

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

218045

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
C 03 B 5/027

(22) Přihlášeno 13 10 81
(21) (PV 7495-81)

(40) Zveřejněno 28 05 82

(45) Vydáno 15 02 85

(75)
Autor vynálezu

STANĚK JAROSLAV prof. dr. ing. DrSc., NĚMEČEK MILOSLAV ing. CSc.,
KASA STANISLAV ing. CSc., LISÝ ANTONÍN ing. CSc., PRAHA

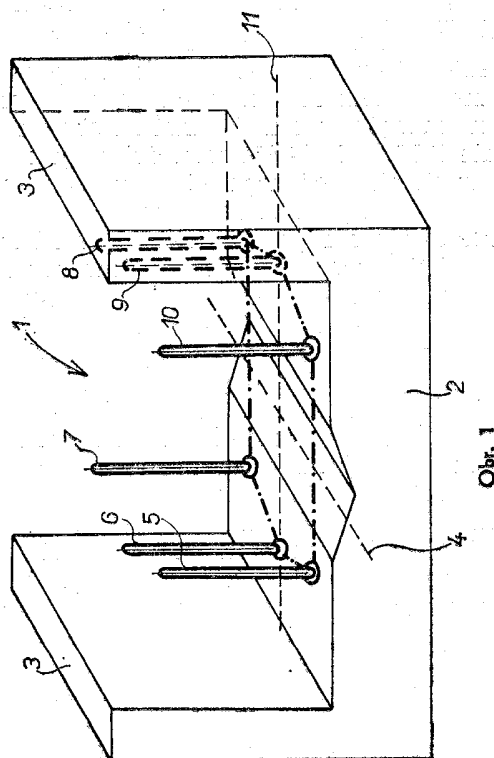
(54) Zapojení elektrod pece k tavení skla

1

2

Vynález se týká elektrických pecí k tavení skla v horizontálním směru vybavené sudým počtem k podélné ose pece protilehlých trojic elektrod nebo jejich na tentýž vývod jedné fáze napájecího zdroje třífázového proudu připojených skupin. Spojnice průchodu vzhledem k podélné ose protilehlých elektrod jednotlivých trojic jsou v podstatě kolmé k podélné ose pece, nebo svírají s ní úhel 75 až 105°.

Vynález řeší problém zapojení elektrod se zřetelem na orientaci fází. Průměty fázově orientovaných spojníc párů elektrod 5, 6, 7, 8, 9, 10 připojených na stejnou fázi R, S, T napájecího zdroje do dna 2 tavicího prostoru 1 pece v uspořádání do polárního diagramu nesmí ležet všechny na téže straně kolmice 11 k podélné ose 4 pece nebo rovnoběžky s ní.



Obr. 1

Vynález se týká zapojení elektrod pece k tavení skla v horizontálním směru vybavené sudým počtem k podélné ose pece protilehlých trojic elektrod nebo jejich na ten-
týž vývod jedné fáze napájecího zdroje tří-
fázového proudu připojených skupin, přičemž spojnice průchodu vzhledem k podélné ose pece protilehlých elektrod jednotlivých trojic dnem nebo průměty spojníc průchodu protilehlých elektrod stěnami pece do dna svírají s podélnou osou pece úhel 75 až 105°.

Proti tavení skla v plamenných pecích se v poslední době stále více uplatňuje tavení elektrickým proudem, které je z hlediska energetického hospodárnější, protože energie se jako Jouleovo teplo vybavuje přímo v tavenině, která se stává při vyšších teplotách elektricky vodivou. Elektrické tavení je výhodné též z hledisek ekologických.

Je známa řada elektricky vytápěných pecí, které se navzájem liší směrem proudění taveniny, který může být vertikální nebo horizontální, půdorysným tvarem, počtem a umístěním elektrod, jejich geometrickým uspořádáním a jejich zapojením na zdroj elektrického proudu. Jedním z typů těchto pecí jsou pece vytápěné šesticemi elektrod nebo jejich násobkem. V patentovém spisu NSR č. 2 100 335 je popsána pec vybavená trojicemi nebo šesticemi elektrod uspořádaných v různých rovinách pece čestiúhelníkového půdorysu, v níž tavení probíhá vertikálním směrem. V patentovém spisu ČSSR č. 118 306 je popsána a vyobrazena pec, v níž tavení probíhá v horizontálním směru pomocí vertikálních elektrod, jejich průniky jsou ve dně pece uspořádány do šestiúhelníku, přičemž spojnice průchodů dnem vzhledem k podélné ose pece protilehlých elektrod z každé trojice umístěné na jedné straně podélné osy pece jsou k ní v podstatě kolmé. V praxi se z různých důvodů mohou od ní odchylovat o malý úhel na obě strany. Podle DOS č. 2 604 852 jsou dvě trojice vertikálních elektrod uspořádány v řadě po obou stranách podélné osy pece.

Pokud jde o zapojení elektrod na zdroj elektrického proudu, jednou z možností je připojení šestic elektrod na třífázovou síť. Podle čs. patentu č. 118 306 jsou vždy dvojice vzhledem k podélné ose pece protilehlých elektrod připojeny na sekundární vinutí transformátorů, jejichž středy jsou propojeny, čímž je dosaženo šestifázového zapojení. Jiný příklad představuje řešení v publikaci J. Staníka „Elektrické tavení skla“ (SNTL Praha 1976) na str. 334, obr. 5 až 21. Společným nedostatkem těchto, ale i jiných v praxi používaných zapojení je, že není cílevědomě dbáno při zapojení na fázovou orientaci napájecích zdrojů. To se projevuje nerovnoměrným zatížením fází, vysokým proudovým zatížením povrchu elektrod, vysokými proudy v přívodech k elektrodám a nízkým napětím mezi elektrodami. Celkovým důsledkem potom je, že pece a jejich

napájecí zdroje nepracují s dobrým účinkem a v oblasti optima elektrických a energetických vlastností, čímž dochází ke ztrátám na energii i materiálu.

Uvedené nevýhody se odstraní nebo podstatně omezí u fázově orientovaného zapojení elektrod v provedení podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že z průmětů fázově orientovaných spojníc párů elektrod, připojených na stejnou fázi napájecího zdroje, do dna tavicího prostoru pece a svírajících s kolmicí k podélné ose pece úhel větší než 15°, v uspořádání do polárního diagramu, leží dva na navzájem opačných stranách kolmice.

Zapojení elektrod s fázovou orientací podle vynálezu zabezpečuje rovnoměrné zatížení fází, tj. rovnoměrný odběr výkonů z každé fáze a zabraňuje nerovnoměrnému ubývání elektrod. Dále zabraňuje vysokým proudům v přívodech k elektrodám a nízkému napětí mezi elektrodami, takže výkon závislý na součinu proudu a napětí je hrazen především z vyššího napětí a nikoli z vyššího proudu. Důsledkem je vysoký tepelný výkon při minimálním proudovém zatížení přívodů a povrchu elektrod. Při použití více než jedné šestic elektrod jsou minimálně ovlivněny elektrické vlastnosti napájecích zdrojů pro sousedící šestic elektrod. Vcelku potom umožňuje zapojení podle vynálezu optimalizovat konstrukce pecí a jejich zdroje do oblastí elektricky a energeticky nejvýhodnějších.

Příkladné provedení vynálezu je popsáno dále a schematicky znázorněno na připojených výkresech, z nichž představuje

obr. 1 axonometrický pohled na tavicí prostor pece se šesticí elektrod,

obr. 2 prostorový pohled na variantu provedení podle obr. 1,

obr. 3 schéma zapojení elektrod podle obr. 1 na napájecí zdroj,

obr. 4 fázový diagram zdroje

obr. 5 průmět fázově orientovaných spojníc párů elektrod připojených na stejnou fázi napájecího zdroje do dna pece,

obr. 6 polární diagram fázově orientovaných spojníc podle obr. 5

obr. 7 průmět fázově orientovaných spojníc pro jinou variantu zapojení elektrod,

obr. 8 polární diagram fázově orientovaných spojníc podle obr. 7,

obr. 9 průmět fázově orientovaných spojníc pro další variantu zapojení elektrod,

obr. 10 polární diagram fázově orientovaných spojníc podle obr. 9

obr. 11 průmět fázově orientovaných spojníc při použití dvou šestic elektrod,

obr. 12 polární diagram fázově orientovaných spojníc podle obr. 11.

Na obr. 1 je částečně znázorněný tavicí prostor 1 dále neznázorněné tavicí pece, sestávající z dna 2 a postranních stěn 3. Uvnitř tavicího prostoru 1 je symetricky k jeho podélné ose 4 umístěno šest vertikálních elektrod 5, 6, 7, 8, 9, 10, jejichž průchody do

dna 2 tvoří rovinný šestiúhelník. Spojnice průchodů vzhledem k podélné ose 4 protilehlých elektrod 6 a 9 tvoří k podélné ose 4 kolmici 11 nebo s ní svírá úhel 75 až 105°. S kolmicí 11 jsou v podstatě rovnoběžné i spojnice elektrod 5, 10 a 7, 8.

Podle obr. 2 jsou elektrody 6 a 9 nahrazeny dvojicemi horizontálních elektrod 6' a 9' zapojenými paralelně na tutéž fázi, takže průchody vertikálních elektrod 5, 7, 8, 10 dnem 2 a průměty do dna průchodů horizontálních elektrod 6' a 9' stěnou 3 tvoří rovněž šestiúhelník a spojnice průchodů vzhledem k podélné ose 4 protilehlých elektrod 6' a 9' je k podélné ose 4 kolmá nebo s ní svírá úhel 75 až 105°. Optimem je kolmost spojnice protilehlých elektrod 6 a 9 nebo 5, 10, případně 7, 8. K podélné ose 4 pece uvedená tolerance 15° na každou stranu je dána praktickou uskutečnitelností.

Jsou možná i jiná provedení, například že trojice elektrod 5, 6, 7 a 8, 9, 10 leží na přímce, nebo je pec vybavena dvěma či více šesticemi elektrod. Podmínkou však je, že každá trojice ze šestice je souměrná podle podélné osy 4 tavicího prostoru 1 pece a každá šestice je připojena na samostatný třífázový zdroj a spojnice průchodů vzhledem k podélné ose 4 protilehlých dvojic elektrod je v podstatě kolmá k podélné ose 4 pece s odchylkou v toleranci 15° na každou stranu.

Pokud jde o zapojení podle obr. 3, jsou z třífázového zdroje znázorněny pro zjednodušení pouze sekundáry 12, 13, 14 trojfázového transformátoru. Sekundár 12, fáze R má dva vývody 15, 16, sekundár 13 fáze S má vývody 17, 18 a sekundár 14 fáze T má vývody 19, 20. Elektroda 5 je napojena na vývod 15 sekundáru 12 fáze R, elektroda 6 je napojena na vývod 17 sekundáru 13 fáze S, elektroda 7 je napojena na vývod 19 sekundáru 14 fáze T, elektroda 8 je napojena na vývod 16 sekundáru 12 fáze R a elektroda 9 je napojena na vývod 18 sekundáru 13 fáze S a elektroda 10 je napojena na vývod 20 sekundáru 14 fáze T.

Podle fázorového diagramu zdroje (obr. 4) směřuje fázor fáze R od vývodu 15 k vývodu 16, fáze S od vývodu 17 k vývodu 18 a fáze T od vývodu 19 k vývodu 20.

Na obr. 4 jsou šipkami označeny směry fázorů napětí příslušných fází R, S, T mezi vývody 15, 16, 17, 18 a 19, 20 sekundárů 12, 13, 14.

Obr. 5 představuje průmět do dna pece fázově orientovaných spojníc párů elektrod 5 a 8, 6 a 9, 7 a 10 připojených na fáze R, S, T napájecího zdroje, přičemž fázová orientace spojníc párů elektrod 5 a 8, 6 a 9, 7 a 10 je vyznačena šipkami a spojnice vzhle-

dem k podélné ose 4 protilehlých elektrod 6, 9 je v podstatě rovnoběžná s kolmicí 11 k podélné ose 4 tavicího prostoru 1. Protože dvojice elektrod 5 a 8 je připojena na vývody 15, 16 sekundáru 12 fáze R podle směru fázorů napětí příslušné fáze mezi vývody 15, 16 je podle obr. 5 spojnice elektrod 5 a 8 fázově orientována ve směru šipky. Totéž platí obdobně pro dvojice elektrod 6 a 9 a 7 a 10 napojené na fáze S a T.

V polárním diagramu (obr. 6) jsou fázově orientované spojnice dvojic elektrod 5 a 8, 6 a 9 a 7 a 10 znázorněny fázově orientovanými úsečkami odpovídajícími příslušným fázím a vycházejícími z pólu P ležícího na kolmici 11 nebo její rovnoběžce. Z diagramu vyplývá, že z průmětu fázově orientovaných spojníc párů elektrod 5 a 8, 6 a 9 a 7 a 10 dva, odpovídající fázím R a T leží na navzájem opačných stranách kolmice 11.

Podle obr. 7 jsou na vývody 15, 16 napojeny elektrody 5 a 9, na vývody 17, 18 elektrody 6 a 8 a na vývody 19, 20 elektrody 7 a 10. Z polárního diagramu podle obr. 8 je zřejmé, že z průmětů fázově orientovaných spojníc párů elektrod 6 a 9 a 7 a 10 leží společně se spojnici elektrod 5 a 8 na jedné straně kolmice 11 a spojnice elektrod 7 a 10 na její druhé straně.

Podle obr. 9 jsou na vývody 15, 16 napojeny elektrody 5 a 10, na vývody 17, 18 elektrody 6 a 9 a na vývody 19, 20 elektrody 7 a 8. Z polárního diagramu podle obr. 10 vyplývá, že průměty fázově orientovaných spojníc párů elektrod 5 a 10, 6 a 9 a 7 a 8 leží na kolmici 11 k podélné ose 4 tavicího prostoru 1 nebo s ní svírají úhel menší než 15°.

Účinku podle vynálezu se nedosáhne, jestliže průměty fázově orientovaných spojníc párů elektrod připojených na fáze R, S, T napájecího zdroje do dna 2 tavicího prostoru 1 pece leží všechny na stejné straně kolmice 11, přičemž s ní svírají úhel větší než 15°.

Na obr. 11 a 12 jsou znázorněna zapojení v tavicím prostoru 1 pece vybaveném dvěma šesticemi elektrod, přičemž každá šestice je připojena na vlastní napájecí zdroj. Elektrodové šestiúhelníky se mohou navzájem prostupovat. Elektrody a vývody jsou číslovány obdobně jako v předcházejících příkladech, přičemž elektrody a vývody napojené na druhý napájecí zdroj jsou označeny vztahovými čísly s čárkou. Uvedené zásady platí i pro pece s třemi nebo více šesticemi elektrod.

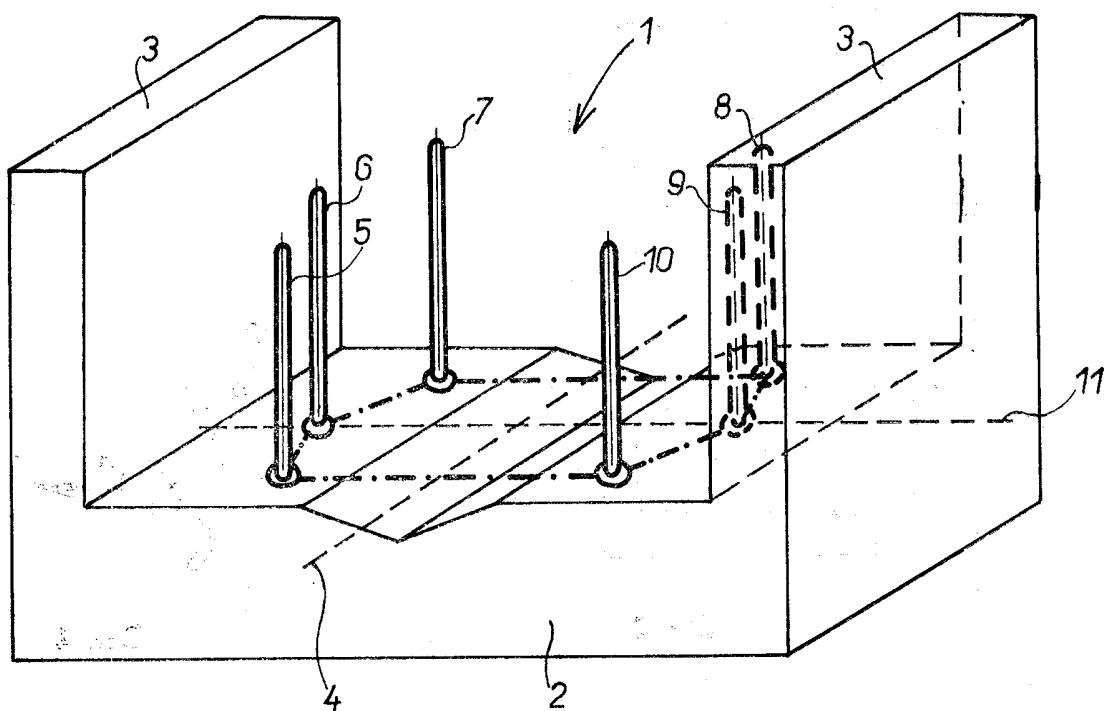
Zapojení je vhodné především pro elektrické tavicí pece, je možno ho však použít i u elektrod určených pro elektrický přehřev u plamenných pecí.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

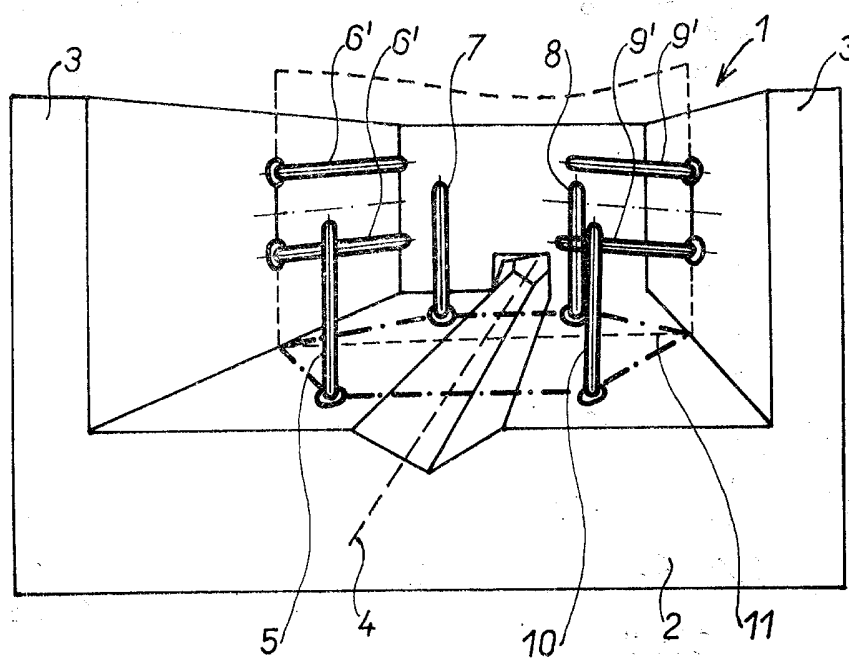
Zapojení elektrod pece k tavení skla v horizontálním směru vybavené sudým počtem k podélné ose pece protilehlých trojic elektrod nebo jejich na tentýž vývod jedné fáze napájecího zdroje třífázového proudu připojených skupin, přičemž spojnice průchodů vzhledem k podélné ose pece protilehlých elektrod jednotlivých trojic dnem nebo průměty spojnic průchodů protilehlých elektrod stěnami pece do dna svírají s po-

délnou osou pece úhel 75 až 105° vyznačené tím, že z průmětů fázově orientovaných spojnic párů elektrod (5, 6, 7, 8, 9, 10) připojených na stejnou fázi (R, S, T) napájecího zdroje, do dna tavicího prostoru (1) pece a svírajících s kolmicí (11) k podélné ose pece úhel větší než 15°, v uspořádání do polárního diagramu, leží dva na navzájem opačných stranách kolmice (11).

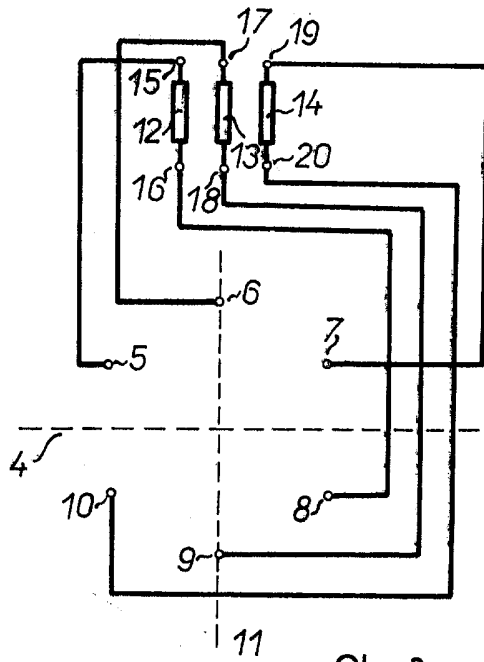
3 listy výkresů



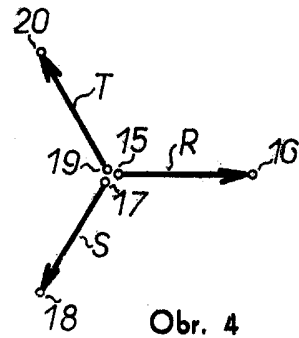
Obr. 1



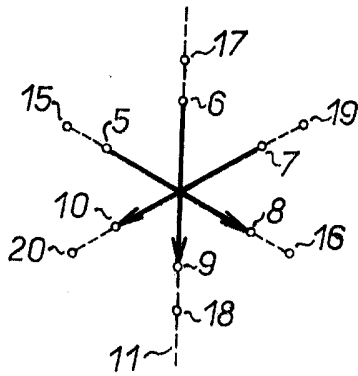
Obr. 2



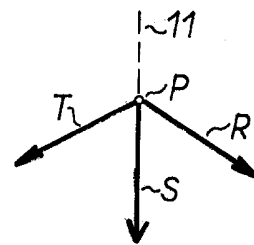
Obr. 3



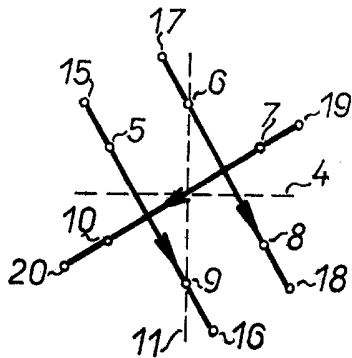
Obr. 4



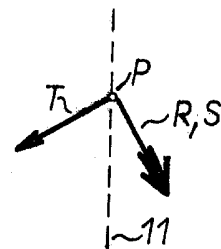
Obr. 5



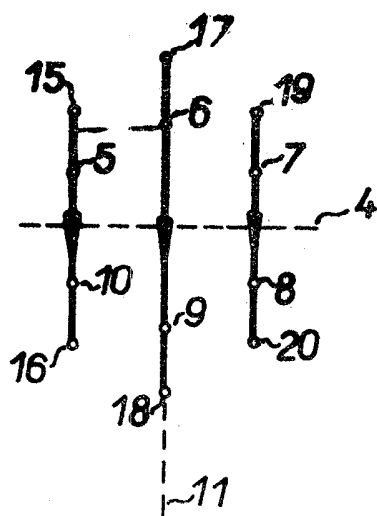
Obr. 6



Obr. 7



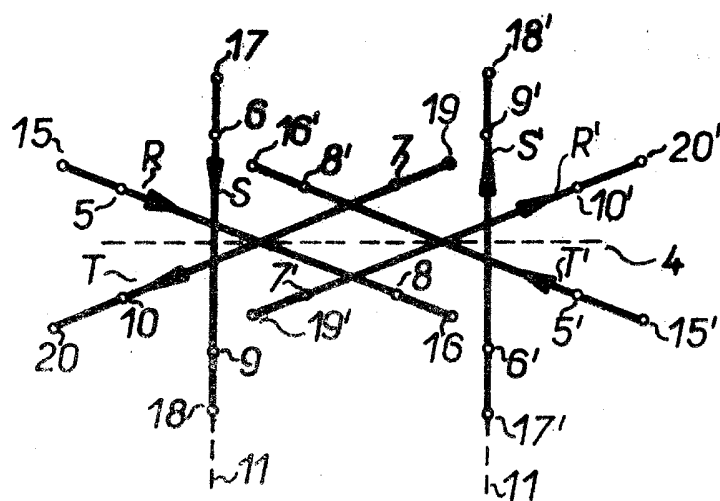
Obr. 8



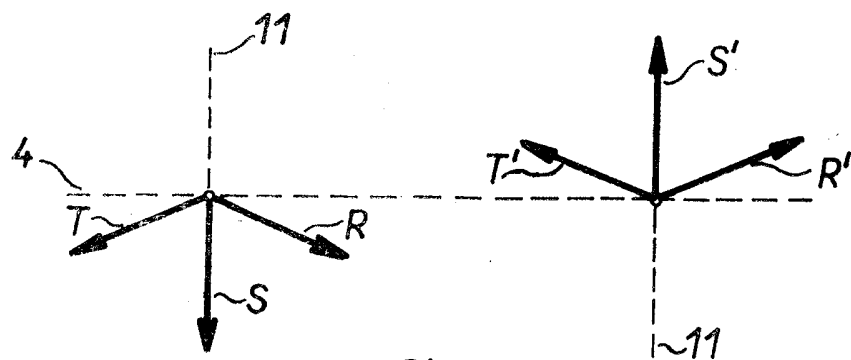
Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11



Obr. 12