



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 29.12.1971 (P. 152665)

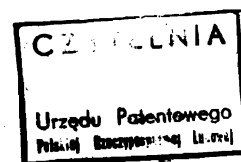
Pierwszeństwo: 31.12.1970 Francja

Zgłoszenie ogłoszono: 31.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 31.07.1976

MKP H05b 9/06

Int. Cl.<sup>2</sup> H05B 9/06



Twórca wynalazku: Joël Henri Auguste Soulier

Uprawniony z patentu: Joël Henri Auguste Soulier, Eaubonne (Francja)

**Urządzenie do regulacji poziomu energii mikrofalowej  
przekazywanej z rezonatora wnękowego do taśm lub arkuszy  
dielektrycznych poddawanych obróbce**

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do regulacji poziomu energii mikrofalowej przekazywanej z rezonatora wnękowego do taśm lub arkuszy dielektrycznych poddawanych obróbce. Arkusze te przemieszczane są w sposób ciągły prostopadłe do kierunku propagacji fal w rezonatorze wnękowym, w którym wzbudzone jest, przez magnetron, pole elektromagnetyczne.

W znanych technikach ogrzewania, za pomocą energii mikrofalowej, stosuje się piece do obróbki materiałów w postaci arkuszy, taśm klejowych, filmów kinematograficznych itp. Znane piece mikrofalowe są wykonane jako falowody prostokątne posiadające wzdłużną szczelinę, przy czym w falowodzie jest wzbudzone pole elektromagnetyczne rodzaju  $TE_{01}$  przez magnetron umieszczony na jednym z jego końców, a arkusz lub taśma poddawana obróbce jest przesuwana poprzecznie w stosunku do szczeliny, a więc i do kierunku propagacji fal wewnątrz rezonatora wnękowego. W tych piecach, tłumienie energii nie przebiega liniowo w stosunku do materiału poddawanego obróbce, ponieważ kierunek propagacji fal jest prostopadły do osi przesuwanego materiału.

Nie stanowi to jednak zbyt poważnej niedogodności w przypadku gdy energia przekazywana do taśm lub arkuszy poddawanych obróbce nie jest znaczna, lub gdy arkusz lub taśma nie są szerokie, jak to ma miejsce w przypadku filmu kinematograficznego. Niedogodność ta uniemożliwia jednak

2

obróbkę taśm lub arkuszy szerokich, na przykład o szerokości kilku metrów, jak również arkuszy o grubości kilku milimetrów, lub arkuszy o dużym współczynniku absorpcji, ponieważ wówczas tylko część arkusza jest ogrzewana.

W celu wyeliminowania powyższych niedogodności proponowano rozwiązanie konstrukcyjne pieców, w których rezonator wnękowy zawiera specjalne spiralne wycięcia. Dotychczas jednak nie uzyskano w tego rodzaju piecach równomiernego grzania.

Celem wynalazku jest rozwiązanie powyższego zagadnienia technicznego w sposób prosty, umożliwiający obróbkę arkuszy lub taśm bardzo szerokich, przesuwanych w sposób ciągły.

Urządzenie do regulacji poziomu energii mikrofalowej przekazywanej z rezonatora wnękowego do taśm lub arkuszy materiału dielektrycznego poddawanych obróbce, przesuwanych w sposób ciągły, prostopadłe do kierunku propagacji fali w rezonatorze wnękowym, w którym umieszczona jest antena zasilana przez magnetron oraz elementy dopasowujące, według wynalazku, polega na tym, że rezonator wnękowy posiada w jednej ze ścianek co najmniej jedną szczelinę promieniującą, nad którą przesuwany jest arkusz lub taśma materiału poddawanego obróbce. Szerokość tej szczeliny rośnie wzdłuż osi propagacji fali. Długość szczeliny jest równa szerokości taśmy lub arkusza materiału poddawanego obróbce.

Szczelina promieniująca, której szerokość rośnie wzdłuż osi propagacji fali, przeciwdziała ujemnemu wpływowi wzrostu tłumienia energii mikrofalowej w kierunku propagacji fali w rezonatorze wnękowym.

Kształt szczeliny promieniującej może być różny. Według drugiego wariantu rozwiązania, w ścianie rezonatora wnękowego znajduje się zestaw szczelin wzdłużnych, przy czym ich ilość i odstęp między sąsiednimi szczelinami wzrastają w kierunku propagacji fali.

W kolejnym rozwiązaniu, ścianka rezonatora wnękowego posiada poprzeczne szczeliny promieniujące, które w miarę przesuwania się wzdłuż kierunku propagacji fali, są położone coraz bliżej krawędzi rezonatora wnękowego. Odległość między dwoma sąsiednimi szczelinami jest równa połowie długości fali w rezonatorze wnękowym.

W kolejnym rozwiązaniu, ścianka rezonatora wnękowego posiada co najmniej jedną szczelinę wzdłużną oraz zespół szczelin poprzecznych. Szczeliny poprzeczne rozłożone są rozbieżnie w kierunku propagacji fali.

W rezonatorze wnękowym znajduje się dodatkowo płytka koncentrująca pole elektromagnetyczne. Płytka ta umieszczona jest pod wzdłużną szczeliną promieniującą.

Rezonator wnękowy zawiera ponadto perforowaną przesłonę umieszczoną nad szczeliną promieniującą. Przesłona ta połączona jest z elementem nastawczym umożliwiającym przemieszczanie perforacji przesłony względem szczelin rezonatora wnękowego.

Przedmiot wynalazku jest objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój urządzenia do obróbki według wynalazku w rzucie aksonometrycznym, fig. 2 — szczelinę promieniującą urządzenia z fig. 1, fig. 3 do 5 przedstawiają inne przykłady wykonania szczelin promieniujących, fig. 6 — przekrój urządzenia w rzucie aksonometrycznym odpowiadającego przykładowi z fig. 5, fig. 7 — rozbudowane urządzenie według wynalazku, w przekroju, a fig. 8 — schemat układu do dodatkowej regulacji.

Urządzenie do obróbki taśm materiału dielektrycznego zawiera falowód, w którym wzbudzane jest pole  $TE_{01}$ , zwany w dalszej części opisu rezonatorem wnękowym.

W rezonatorze wnękowym 1 jest umieszczona antena 2 zasilana z generatora wielkiej częstotliwości 3, na przykład magnetronu, który z kolei jest zasilany energią elektryczną ze źródła 4. Pomiedzy anteną 2 i rezonatorem wnękowym umieszczone są elementy dopasowujące, na przykład utworzone z jednej lub kilku przesłon wykonanych z tworzywa politetrafluoroetylowego 5. W drugim końcu rezonatora wnękowego znajduje się pomocnicze obciążenie 6, którego zadaniem jest absorpcja energii nie przekazanej do materiału poddawanego obróbce, będącego płytą lub arkuszem 7 przesuwany w sposób ciągły, zgodnie ze strzałką  $f_1$ , za pomocą urządzenia napędowego 8, które posiada zespół wałków lub taśm, ewentualnie innego mechanizmu przenośnikowego.

Energia elektromagnetyczna wypromieniowana

przez antenę 2 jest przekazywana do arkusza 7 poprzez jedną ze ścian rezonatora wnękowego 1, w przykładzie przedstawionym na fig. 1 poprzez ściankę górną, w której wykonana jest szczelina 9.

Szczelina 9 może mieć różny kształt. W rezonatorze wnękowym o przekroju prostokątnym, z polem rodzaju  $TE_{01}$ , tłumienie energii przekazywanej poprzez szczelinę wzdłużną do materiału nie zmienia się liniowo, ponieważ kierunek propagacji fal jest prostopadły do kierunku przesuwu materiału, to znaczy przesuwu arkusza 7. W celu wyeliminowania wpływu tej niedogodności, w wykonaniu przedstawionym na fig. 2 szczelina 9, o długości równej szerokości arkusza, ma szerokość wzrastającą zgodnie z kierunkiem propagacji fal w rezonatorze wnękowym 1, to znaczy zgodnie z kierunkiem strzałki  $f_1$ .

Tłumienie energii rośnie wykładniczo zgodnie z kierunkiem propagacji fal w falowodzie. Szerokość szczeliny 9 rośnie tak, aby przy obróbce arkusza 7, o stałej grubości z materiału o znanym współczynniku absorpcji, energia przekazywana do tego materiału była stała na całej szerokości arkusza 7.

Szczelina 9 nie musi być ciągłą szczeliną jak w przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 2. W innym wykonaniu, przedstawionym na fig. 3 w ścianie rezonatora wnękowego 1 znajduje się zestaw szczelin wzdłużnych 9a przebiegających równoległe obok siebie. Ich ilość i odstęp między nimi rośnie w kierunku propagacji fali.

Kolejny przykład wykonania przedstawiono na fig. 4. Ścianka rezonatora wnękowego 1 posiada oprócz szczelin wzdłużnych 9a, również poprzeczne szczeliny promieniujące 9b, które w miarę oddalania się od anteny 2 wzdłuż kierunku propagacji fali, są położone coraz bliżej krawędzi rezonatora wnękowego. Odległość między dwoma sąsiednimi szczelinami 9b poprzecznymi jest równa połowie długości fali  $\lambda_g$  w rezonatorze wnękowym.

Szczeliny promieniujące 9b są szczelinami prostopadłymi w stosunku do szczelin promieniujących wzdłużnych 9a. Ponieważ pole magnetyczne ma wartość maksymalną na brzegach rezonatora wnękowego 1, to w przypadku gdy szczeliny 9b tworzą układ rozbieżny szczelin, jak przedstawiono na fig. 4, wzrost tłumienia energii mikrofalowej kompensowany jest wzdłuż osi propagacji fali, co przyczynia się do wyrównania poziomu energii mikrofalowej na całej szerokości przesuwanego arkusza 7.

Na fig. 5 i 6 przedstawiono inny przykład wykonania, w którym rezonator wnękowy 1 posiada szczelinę rozszerzającą się 9, podobnie jak w przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 2 i poprzeczne szczeliny promieniujące 9b. Ponadto, w tym przykładzie wykonania, w rezonatorze wnękowym 1 umieszczono płytę 10 o pochylej górnej krawędzi, usytuowaną naprzeciw szczeliny 9, przy czym nachylenie górnej krawędzi 10a jest skierowane do anteny 2.

Ponadto wysokość zamocowania płytki 10 może być regulowana za pomocą elementu regulacyjnego 11, co pozwala wraz ze wzrostem tłumienia pola koncentrować to pole w szczelinie 9, w wyniku czego cała energia promieniowana przez an-

tenę 2 jest absorbowana przez arkusz 7 w takim stopniu jak tylko jest to praktycznie możliwe.

Jeśli urządzenie ma być wykorzystywane do stopniowej obróbki arkusza 7 o różnej długości i/lub różnym współczynniku absorpcji, to jak pokazuje fig. 7 korzystnym jest zastosowanie nad ścianką rezonatora wnękowego 1, w której są szczeliny 9 lub 9a, lub 9b przesłony perforowanej 12, z otworami 9a<sub>1</sub> i 9b<sub>1</sub>. Przesłona umieszczona jest nad zestawem szczelin 9a i 9b.

Przesłona 12 połączona jest ze śrubą nastawczą lub innym podobnym urządzeniem 13 pozwalającym przesuwac przesłonę 12 w taki sposób, że otwory 9a<sub>1</sub> i 9b<sub>1</sub> pokrywają się całkowicie ze szczelinami 9a i 9b i są względem nich mniej lub bardziej przesunięte, co umożliwia regulację ilości energii przekazywanej do arkusza 7.

W rozwiązaniu tym zastosowano także już opisaną i przedstawioną na fig. 5 i 6 płytkę 10 koncentrującą pole magnetyczne.

Możliwe jest także rozwiązanie, w którym płytką 10 z metalu jest połączona z płytką 14 z materiału nietłumiącego energię mikrofalową, na przykład z politetrafluoretylenem, w celu dopasowania impedancji rezonatora wnękowego w czasie regulacji koncentracji pola magnetycznego w rezonatorze, a tym samym koncentracji pola elektrycznego przekazywanego do materiału absorbującego w postaci arkusza 7.

Urządzenie przedstawione na fig. 7 jak również i urządzenie z fig. 5 i 6 są szczególnie przydatne do obróbki materiału o wysokim współczynniku absorpcji.

Fig. 8 przedstawia układ dodatkowej regulacji, składający się, między innymi, z detektora 15 umieszczonego w rezonatorze 1, na przykład neonówki, reagującego na działanie pola elektromagnetycznego (w tym przypadku neonówka jarzy się). Ponadto układ ten posiada czujnik 16, umieszczony naprzeciw neonówki. Wyjście czujnik 16 połączone jest ze wzmacniaczem 17, którego sygnał wyjściowy wykorzystywany jest do sterowania zespołem 18 zasilającym magnetron 3. Na przykład sygnał wyjściowy wzmacniacza 17 może sterować serwowmotorem 19, regulując w ten sposób napięcie wejściowe autotransformatora 20, którego uzwojenie wtórne połączone jest bezpośrednio z magnetronem 3.

W rezonatorze wnękowym 1 może być umieszczone dodatkowe obciążenie 6 będące elementem zabezpieczającym, pozwalającym podczas krótkich chwil, absorbować nadwyżkę energii wytworzonej przez magnetron 3.

Jeśli energia nie zaabsorbowana przez arkusz 7 spowoduje zapalenie się neonówki 15, to wówczas jej jarzenie się jest wykrywane przez czujnik 16, którego prąd, po wzmacnieniu, obniża napięcie zasilania magnetronu 3.

Możliwe jest zastosowanie jako detektora, czujnika termoelektrycznego, umieszczonego w dodatkowym obciążeniu 6. Czujnik ten reaguje na każdy wzrost temperatury obciążenia, a więc istnienie nadmiaru energii dostarczanej przez magnetron 3. Możliwe jest także zastosowanie elementu ferryto-

wego, który nasycany jest polem elektromagnetycznym.

Poprzez określenie stopnia nasycenia możliwe jest odpowiednie oddziaływanie na zasilanie magnetronu.

Prąd wyjściowy czujnika termoelektrycznego po wzmacnieniu we wzmacniaczu 17 steruje silnikiem układu automatycznego sterowania 19, lub innym elementem regulującym napięcie zasilania magnetronu 3.

W przypadku, gdy nie cała moc wytwarzana przez magnetron jest absorbowana w rezonatorze, wówczas nadmiar energii może być przesłany do innego lub kilku innych analogicznych rezonatorów wnękowych.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do regulacji poziomu energii mikrofalowej przekazywanej z rezonatora wnękowego do taśm lub arkuszy materiału dielektrycznego poddawanego obróbce, przesuwanych w sposób ciągły prostopadle do kierunku propagacji fali w rezonatorze wnękowym, w którym umieszczona jest antena zasilana przez magnetron oraz elementy dopasowujące, **znamiennie tym**, że rezonator wnękowy (1) posiada w jednej ze ścianek co najmniej jedną wzdłużną szczelinę promieniującą (9), nad którą przesuwany jest arkusz lub taśma (7) materiału poddawanego obróbce.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że szczelina (9) ma długość równą szerokości taśmy lub arkusza (7) materiału poddawanego obróbce.

3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że rezonator wnękowy (1) posiada w jednej ze ścianek wzdłużną szczelinę promieniującą (9), której szerokość zwiększa się w celu przeciwdziałania nierównomiernemu przekazywaniu energii mikrofalowej do materiału dielektrycznego poddanego obróbce, a wynikającemu ze zmniejszania się poziomu energii mikrofalowej w kierunku propagacji fali w rezonatorze wnękowym (1).

4. Urządzenie do regulacji poziomu energii mikrofalowej przekazywanej z rezonatora wnękowego do taśm lub arkuszy materiału dielektrycznego poddawanego obróbce, przesuwanych w sposób ciągły prostopadle do kierunku propagacji fali w rezonatorze wnękowym, w którym umieszczona jest antena zasilana przez magnetron oraz elementy dopasowujące, **znamiennie tym**, że w ścianie rezonatora wnękowego (1) znajduje się zestaw szczelin wzdłużnych (9a), przy czym ich ilość wzrasta w miarę oddalania się od anteny (2) w kierunku propagacji fali (f<sub>2</sub>).

5. Urządzenie do regulacji poziomu energii mikrofalowej przekazywanej z rezonatora wnękowego do taśm lub arkuszy materiału dielektrycznego poddawanego obróbce, przesuwanych w sposób ciągły prostopadle do kierunku propagacji fali w rezonatorze wnękowym, w którym umieszczona jest antena zasilana przez magnetron oraz elementy dopasowujące, **znamiennie tym**, że w ścianie rezonatora wnękowego (1) znajdują się poprzeczne szczeliny promieniujące (9b), które w miarę odda-

lania się od anteny (2) wzdłuż kierunku propagacji fali ( $f_2$ ), są położone coraz bliżej krawędzi rezonatora wnękowego (1), przy czym odległość między dwoma sąsiednimi szczelinami jest równa połowie długości fali  $\lambda_g$  w rezonatorze wnękowym (1).

6. Urządzenie do regulacji poziomu energii mikrofalowej przekazywanej z rezonatora wnękowego do taśm lub arkuszy materiału dielektrycznego poddawanego obróbce, przesuwanych w sposób ciągły prostopadle do kierunku propagacji fali w rezonatorze wnękowym, w którym umieszczona jest antena zasilana przez magnetron oraz elementy dopasowujące, **znamiennie tym**, że w ścianie rezonatora wnękowego (1) znajduje się co najmniej jedna szczelina wzdłużna (9) oraz szczeliny poprze-

czne (9b) rozłożone rozbieżnie w kierunku propagacji fali ( $f_2$ ).

7. Urządzenie według zastrz. 1 albo 3 albo 4 albo 5 albo 6, **znamiennie tym**, że w rezonatorze wnękowym (1) znajduje się dodatkowa płytka (10) koncentrująca pole elektromagnetyczne, przy czym płytka (10) umieszczona jest pod wzdłużną szczeliną (9).

8. Urządzenie według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że rezonator wnękowy (1) zawiera perforowaną przesłonę (12) umieszczoną nad szczeliną (9) rezonatora wnękowego (1), przy czym przesłona (12) połączona jest z elementem nastawczym (13) umożliwiającym przemieszczanie się perforacji przesłony względem szczelin rezonatora wnękowego.

FIG.1.

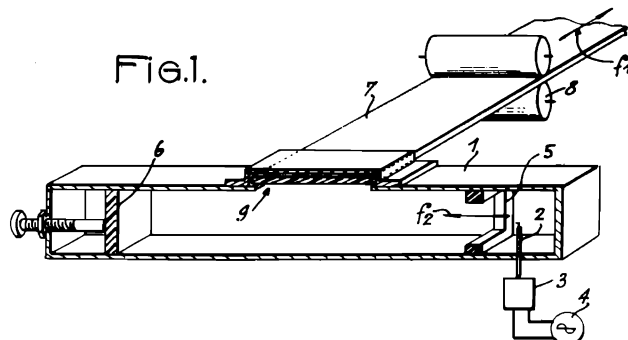


Fig. 6.

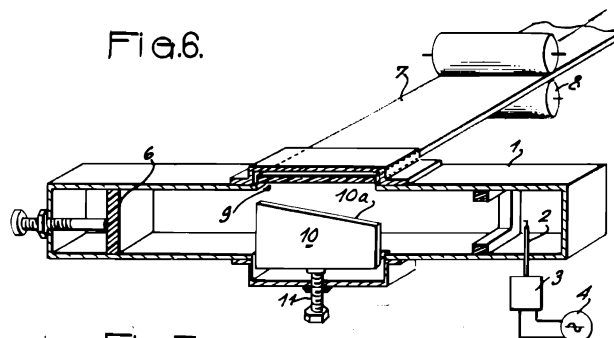


FIG. 7.

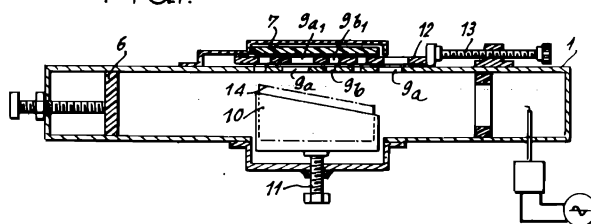


Fig.2.

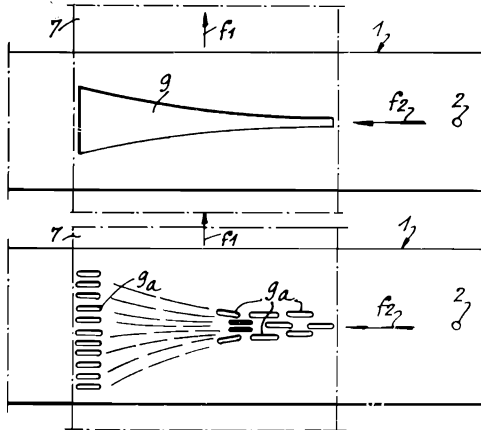


Fig.4.

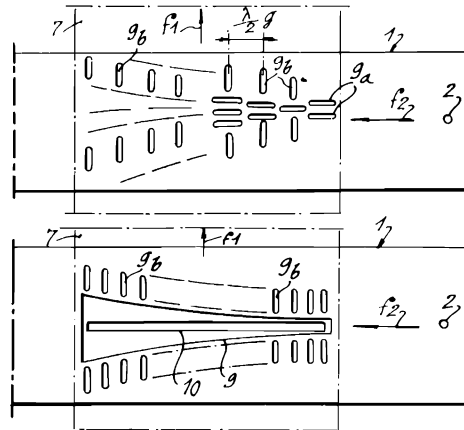


Fig.3.

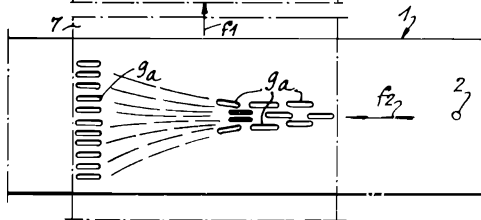


Fig.5.

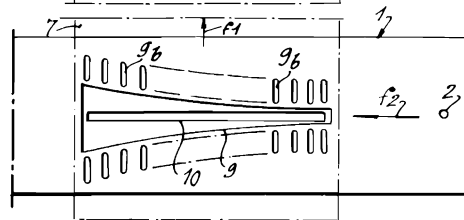


Fig.8.

