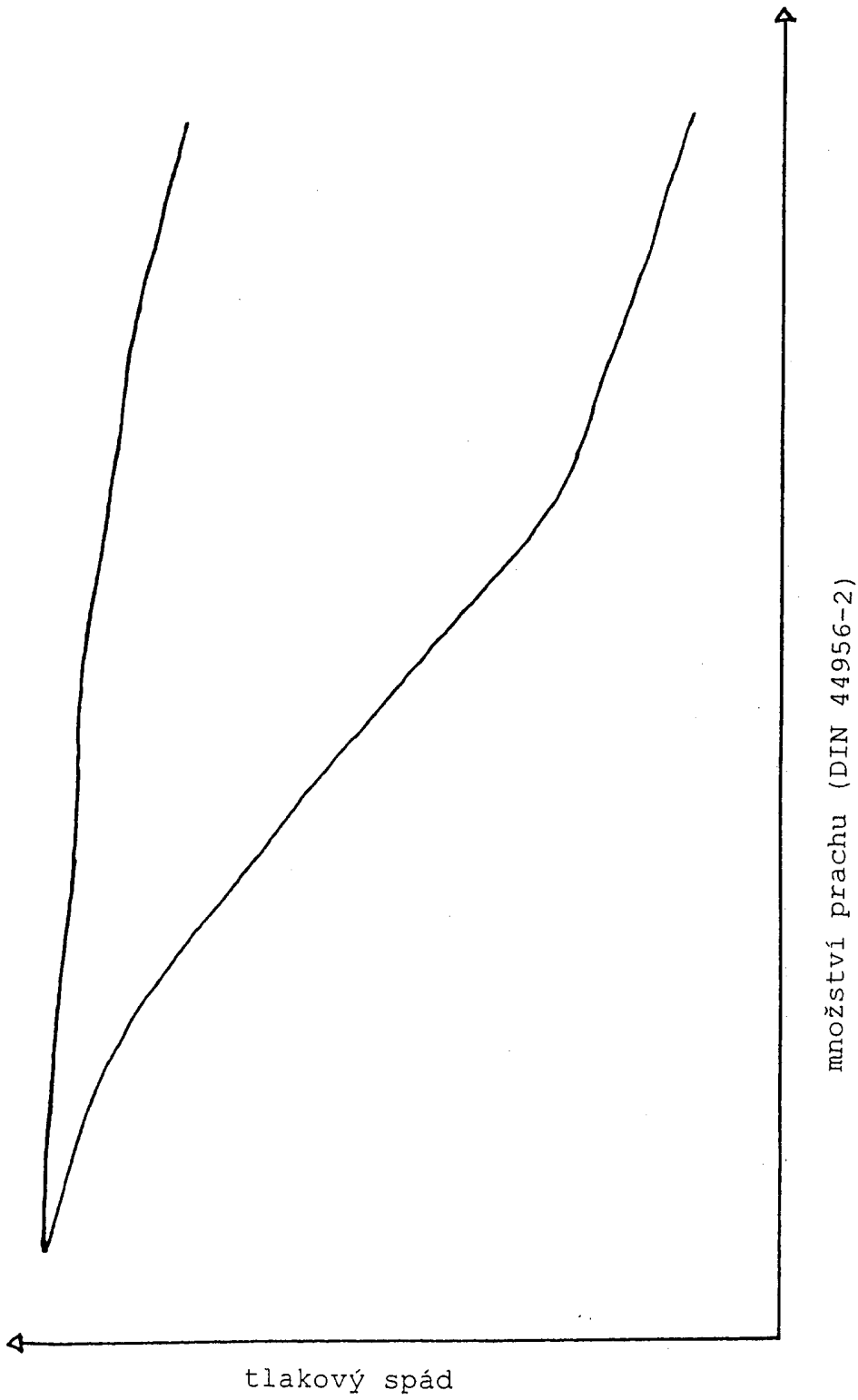
**Zastupuje:**

36



38 37

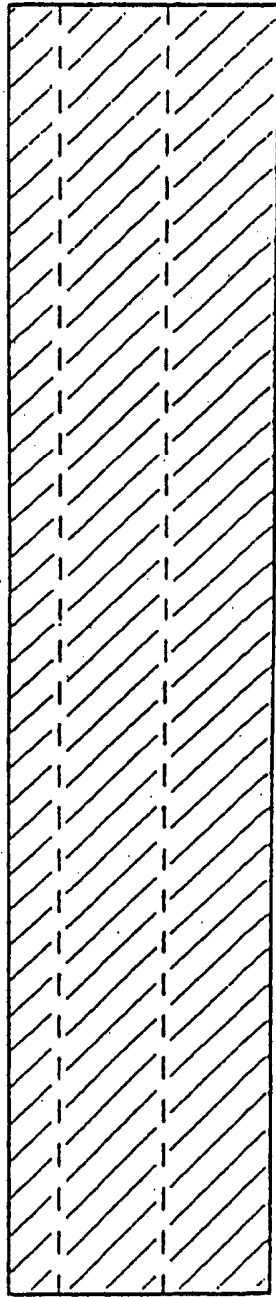
OBR. 1



OBR. 2



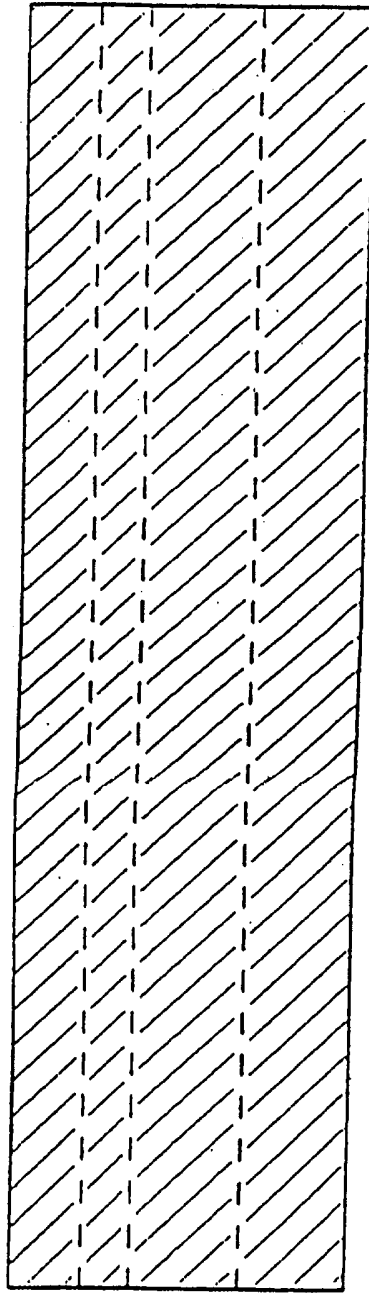
39



42 41 40

OBR. 3

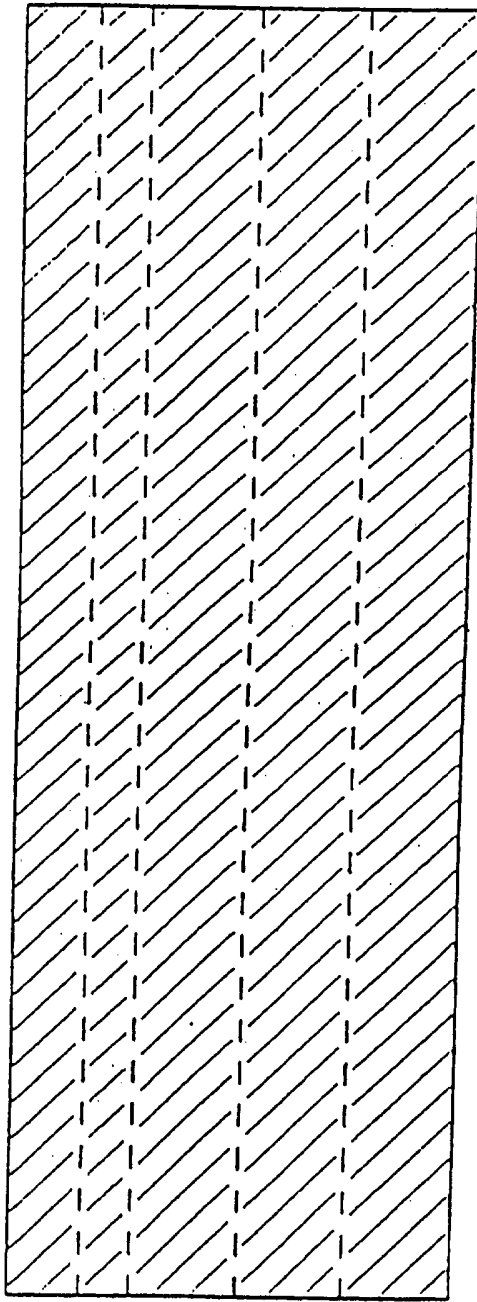
43



47 46 45 44

OBR. 4

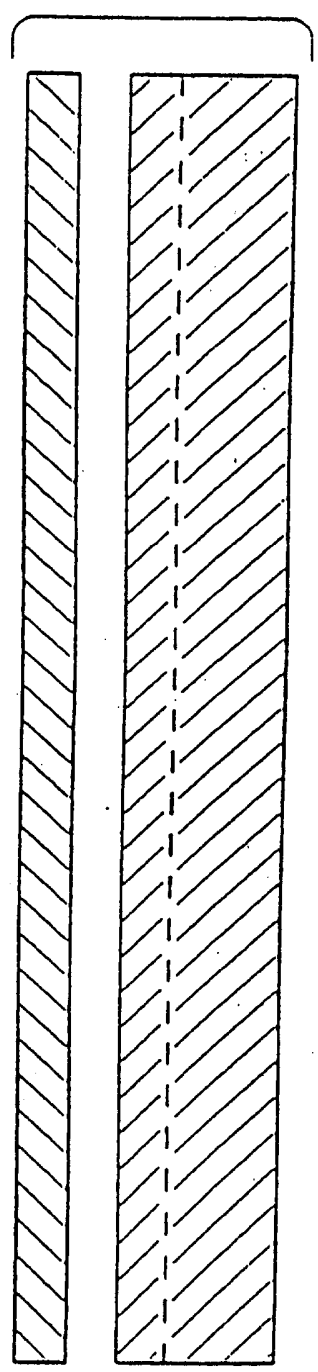
48



53 52 51 50 49

OBR. 5

54

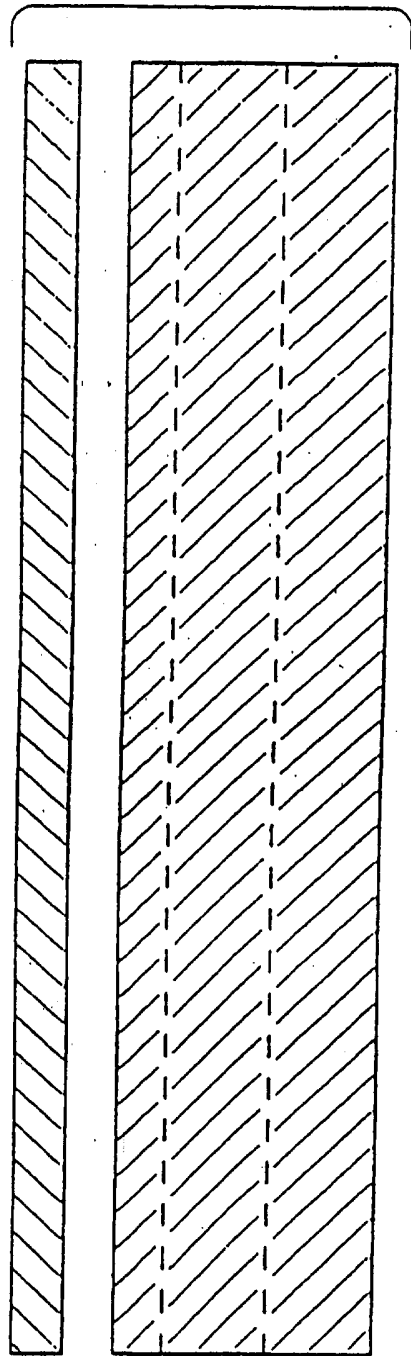


57 56 55

A

OBR. 6

58

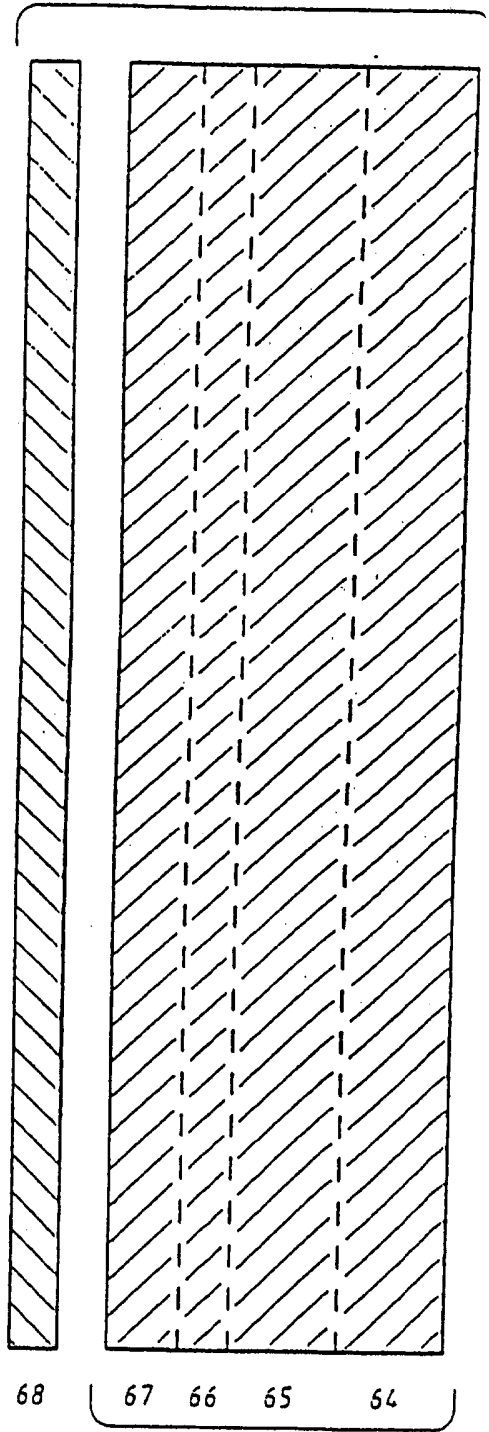


62 61 60 59

B

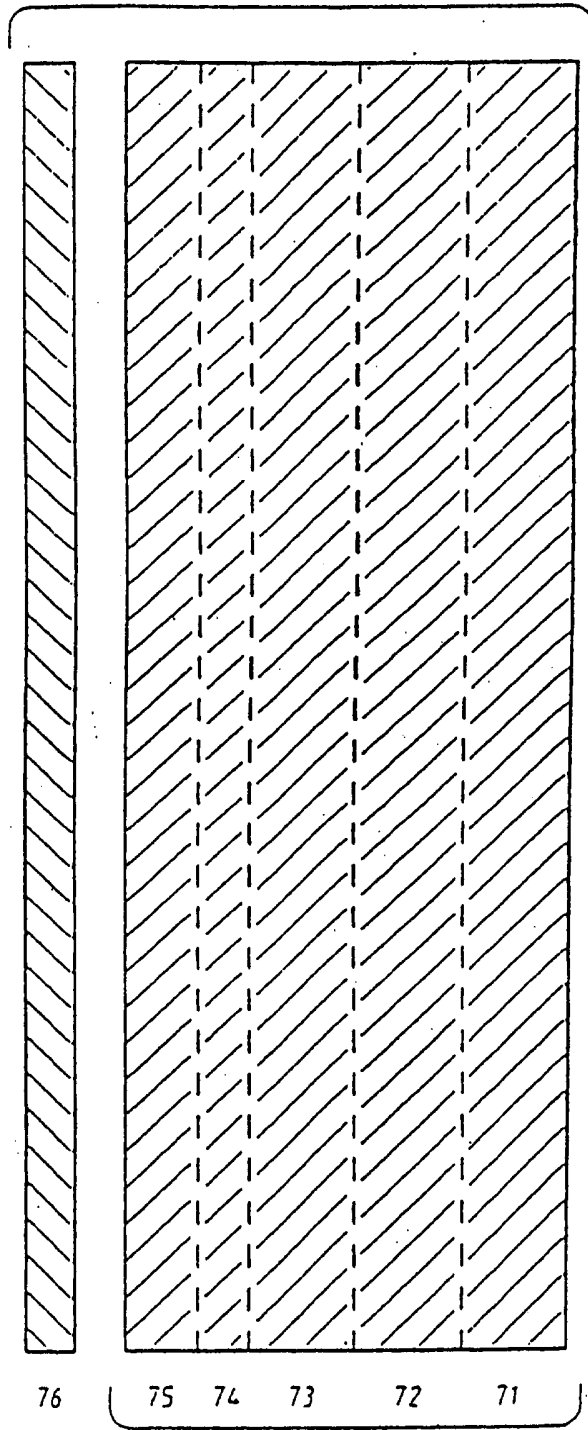
OBR. 7

63



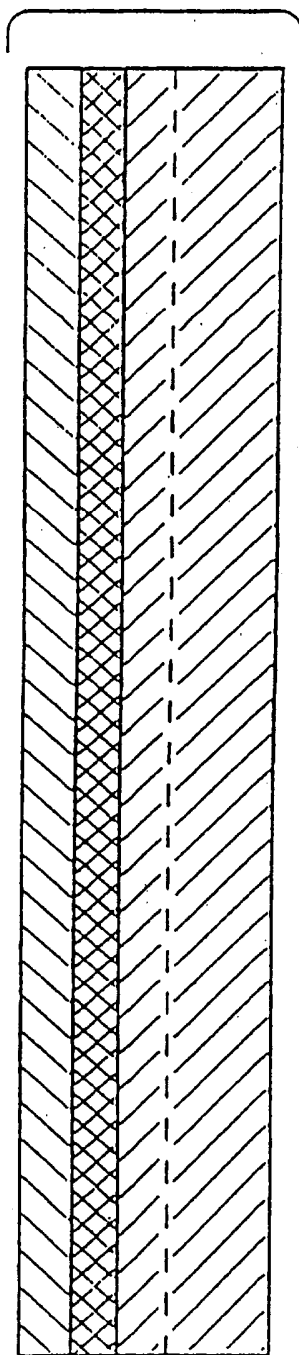
OBR. 8

69



OBR. 9

77



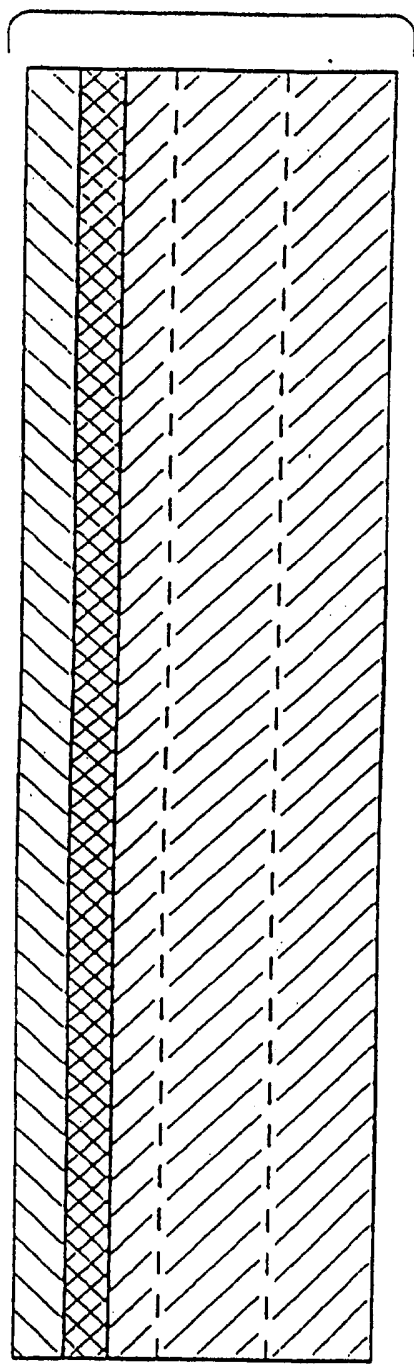
81 80 79 78

A

OBR. 10



82

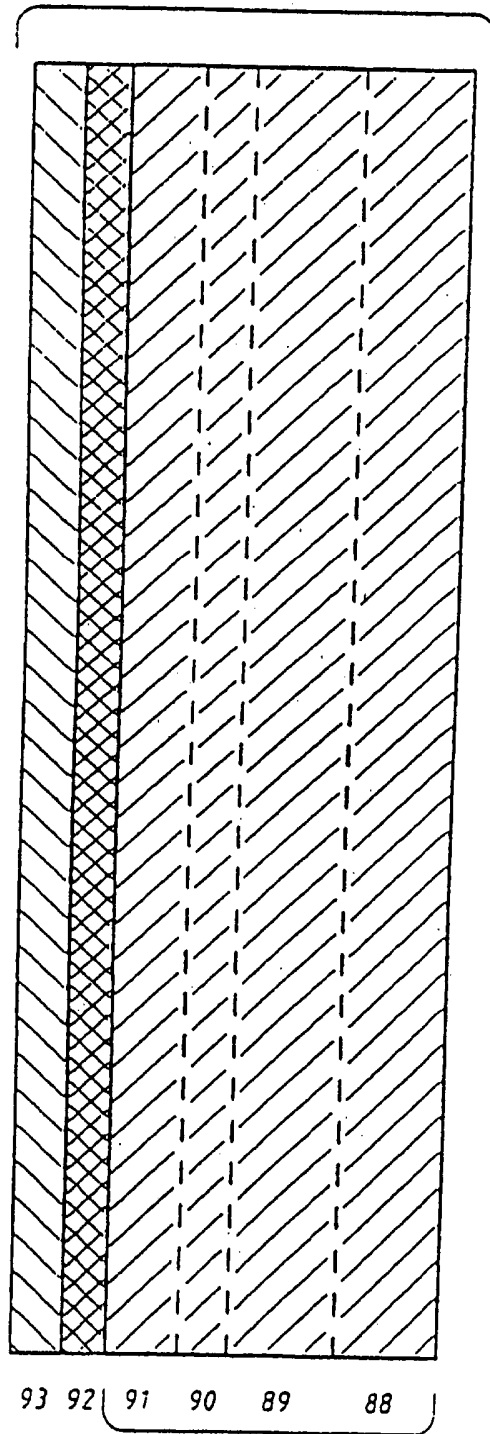


87 86 85 84 83

B

OBR. 11

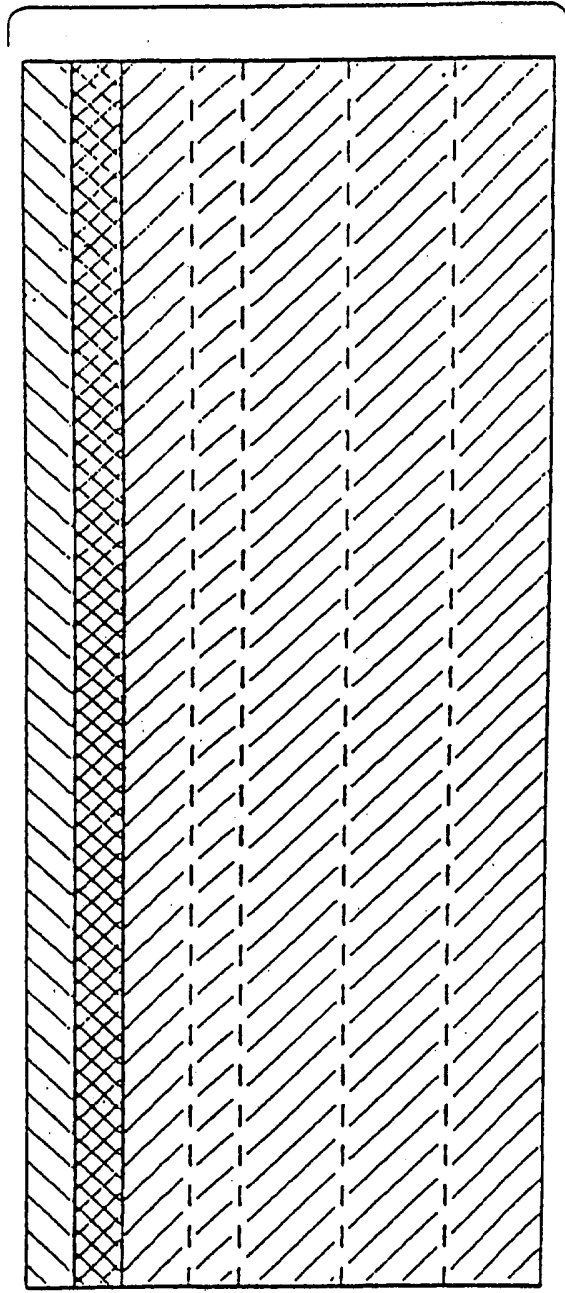
87 A



C

OBR. 12

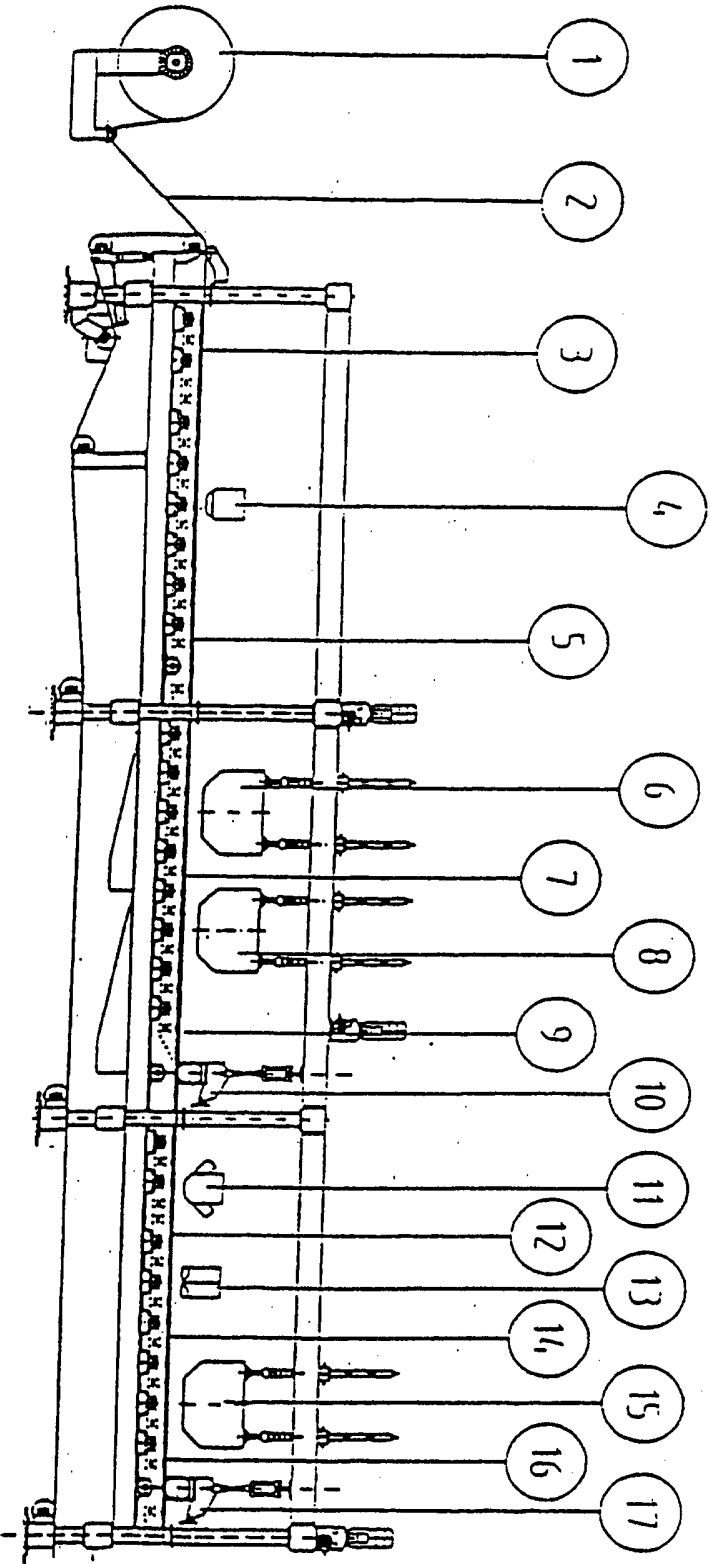
94



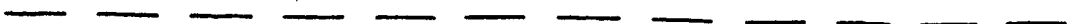
101 100 | 99 98 97 96 95

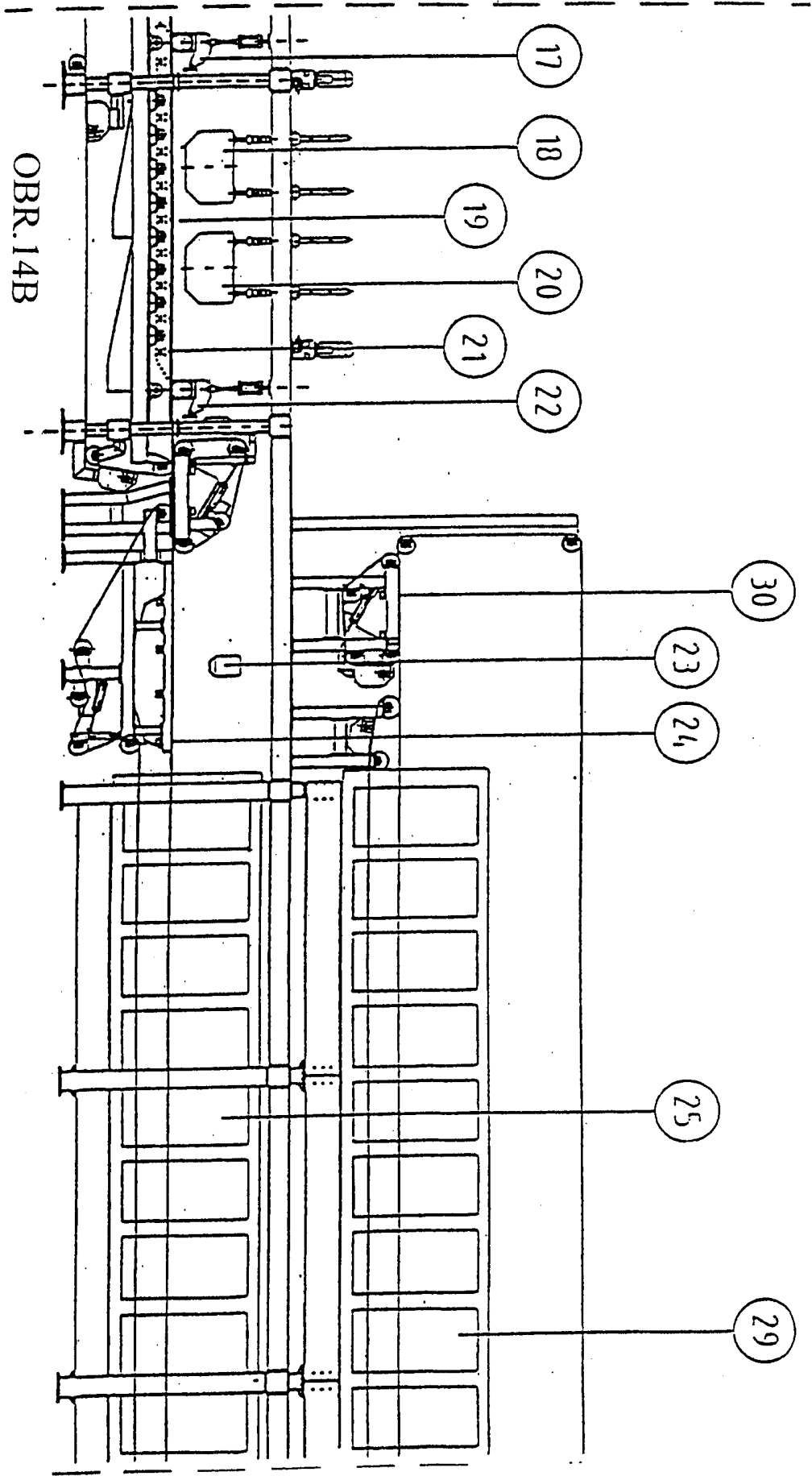
D

OBR. 13

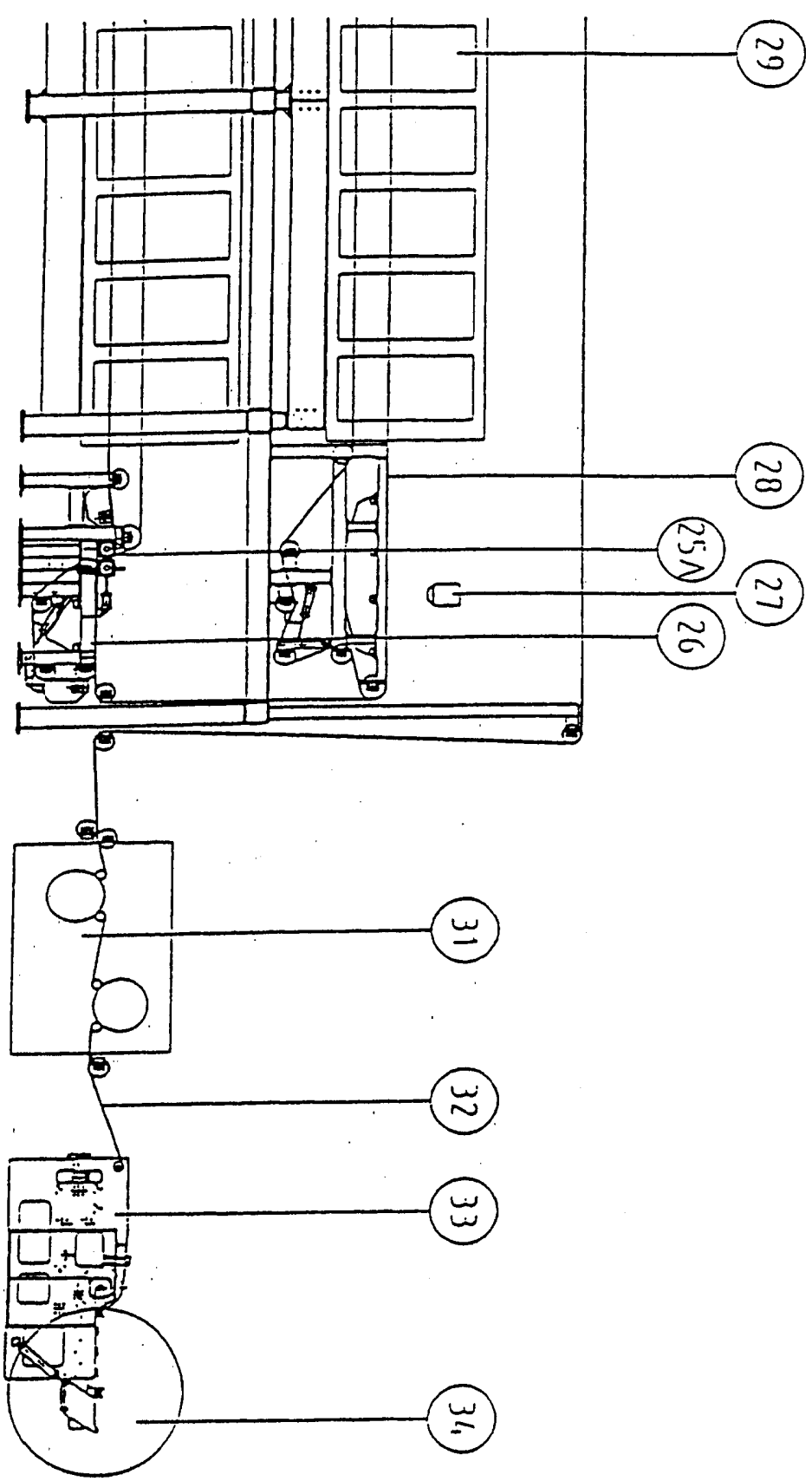


OBR. 14A





OBR. 14B



OBR. 14C