

Lietuvos mokslas ir pramonė

ELEKTRONIKA ' 97

Konferencijos pranešimų medžiaga

2 knyga

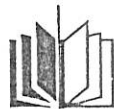


Kauno technologijos universitetas
1997 m. balandžio 25 d.,
gegužės 14-16 d.

Kaunas University of Technology
April 25, May 14-16, 1997

Каунасский технологический
университет
25 апреля, 14-16 мая, 1997

Lietuvos
universitetai



KINESKOPŲ ALIUMININIMO TECHNOLOGINIO PROCESO AUTOMATIZUOTOJO VALDymo SISTEMA

R.Žilinskas, L.Jakučionis, J.Valickas

Lietuva, Kauno technologijos universitetas, AB "Ekranas"

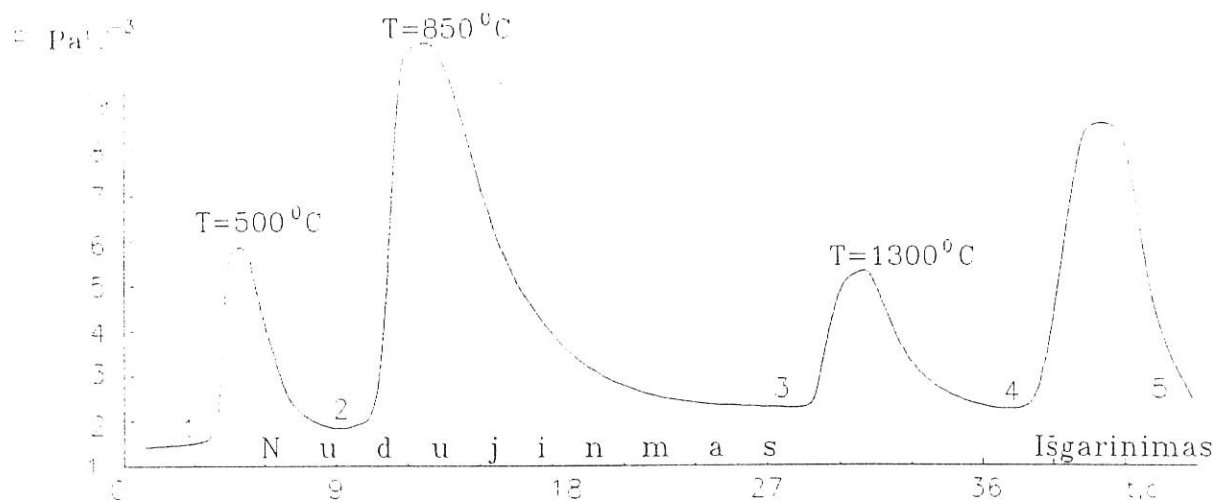
Aliuminio plėvelės formavimo ant kineskopo ekrano, t.y., ant liuminofo sluoksnio tyrimai parodė, kad sistemos liuminofo sluoksnis - aliuminio plėvelė būvis, o tuo pačiu ir technologinių nuostolių lygis ekranų aliuminavimo operacijoje priklauso nuo tokių faktorių: liuminofo padengimo, organinės plėvelės kokybės, aliuminio plėvelės užgarinimo sąlygų. Dalis technologinių nuostolių aliuminavimo operacijoje yra liuminofo padengimo brokai, kurie išryškėja aliuminuojant ekranus ir nepriklauso nuo aliuminavimo technologinio proceso. Kita dalis technologinių nuostolių tiesiogiai priklauso nuo aliuminavimo technologinio proceso eigos.

Automatizuota kineskopų ekranų aliuminavimo technologinio proceso valdymo sistema turi užtikrinti: technologinių įrengimų kontrolę; atlikti aliuminio užgarinimą optimaliomis sąlygomis; surinkti reikalingą statistinę informaciją. Apdorojant šią informaciją galima įvertinti liuminofo sluoksnio ir organinės plėvelės kokybę, t.y., įvertinti ekranoavimo technologinio proceso būvį.

Kaip rodo tyrimai, aliuminavimo technologinio proceso valdymui reikalinga matuoti šiuos parametrus: liekamųjų dujų slėgimą prieš nudujinimą, nudujinimo metu, prieš aliuminio išgarinimą ir išgarinimo metu, atsiurbimo greitį, difuzinio siurblio kaitinimo galingumą; aliuminio plėvelės storį nuo aliuminio išgarinimo srovės įjungimo momento iki išgarinimo pabaigos; laiką, per kurį pasiekiamo pirmą kritinį storį, kondensacijos greitį ir maksimalų aliuminio plėvelės storį: garintuvo srovę, galingumą naudojamą nudujinimo ir išgarinimo metu bei garinimo greitį.

Liekamųjų dujų slėgis yra vienas iš svarbiausių parametru lemiantis aliuminio plėvelės savybes. Matuodami liekamųjų dujų slėgimo kitimą, galime spręsti ir apie aliuminavimo posto darbo kokybę. Kaip rodo atlikti tyrimai, slėgis, prie kurio galime pradėti aliuminavimo technologinį procesą yra $P < 10^{-2} \text{Pa}$. Ši sąlyga turi būti išpildyta aliuminavimo pozicijoje prieš nudujinimą. Kaitinant volframinį garintuvą, iš jo ir aliuminio išsiskiria

pozicijoje prieš nudujinimą. Kaitinant volframinį garintuvą, iš jo ir aliuminio išsiskiria dujos, kurios padidina slėgimą. Slėgimo padidėjimas ir jo kitimas prie įvairių garintuvo temperatūrų pavaizduoti 1pav. Pirmas slėgio padidėjimo maksimumas yra gaunamas prie palyginti žemų temperatūrų $T=350-500^{\circ}\text{C}$. Vyksta desorbcija dujų, kurių aktyvacijos energija minimali.



1 pav. Liekamųjų dujų slėgimo kitimas laike priklausomai nuo garintuvo temperatūros

Tai fizinės adsorbcijos molekulės. Kada kaitintuvo temperatūra pasiekia $800-900^{\circ}\text{C}$, prasideda desorbcija chemiškai adsorbuotų dujų ir gauname naują slėgimo padidėjimo piką, gerokai didesnę už pirmą. Jeigu garintuvo temperatūra nesikeičia, tai laikui bėgant slėgimas kameroje eksponentiškai mažėja artėdamas prie buvusios vertės iki temperatūros pakėlimo. Kitas garintuvo temperatūros padidėjimas duos naują slėgio padidėjimo piką, tačiau žymiai mažesnę.

Antro, aukštos temperatūros, piko dydis priklauso nuo temperatūros iki kurios įkaitinamas garintuvas, tačiau pasiekus 1300°C , jo dydis toliau nesikeičia. Tai yra paaiškinama tuo, kad pasiekus šią temperatūrą susidaro desorbcijos sąlygos dėl pagrindinės masės chemiškai adsorbuotų dujų.

Kaip matome iš 1pav., net ir po aukštos temperatūros nudujinimo, pakėlus garintuvo temperatūrą, gauname naują slėgio padidėjimo piką (taškai 4-5). Šis pikas gaunamas pradėjus tirpti aliuminiui ir jam išsiliejant ant kaitintuvo. Šiuo metu vyksta dujų desorbcija iš garintuvo ir aliuminio. Norint gerai nudujinti garintuvą ir garinamą aliuminį, reikia juos įkaitinti iki temperatūros, artimos aliuminio lydymosi temperatūrai. Taigi nudujinimą reikia atlikti dviem etapais: pirmas nudujinimas esant $T=350-500^{\circ}\text{C}$ temperatūrai, antras nudujinimas esant $T>1400^{\circ}\text{C}$ temperatūrai. Kaip matome iš 1pav., slėgimas pasiekia savo maksimumą iš karto garintuvui pasiekus tam tikrą temperatūrą, o slėgimo mažėjimas vyksta eksponen-

keblu. Žymiai paprasčiau kontroliuoti galingumą paduodamą į garintuvą.

Kaip parodė tyrimai, aliuminio išgarinimo procesą galime sudalyti į keturis etapus: 1- aliuminio išsilydymas; 2- garintuvo paviršiaus sušlapinimas skystu aliuminiu; 3-pagrindinės aliuminio masės išgaravimas; 4-aliuminio likučių ir jo junginių išgaravimas.

Pirmos stadijos metu išgaruoja tik apie 0.01% aliuminio. Antros stadijos metu išgaruoja apie 1-8% aliuminio. Šios stadijos pabaigoje prasideda pagrindinės aliuminio masės išgaravimas, kuris pasibaigia trečios stadijos pabaigoje. Ketvirtos stadijos metu, esant pakankamam galingumui išgaruoja aliuminio likučiai nuo blogai įkaitusių garintuvo vietų, taip pat aliuminio-volframo junginiai. Iš to, kas pasakyta, galime daryti išvadą, kad nudauginimą reikia atlikti tokiu režimu, kuris atitiktų pirmą išgarinimo stadiją, nepereinant į antrą stadiją. Tai reiškia, kad nudauginimą tikslinga atlikti 10-15 sekundžių trukmės impulsais, kurių metu garintuvą įkaitinti iki 1500-1600C . Nudauginimas bus geras, kai slėgimo padidėjimo pikas nudauginimo impulso metu neviršys 8% pirmo nudauginimo impulso slėgimo padidėjimo piko vertės.

Reikia pastebėti, kad liekamųjų dujų slėgimo dydis mums leidžia įvertinti technologinę situaciją ir priimti sprendimą aliuminio išgarinimo procesui vykdyti, įvertinti aliuminavimo postų darbo kokybę.

Tai reiškia, kad mes privalome nepertraukiamai matuoti slėgimą nudauginimo ir išgarinimo metu, kad įvertintume vakuuminių siurblių darbą, garintuvų ir aliuminio užterštumą. Jeigu prieš nudauginimą $P > 10^{-2} \text{Pa}$, tai vykdyti kitas operacijas negalima ir technologinis procesas nutraukiamas, ir matuojama difuzinio siurblio plytelės galingumas. Jeigu jis geras, tai reikia patikrinti posto hermetiškumą ir difuzinio siurblio darbo našumą.

Jeigu prieš nudauginimą $P < 10^{-2} \text{Pa}$, pradedamas nudauginimo procesas. Nudauginimo impulsų skaičius priklauso nuo slėgimo kameroje. Jeigu slėgimas kameroje pakyla virš 10^{-2}Pa , tai sistema neužtikrina reikiamo vakuumo ir kokybiškai atlikti aliuminavimo proceso negalima. Reikalinga patikrinti aliuminavimo postą. Kadangi sistema fiksuoja slėgimo dydį ir atsiurbimo greitį, tai yra galimybė nustatyti gedimo pobūdį ir priežastį. Garintuvas ir garinimui skirtas aliuminis prieš panaudojimą yra chemiškai nuvalomi. Vadinasi, esant nustatytam nudauginimo režimui, išsiskiria tam tikras dujų kiekis. Šių dujų kiekis nudauginimo metu yra proporcingas $\int P dt$. Jeigu nudauginimas atliekamas keliais impulsais, tai $\sum \int P dt$. Slėgio mažėjimo greitis priklauso nuo atsiurbimo greičio, garintuvo ir aliuminio užteršimo.

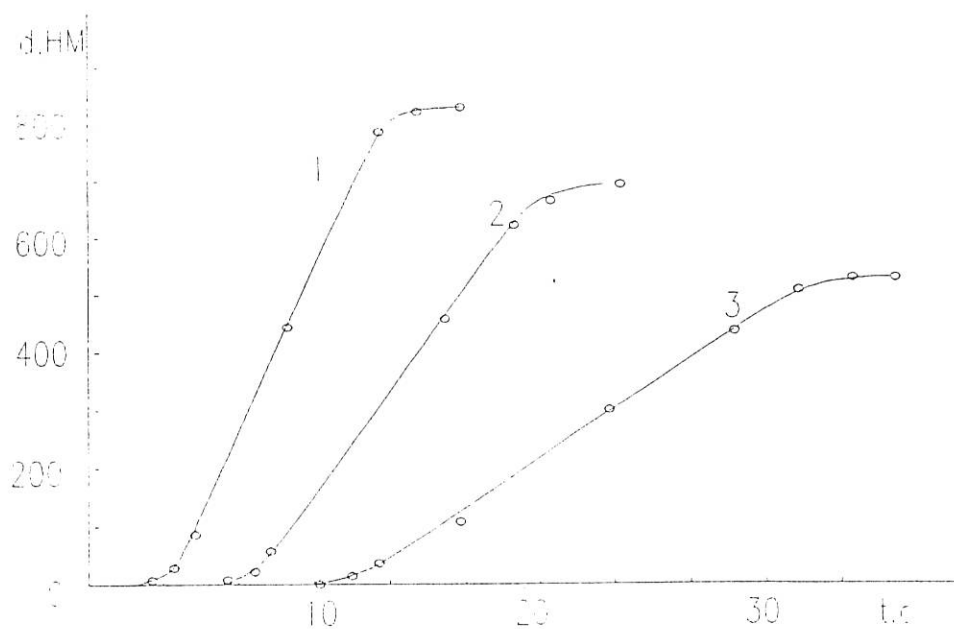
Antras svarbus faktorius lemiantis kondensacijos sąlygas yra kondensacijos greitis. Aliuminio plėvelės savybės didele dalimi yra nusakomos padėklų, ant kurio ji kondensuojasi (mūsų atveju liuminoforo sluoksnio ir organinės plėvelės) kurių kokybė aliuminavimo metu nėra

Antras svarbus faktorius lemiantis kondensacijos sąlygas yra kondensacijos greitis. Aliuminio plėvelės savybės didele dalimi yra nusakomos padėklu, ant kurio ji kondensuojasi (mūsų atveju liuminoforo sluoksnio ir organinės plėvelės) kurių kokybė aliuminavimo metu nėra kontroliuojama. Tačiau apie padėklo savybes galime spręsti pagal aliuminio plėvelės dk_1 , dk_2 ir V_k prie žinomo ir pastovaus garinimo greičio V_i . Taigi aliuminavimo procesui valdyti ir padėklo kokybei įvertinti reikalinga: atlikti aliuminio išgarinimą prie fiksuoto, paprastai maksimalaus greičio; išmatuoti ir užfiksuoti $V_i=f(t)$, $V_k=f(t)$; išmatuoti dk_1 .

Tyrimais nustatyta, kad $V_i=f(W)$ priklausomybė yra tiesinė plačiame W diapazone. Vadinasi V_i yra vienareikšmiškai nusakoma kaitinimo galingumu.

Tuo tarpu aliuminio plėvelės storį ir kondensacijos greitį V_k galime išmatuoti indukcinio aliuminio plėvelės matuokliu. Šis matuoklis reaguoja į aliuminio plėvelės varžą ir jos storį ir yra graduojamas pagal optinį plėvelės storį. Tai mums leidžia užfiksuoti momentą, kada kondensatas tampa laidus, t.y., užfiksuoti momentą, kada plėvelės storis pasiekia dk_1 . Laikas nuo garinimo pradžios, per kurį kondensatas pasiekia dk_1 nusako garų prilipimo koeficientą, kondensato kristalitų dydį ir jų tankumą, o taip pat padėklo defektus, t.y., jis charakterizuoja ekranavimo baro darbą.

Priklausomybę $d=f(t)$ 2 pav. galime sudalyti į tris dalis. Storio



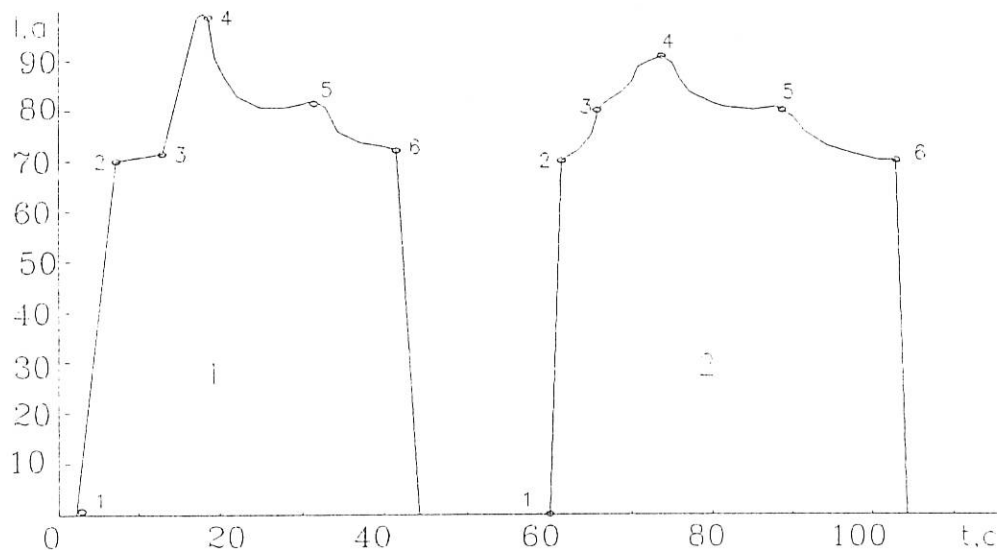
2 pav. $d=f(t)$

augimo trukmė ir jo maksimalus storis esant pastoviams V_i ir P charakterizuoja padėklą - organinę plėvelę ir dalinai liuminoforo sluoksnį. Taigi, turėdami šią priklausomybę, dėl kiekvieno aliuminuojamo ekrano ir

jas apdorojami statistiškai, galime kontroliuoti ekranavimo technologinio proceso stabilumą.

Aluminio garinimo greitį apriboja jo ištaškymas. Tai įvyksta, kai aluminio lašelis užtrumpina dalį garintuvo. Likusi dalis smarkiai perkais-ta, ir kai ant jos užteka išsilydęs aliuminis prasideda intensyvus dujų išsis-kyrimas, kuris vyksta kaip sprogimas lydymas aluminio lašelių ištaškymo. Norint sumažinti ištaškymo tikimybę būtina kruopščiai nудujinti garintuvą ir aliuminį.

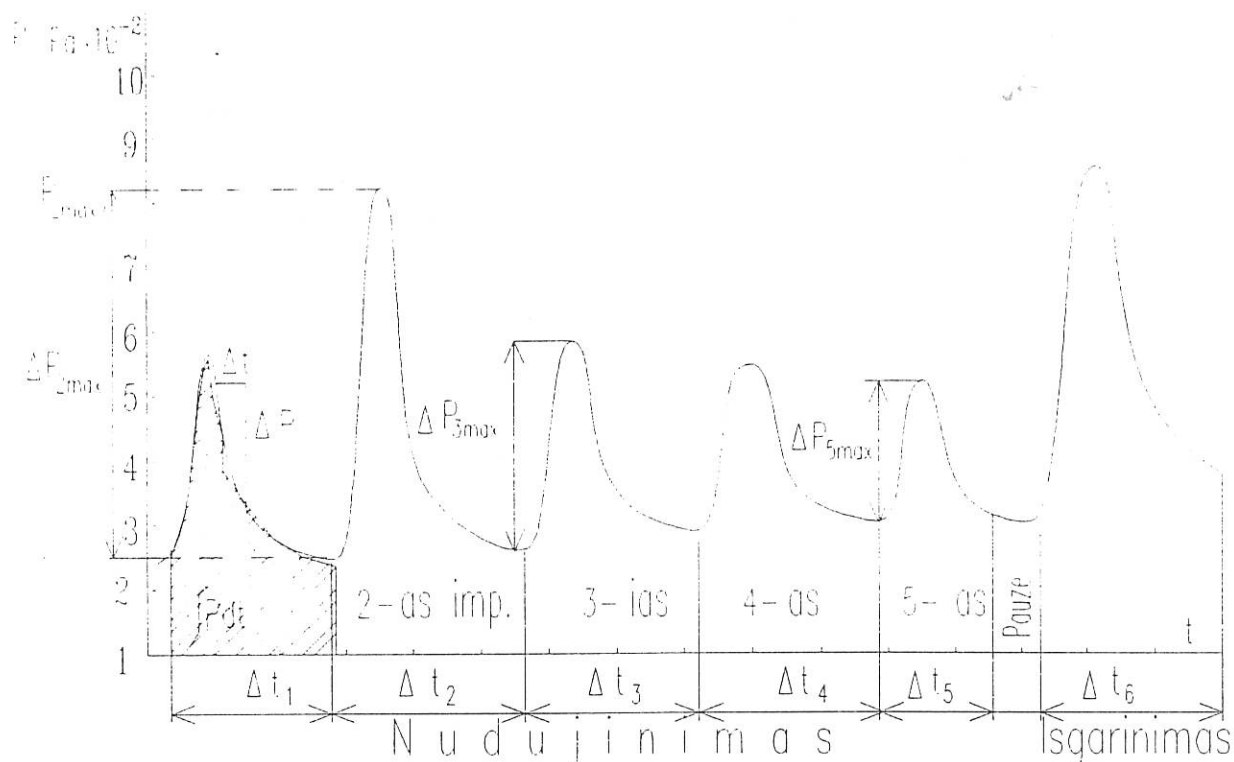
Vykdamas aluminio garinimą pradžioje, garintuvo varža jam kaistant didėja. Tačiau išsilydžius aliuminiui, varža smarkiai sumažėja, srovė išauga. Du charakteringi atvejai yra pateikti 3pav. 1 taške prasideda garintuvo kaitimas. Intervale 2-3 išsilydo aliuminis, dėl ko galimas staigus srovės šuolis (intervalas 3-4) ir aluminio ištaškymas. Kad to išvengtume, reikalinga šiame intervale apriboti srovės augimo greitį ir jos maksimalią vertę, kaip tai parodyta antrame srovės impulse. Tai yra galima



3 pav. Išgarinimo srovės impulsai

panaudojant garinimo srovės valdymo sistemą. Intervale 4-5 išgaruoja pagrindinė aluminio masė, o intervale 5- 6 išgaruoja jo likutis, garinimo srovė stabilizuojasi ir garinimą reikia nutraukti. Tuo pačiu metu ir V_k tam-pa lygus nuliui.

Aluminavimo technologinio proceso valdymo sistema turi atlikti šias funkcijas: 1. Identifikuoti aluminavimo postus; 2. Kontroliuoti aliu-minavimo posto difuzinio vakuuminio siurblio dar-bo našumą bei jo kaiti-nimo plytelės srovę; 3. Kontroliuoti vakuumo matavimo sistemos darbin-gumą. 4. Valdyti nудujinimo procesą; 5. Valdyti išgarinimo procesą; 6. Pa-teikti reikalingą informaciją darbininkui aptarnaujančiam liniją; 7. Vyk-dyti gamybinės ir technologinės informacijos surinkimą ir jos statistinį ap-dorojimą.



4 pav.

4 paveiksle duoti pagrindiniai aliuminio nudujinimo ir išgarinimo technologiniai parametrai ir laikinės priklausomybės. Pagal šį paveikslą sudarytas ir žemiau pateiktas aliuminavimo technologinio valdymo algoritmas. Šis algoritmas nėra pilnas. Jis tikrai iliustruoja proceso valdymo ideologiją. Detalus algoritmas bus sukurtas atliekant sistemos projektavimą, tačiau pagrindinė jo koncepcija liks, keisis tik detalės, priklausančios nuo priimtų techninių sprendimų.

CONTROL SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESS FOR ALUMINUM COATING OF PICTURE TUBES

R.Žilinskas, L.Jakučionis, J.Valickas

Summary

Technological operation of picture tubes aluminum coating has significant influence on their quality, especially on their light parameters. We can manage this process controlling the pressure of remaining gas and the speed of evaporation. Having dependencies of these quantities upon the time and also the speed of aluminum film condensation which can be controlled by the measuring instrument of thickness of vertical flows, we can solve following management tasks: 1. Control the work quality of technological equipment; 2. Evaluate the condition of evaporator and aluminum; 3. Execute the aluminum coating under the optimal conditions.