ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

195676
(11) (B2)

(51) Int. Cl[3]
G 03 G 5/00

(22) Přihlášeno 14 01 74
(21) (PV 222-74)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 11 07 73
(378180) Spojené státy americké

(40) Zveřejněno **31 05 79**

(45) Vydáno 15 03 83

(72)
Autor vynálezu KUEHNLE MANFRED RUDOLF, LEXINGTON (Sp. st. a.)

(73)
Majitel patentu COULTER SYSTEMS CORPORATION, BEDFORD (Sp. st. a.)

(54) Způsob výroby elektrofotografického filmu

1

Vynález se týká způsobu výroby elektrofotografického filmu. Jsou známé elektrofotografické filmy, skládající se ze 3 vrstev materiálů, přičemž spodní vrstva, tj. podložka, je s výhodou vytvořena z transparentního plastického materiálu, horní vrstva je tvořena tenkou vrstvou fotovodivého materiálu a střední vrstva je tvořena tenkou vrstvou ohmického materiálu, schopného vést elektrický proud.

Uvedené elektrofotografické filmy se s výhodou vyrábí pokovováním rozprašováním. Takové filmy však mají pro některá specifická použití nedostatečné vlastnosti, zejména nedostatečnou citlivost a gradaci.

Tyto nedostatky jsou odstraněny způsobem výroby elektrofotografického filmu, zahrnujícího podložku a nanesený fotovodivý krystalický povlak, podle vynálezu, přičemž nanesení uvedeného povlaku se provádí rozprašováním v rozprašovací komoře pomocí plasmy, vytvořené mezi terčem fotovodivého materiálu, který má být nanesen, a anodou nesoucí podložku, kde plasma zahrnuje tmavý prostor mezi plasmou a anodou, přičemž se rozprašování provádí až do okamžiku, kdy je krystalická vrstva uvedeného materiálu nanesena na podložce, jehož podstata spočívá v tom, že se mezi plasmou a anodou vytvoří dostatečný tmavý prostor spojením katody s vysokofrekvenčním výstupem vysokofrekvenčního generátoru a udržováním anody na, nebo pod potenciálem země, čímž se během nanášení vytvoří negativní předpětí.

2

Při způsobu podle vynálezu se jako fotovodivého materiálu s výhodou použije sirníku kademnatého. Během nanášení se s výhodou zavádí do rozprašovací komory sirovodík.

V podstatě všechna uvedená zlepšení vyplývají z jediného stupně způsobu výroby uvedeného elektrofotografického filmu. Tímto způsobem je použití předpětí při vysokofrekvenčním nanášení rozprašováním fotovodivé vrstvy. Rezultující vrstva je velmi hutná a i její další rozhodující vlastnosti jsou lepší než vlastnosti vrstev připravených dosud známými postupy. Tohoto předpětí se dosáhne elektrickým zapojením obvodu přenášejícího vysokofrekvenční napětí k rozprašujícímu zařízení způsobem podle vynálezu, jehož bližší a detailnější popis je uveden v další části popisu.

Vlastnosti elektrografického filmu, připraveného způsobem podle vynálezu, tj. zejména citlivost a gradace, jsou lepší než vlastnosti dosud známých elektrofotografických filmů.

V další části popisu budou popsána výhodná provedení způsobu podle vynálezu

formou příkladů provedení, a to s odkazy na připojené obrázky, kde obr. 1 představuje schematické zobrazení transparentního elektrofotografického filmu, přičemž obrázek 1, slouží pouze k výkladu známého stavu techniky; obr. 2 ilustruje rovněž známý stav techniky a znázorňuje nabíjení a vybíjení typické xerografické desky, přičemž v levé spodní části zobrazeného grafu se však nachází obdélník který představuje plochu grafu zvětšenou na obrázku 3; obr. 3 představuje graf obdobný grafu z obrázku 2, avšak tento graf zobrazuje nabíjení a vybíjení elektrofotografického filmu zhotoveného zlepšeným způsobem podle vynálezu; obr. 4 představuje graf, ukazující spektrální odezvu tenkého filmového povlaku sirníku kademnatého, zhotoveného způsobem podle vynálezu, ve srovnání se spektrální odezvou fotovodivé vrstvy sirníku kademnatého, nanesenou rozprašováním dosavadní metodou; obr. 5 představuje zjednodušené elektrické schéma obvodu zařízení pro nanášení rozprašováním, kterým se dosáhne výše uvedeného předpětí, přičemž se tohoto zařízení používá k nanášení zlepšeného fotovodivého povlaku podle vynálezu; obr. 6 představuje částečný řez elektrofotografickým filmem podle vynálezu, ukazující vybíjení uvedeného filmu.

Elektrofotografický film **10**, zobrazený na obrázku 1, je tvořen podložkou **16** z organického polymeru, která je transparentní a má tloušťku zlomku milimetru. Tato podložka **16** je ohebná a stabilní. Po jejím odplynění a normalizaci se tato podložka **16** umístí do zařízení pro nanášení rozprašováním, kde se na ni nanese ohmická vrstva **14** kysličníku india o tloušťce $3 . 10^{-2}$ až $5 . 10^{-2}$ μm.

Rezultující sestava se potom umístí do komory pro nanášení rozprašováním, kde se na ohmickou vrstvu **14** nanese ultračistý sirník kademnatý, o čistotě přibližně 99,9998 procent, k vytvoření fotovodivé vrstvy **12**, která je přibližně $3 . 10^{-1}$ μm silná.

Způsob nanášení rozprašováním a podmínky nanášení fotovodivé vrstvy **12** jsou známé, avšak zde se toto nanášení provádí za použití předpětí, přičemž příslušný obvod je zobrazen na obrázku 5. V malém, poloexperimentálním zařízení činí obvykle vysokofrekvenční příkon, dodávaný generátorem 260, 200 W; potenciál vůči zemi je roven 2 kV a předpětí činí 100 V. Použitá frekvence je 13,5 mHz. Terčík 266 ultračistého sirníku kademnatého byl připraven slisováním za horka a slinováním; jeho průměr činí 15 centimetrů.

Uzemněný kryt **278** obklopuje terčík **266** ze všech stran s výjimkou povrchu, který je přivrácen k anodě **268**; uvedený kryt **278** je od uvedeného terčíku **266** vzdálen 0,6 cm. Podložka **16**, která leží na anodě **268**, se nachází ve vzdálenosti 3,8 cm od terčíku **266**. Anoda se udržuje na teplotě 155 °C. Pracovní atmosféra je tvořena argonem nejvyššího stupně čistoty, zředěným 15 ppm čistého plynného sirovodíku k získání tlaku 1,33 Pa. Kromě obvyklého tmavého prostoru **282** mezi plasmou **280** a terčíkem **266**, díky kterému nedochází přes malou vzdálenost krytu **278** od uvedeného terčíku k depozici terčíkového materiálu na povrch krytu, je zde jasně viditelný ještě druhý tmavý prostor **284** mezi plasmou **280** a anodou **268**. Nanášení sirníku kademnatého se provádí rychlostí v rozmezí od asi $6 . 10^{-4}$ nebo $7 . 10^{-4}$ μm za sekundu do rychlosti o něco vyšších než k jakým dochází při použití větších zařízení, majících větší terče a snad i několik terčů, pohybujících se vzhledem k anodě.

Při vlastním provádění uvedeného způsobu se tlak v komoře pro nanášení rozprašováním nejdříve sníží na $1,33 . 10^{-6}$ Pa a dále se nastaví na 7,98 Pa připuštěním plynného argonu a sirovodíku. Posledně uvedený plyn slouží k dosažení vlastní stechiometrie, přičemž rovněž představuje požadovaný plyn k vyrovnání tlaku par síry, který je menší než tlak kadmiových par. Tím se zabrání rozkladu sirníku kademnatého. Finální nanášecí tlak činí 0,931 až 1,99 Pa.

Předpěťový obvod, zobrazený na obrázku 5, se liší od konvenčních vysokofrekvenčních obvodů pro nanášení rozprašováním. Při konvenčním způsobu je katoda nebo terčík připojena, popřípadě připojen, k vysokofrekvenčnímu výstupu vysokofrekvenčního generátoru obvykle přes přizpůsobovací obvod a anoda nebo člen pro nesení podložky je připojena, popřípadě připojen na zem (uzemněn). Vysokofrekvenční energie ionizuje argon, který se zavádí do komory, přičemž se mezi terčíkem a anodou vytvoří plasma. Těsně u povrchu terčíku vznikne tmavý prostor poměrně malé velikosti. Atomy terčového materiálu jsou v důsledku dopadu iontů argonu na povrch terče vyráženy z terče a hnány skrze plasmu a dále dopadají na prvek, který leží na anodě. Atomy terčového materiálu neulpí na ničem, co se nachází v uvedeném tmavém prostoru, tedy ani na vnitřním povrchu uvedeného krytu.

Potom, co byla podložka **16** umístěna na anodu, ukládají se vysrážené částice nebo atomy, a to buď samotné, nebo snad po reakci s dalšími prvky zaváděnými do komory a tvořícími plasmu, na podložku.

Vysokofrekvenční generátor **260**, zobrazený na obrázku 5, je připojen k přizpůsobovacímu obvodu a plasmového generátoru **262** prostřednictvím přenosového vedení **264**. Přizpůsobovací obvod **262** může být umístěn v těsné blízkosti tlakové komory, která zahrnuje terč **266**, anodu **268** a kryt **278**. Přizpůsobovací obvod zahrnuje induktor **L** a laditelný sériový kondenzátor **C1**, zapojené ve vysokonapěťovém vedení **270**, přičemž výstupní připojení k terčíku **266** a do komory je zprostředkováno vysokonapěťovým výstupem **272**, tvořeným libovolným vhodným elektrickým spojovacím členem.

Paralelní (bočníkový) kondenzátor **C2** je

rovněž laditelný a jeho vývod s potenciálem blížícím se potenciálu země, avšak vyšším než tento potenciál, je připojen vedením **274** k anodě **268.** Výstup **276** má takto okamžité napětí, které se liší od země vzhledem ke katodě nebo k terči **266** o určité napětí. V provozním zařízení, použitém k získání výše uvedeného povlaku sirníku kademnatého, je toto napětí asi 200 voltů. Vysokonapěťový výstup **272** má napětí asi 2 kilovolty. Kryt **278** má tvar čepičky obklopující terčík **266;** tento kryt je uzemněn. Laditelný kondenzátor **C3** je připojen k výstupu **276** a k zemi, a je tedy ve skutečnosti připojen ke krytu **278.** Kondenzátory **C2** a **C3** mají proměnlivou reakci, umožňující nastavení dělení napětí mezi terčíkem **266,** anodou **268** a krytem **278.**

Jak již bylo uvedeno, jsou mezi terčem **266** a anodou **268** na opačných stranách plasmy **280** dva tmavé prostory, a to konvenční tmavý prostor **282** a druhý tmavý prostor **284,** který vznikne jestliže se použije předpěťového zapojení.

Nanášením rozprašováním za použití předpětí se dosáhne velmi hutného povlaku rozprašovaného materiálu, a to z důvodů, které nejsou zcela objasněny. Nicméně se předpokládá, že uvedených vlastností povlaku se dosáhne v důsledku jevů, vysvětlitelných jednou nebo několika následujícími teoriemi:

a) mikrokrystaly jsou ukládány v orientovaném uspořádání, protože působí jako dipóly;

b) těžké ionty z plasmy jsou přitahovány předpětím, v důsledku čehož bombardují povlak, který již byl deponován;

c) nabité atomy zaplňují prohlubně v povrchu namísto toho, aby rozptylovaly veškerou svoji energii při přímém nárazu;

d) ukládaným atomům je v druhém tmavém prostoru **284** udělována tepelná energie;

e) fázové posunutí, ke kterému dochází v důsledku předpětí, uděluje deponovaným atomům větší energii než normálně.

Je třeba poznamenat, že uvedená teorie nikterak neomezuje vlastní rozsah vynálezu.

Graf na obrázku 2 ilustruje charakteristiky typické xerografické desky, kterou je možné zahrnout do známého stavu techniky. Použitým elektrofotografickým filmem je vrstva amorfního selenu na kovovém bubnu nebo vrstva směsi kysličníku zinečnatého a pryskyřice, nanesená na vodivém papíru. Tloušťka těchto povlaků činí zpravidla 20 až 160 μm.

První zóna (temná zóna) **A** trvá přibližně první dvě sekundy celkového reprodukčního cyklu. Konec této první zóny **A** je na grafu vymezen svislicí **30;** uvedená první zóna **A** zahrnuje dvě části, přičemž první část **B** (temná nabíjecí část) je ukončena po uplynutí 1,4 sekundy a je na grafu vymezena svislicí **32** a druhá část **C** (temná vybíjecí část) tvoří zbytek uvedené první zóny **A.** Elektrostatický člen se v temnu nabije během první části **B** pomocí vysokonapěťové koróny, přičemž stoupne povrchový potenciál fotovodivé vrstvy **12** na maximální potenciál **36** (nad 500 V). Tato hodnota představuje potenciál při stavu nasycení **38,** kdy unikání náboje s povrchu fotovodivé vrstvy **12** je v rovnováze s přiváděným nábojem na tento povrch, to znamená, že při této hodnotě maximálního potenciálu **36** náboj z povrchu uniká stejnou rychlostí, jakou je náboj na povrch přiváděn. V okamžiku, označeném na grafu svislicí **32,** se nabíjení přeruší a elektrony, představující náboj nacházející se na povrchu, začínají mít tendenci být odváděny prostřednictvím vodivého členu, který je v kontaktu s opačným povrchem fotovodivé vrstvy.

Na obrázku 1 je zobrazen elektrofotografický člen **10** nabíjený korónou produkovanou v místě **21** prostřednictvím zdroje **20,** připojeného k vodivé, tj. ohmické vrstvě **14** v místě **18.** Náboj, který se takto vytvoří na povrchu fotovodivé vrstvy **12** nebo v tenké vrstvě pod uvedeným povrchem, se vybíjí v důsledku toho, že se elektrony pohybují směrem k vrstvě **14.** To je obecný princip, na kterém je založen způsob práce libovolného elektrostatického členu. Náboj se tedy přivádí na povrch fotovodivé vrstvy **12** potud, pokud je tento povrch schopen náboj přijímat, přičemž tento náboj se na uvedeném povrchu udrží potud, pokud je fotovodivá vrstva **12** nevodivá. Fotovodivá vrstva **12** elektrofotografického filmu **10** má velmi vysoký měrný odpor v temnu, a to řádově asi 10^{12} ohm. cm, v důsledku čehož nedochází k rychlému vybití fotovodivé vrstvy **12** v temnu. Na druhé straně ztrácí dosavadní elektrostatické členy svůj náboj rychleji v temnu, a to je zobrazeno na obrázku **2** vybíjecí křivkou **40** (ještě v temnu) v druhé části **C** první zóny **A.** Tato vybíjecí křivka **40** končí po uplynutí druhé sekundy. K uvedenému vybíjení v temnu dochází tedy dokonce ještě před tím než dojde k vlastnímu použití elektrostatického členu.

Jestliže zůstane elektrostatický člen v temnu i nadále, potom vybíjecí křivka **40** pokračuje v klesání podél přerušované křivky **42.** Průběh vybíjecí křivky **40** a křivky **42** je známý a charakterizuje vybíjení elektrostatického členu za temna.

Časový rozsah stupnice grafu na obrázku 2 je roven asi 4 sekundám. Sklon vybíjecí křivky **40** a křivky **42** je poměrně mírný; při vlastním použití elektrostatického členu (při jeho expozici) je však pokles, daný vybíjením fotovodivé vrstvy **12,** rychlý. Elektrostatický člen přijímá náboj v první části **B** první zóny **A** poměrně pomalu, jak je to zobrazeno na obrázku **2** nabíjecí křivkou **34.**

Druhá zóna (expoziční zóna) **E** se nachází v časovém úseku, vymezeném 2,3 až 3,3 sekundy; během této druhé zóny **E** se elektrofotografický film **10** obrazově exponuje. Konec této zóny je vymezen svislicí **44.** Bě-

hem této zóny způsobují fotony, dopadající na povrch fotovodivé vrstvy, s povrchu elektrofotografického členu. Nejsvětlejší místa polohy produkují maximální počet fotonů, které po dopadu na elektrofotografický film **10** způsobí nejintenzívnější vybíjení podél vybíjecí křivky **46**, která je o sobě známá jako křivka vybíjení za světla, zatímco na absolutně tmavých místech podlohy nedochází k průniku a potom k dopadu žádných fotonů. Na odpovídajících místech povrchu elektrofotografického členu dochází tedy k vybíjení podél křivky **42**. Je třeba si všimnout, že vybíjecí křivka **46** není nikterak strmá, a že vybití není úplné; zbývá zde zbytkový náboj **48**. To odpovídá potenciálu asi 35 V, který je typický pro známé elektrofotografické filmy.

Mezilehlé počty fotonů, produkované různě sytými stíny reprodukované podlohy, způsobí vybíjení za světla podél vybíjecích křivek **46'**, **46"**, **46"'**, přičemž každé z těchto vybíjení podél uvedených křivek se okamžitě přeruší v okamžiku, kdy je expozice ukončena (závěrka se uzavře), a dále dochází k vybíjení zbývajícího náboje podél vybíjecích křivek **42'**, **42"**, **42"'** za temna. Tyto křivky se nachází ve třetí zóně **F** grafu na obrázku 5, která začíná v místě, vymezeném svislicí **44** a končí v místě označeném svislicí **50**.

Tato třetí (tónovací) zóna **F** trvá po dobu asi jedné sekundy. V této třetí zóně **F** je již expozice ukončena a latentní obraz, který vznikne po expozici a který je v časovém okamžiku vymezeném svislicí **44** zcela vyvolán, se podrobí účinku částic tónovacího pigmentu. V této třetí zóně **F** musí být dostatek času, který je potřebný k relativnímu pohybu elektrofotografického členu a částic tónovacího pigmentu směrem k sobě a k přilnutí uvedených částic tónovacího pigmentu na povrch elektrofotografického členu. Navíc musí být náboj na povrchu elektrofotografického členu tvořený nábojem, který na povrchu zbyl v důsledku temna nebo částečného temna, dostatečně veliký, aby způsobil přilnutí částic tónovacího pigmentu k povrchu elektrofotografického členu. Částice tónovacího pigmentu musí zase lnout k povrchu až do okamžiku, kdy jsou k tomuto povrchu přitaveny nebo kdy jsou přeneseny na jiný povrch, k čemuž dochází v čase za svislicí **50**.

Je třeba si všimnout, že zbytkový náboj **48** způsobí přilnutí částic tónovacího pigmentu dokonce i v případě, kdy na povrch elektrofotografického členu dopadá velmi jasné světlo. V důsledku toho je téměř nemožné získat v konečném obrazu bílé plochy. Podobně křivka **42** vybíjení za temna, v místě vymezeném svislicí **50**, poměrně rychle klesá z maximálního potenciálu **36**, takže je rovněž obtížné získat správně vybarvené černé plochy. Šedá stupnice mezi těmito dvěma extrémy nemá rovněž fotografickou kvalitu.

Další nevýhodou známých elektrofotografických filmů je fotovodivostní setrvačnost. Tento jev je charakteristický tím, že když se v okamžiku daném svislicí **44** přeruší expozice, pokračuje vybíjení ještě určitý okamžik jako při expozici. Tento jev probíhá s různou intenzitou v závislosti na typu použitého materiálu. Uvedený efekt je graficky ilustrován pozvolnou extrapolací vybíjecích křivek **46'**, **46"**, **46"'** do třetí zóny **F** dříve než tyto křivky dostanou typický charakter vybíjení za temna. Jak bude později ukázáno, povlaky zhotovené způsobem podle vynálezu tuto setrvačnost nevykazují. Odpovídající přechod z vybíjení za světla do vybíjení za temna je ostrý a rychlý. To umožňuje krátkou expozici a dosažení vysoké rozlišovací schopnosti.

Zařízení pro přitavení obrazu vytvořeného částicemi tónovacího pigmentu k povrchu elektrofotografického členu nebo pro přenesení tohoto obrazu je známé. V případě přitavení se elektrofotografický člen vede skrze tónovací lázeň, která se při provozu zařízení vyčerpává, takže se obraz stává stále světlejším. Kapalina se odpařuje nebo vysušuje z členu během přitavení. V případě přenosu obrazu se buben přitiskne proti listu přenosového papíru a obraz se k papíru přitaví, zatímco se buben obrousí kartáčem a úplně vybije jasným světlem v případě potřeby, aby byl připraven pro zhotovení dalšího obrazu.

Elektrofotografický film **10** podle vynálezu se nabije a exponuje způsobem, který je ilustrován na obrázku 3. Z obrázku 3 je patrné, že zobrazená napětí jsou podstatně nižší než napětí zobrazená na obrázku 2, a že pokud jde o tloušťku fotovodivého povlaku, je intenzita pole na jednotku tloušťky mnohem vyšší než v případě dosavadních fotovodivých vrstev. V případě fotovodivé vrsty podle vynálezu má uvedená intenzita hodnotu přibližně rovnou 10^6 voltů na centimetr. Zlepšení, kterého se dosáhne nanášením rozprašováním za použití předpětí, je nejlépe patrné srovnáním obrázků 2 a 3.

Před provedením vlastního srovnání je třeba připomenout malý obdélník **G** v levé spodní části grafu na obrázku 2. Tento obdélník je na obrázku 3 vynesen přibližně ve stejném měřítku jako na obrázku 2, pokud jde o stupnice na osách x a y. Rozsah napětí na ose obrázku 3 je pouhým zlomkem rozsahu napětí na obrázku 2. Přerušovaná čára **52**, protínající osu napětí u hodnoty 50 voltů, představuje na obrázku hladinu šumu v systémech, jejichž funkce je ilustrována tímto grafem, takže je zřejmé, že všechny děje, ke kterým dochází při použití fotovodivého filmu podle vynálezu, probíhají při napětích, která jsou pro aplikaci o sobě známých elektrofotografických filmů prakticky nepoužitelná.

V systému podle vynálezu není žádný šum. Rovněž je třeba si povšimnout toho, že v případě použití elektrofotografického filmu podle vynálezu, ilustrovaného na obrázku 3, dochází ke kompletnímu vytónování elektro-

statického obrazu, ještě předtím než u fotovodivého členu podle známého stavu techniky dojde k dosažení jeho maximálního náboje, exponování a tónování.

Obrázek 3 ilustruje funkce a charakteristiky fotovodivé vrstvy typického elektrofotografického filmu, který byl zhotoven způsobem podle vynálezu, a který je použit popsaným způsobem.

Tloušťka povlaku, jeho fotoelektrický výtěžek a poměr mezi charakteristikami vybíjení za temna a za světla rezultují ve velké diferenci v rozsahu času a napětí, zobrazeného na grafu z obrázku 3, když se provede srovnání s obdobnými kvantitami fotovodivé vrstvy typického elektrofotografického členu podle známého stavu techniky, ilustrovaného na obrázku 2. Trvání jednotlivých funkcí je podstatně kratší.

Při použití elektrofotografického filmu podle vynálezu se předpokládá, že se fotovodivá vrstva rychle nabije na napětí, které je vyšší než napětí odpovídající stavu nasycení. Napětí **204** při stavu nasycení zobrazené na obrázku 3, je jen o málo menší než 40 voltů. Toto napětí je typické pro fotovodivý povlak, tvořený sirníkem kademnatým. Během prvních 300 milisekund vystoupí rezultující povrchový náboj z nuly na asi 52 V.

Nabíjecí křivka **200** je v podstatě lineární a dosahuje svého maxima **202**, které se nachází nad stavem nasycení **204**. Z maxima **202**, ve kterém má fotovodivá vrstva maximální náboj, klesá potom povrchový potenciál filmu rychlostí, která je závislá na množství světla, kterému je film vystaven, je-li nějakému světlu vystaven vůbec. Jestliže po dosažení maxima **202** se film nachází v úplné temnotě, potom sleduje povrchový potenciál charakteristickou vybíjecí křivku vybíjení za temna, danou pro použitý film a pro výchozí maximum **202**. Vybíjecí křivka za temna se skládá ze dvou sekcí; počáteční sekce **206** je ve srovnání se zbývající sekcí **208** poměrně strmá.

Počáteční sekce **206** představuje vybití povrchového potenciálu z napětí, kterého se dosáhne v okamžiku ukončení nabíjení, na napětí stavu nasycení **204**. Toto vybití probíhá poměrně rychle vzhledem k tomu, že na povrch fotovodivého povlaku byl přiveden náboj, který uvedený povrch není schopen udržet po delší časový interval; nicméně je třeba zdůraznit, že náboj je zadržen lépe než obvyklým elektrofotografickým filmem, jehož příklad je popsán ve spojení s obrázkem 2.

Když se dosáhne stavu nasycení **204**, to znamená když počáteční sekce **206** vybíjecí křivky dosáhne bodu **210**, uplyne pouze 600 milisekund. Při použití fotovodivé vrstvy, získané způsobem podle vynálezu, probíhají jednotlivé děje celkového cyklu velmi rychle jak bude ještě vysvětleno.

Po dosažení stavu nasycení **204** se sklon vybíjecí křivky za temna zmírní a vybíjení za temna od tohoto okamžiku probíhá menší rychlostí, jak je to patrné z obrázku 3. Jestliže tedy nabitý elektrofotografický film není vůbec osvětlen, potom sleduje povrchový potenciál vybíjecí křivku, tvořenou počáteční sekcí **206** a zbývající sekcí **208**.

Křivka vybíjení za světla má rovněž dvě sekce, avšak její průběh není závislý na stavu nasycení **204**, protože extrémně vysoká rychlost vybíjení za světla způsobuje velmi rychlý pokles povrchového potenciálu na hodnotu, která se nachází pod stavem nasycení **204**. To se děje v důsledku významné charakteristiky elektrofotografického filmu podle vynálezu, tj. v důsledku velkého fotovodivého výtěžku. Je-li elektrofotografický film kompletně osvětlen jasným světlem, potom během 30 milisekund klesne povrchové napětí podél křivky **212**, která je prakticky přímá, do ohybu **214**, který se nachází právě nad nulovým napětím. Napětí se potom asymptoticky blíží k nule podél křivky **216**. Ve většině případů, je uvedená křivka **216** tak blízko nule, že je prakticky nemožné změnit hodnotu zbytkového potenciálu.

Hustota náboje, a tedy i optická hustota, které by bylo dosaženo při účinném tónování, je maximální v maximu **202** a minimální v ohybu **214**.

Jelikož se elektrofotografický film podle vynálezu exponuje přes obrazovou podlohu, a jelikož tedy na něho v různých místech dopadá různé množství světla, bude vybíjení v těchto různých místech sledovat vybíjecí křivky, nacházející se někde mezi křivkami vybíjení za úplného temna a za jasného světla; tři takové křivky jsou zobrazeny na obrázku 3.

Celková expozice elektrofotografického filmu v příkladu ilustrovaném na obrázku 3 trvá 30 milisekund, přičemž k expozici dochází mezi 0,3 a 0,33 sekundy. Je třeba poznamenat, že expozice začíná bezprostředně potom, co bylo dosaženo maxima **202**, přičemž tato hodnota může být zvolena ve shodě s množstvím světla, pravděpodobně poskytnutým podlohou, která má být reprodukována. Pro nízký světelný průměr by měl být povrchový náboj pokud možno vysoký k dosažení co největšího rozdílu mezi vybíjením za temna a vybíjením za světla. Pro vysoký světelný průměr není zapotřebí tak vysokého povrchového náboje jako v předcházejícím případě.

Výše uvedené tři křivky vybíjení za světla, ilustrující vybíjení tří míst na které dopadlo odlišné množství světla, představují tři odlišné situace vybíjení povrchového potenciálu. Na první místo dopadlo nejvíce světla, avšak nikoliv zase tak mnoho, jako v případě expozice maximálně jasným světlem, přičemž vybíjení povrchového náboje v tomto místě probíhá podél křivky **217** během expozice a potom se toto místo po 0,33 sekundy opět nachází v temnu. V ohybu **218** úbytek potenciálu začne být rovnoběžný s křivkou **208** rozpadu za temna. Pokles napětí bude tedy v tomto případě probíhat po-

dle křivky **222**. Celá křivka poklesu napětí v místě, které bylo ze všech třech míst osvětleno nejjasnějším světlem, je tedy tvořena křivkami **217** a **222**.

Obdobně bude pokles napětí v místě, které bylo exponováno méně intenzívním světlem, probíhat nejprve podle strmé křivky **224**, charakterizující vybíjení fotovodivého povlaku v uvedeném místě za světla; v ohybu **226** dochází ke zlomu vybíjecí křivky a dále má vybíjení charakter vybíjení za temna, přičemž toto vybíjení probíhá podél křivky **230** nacházející se pod hladinou **228**. Pokud jde o pokles napětí v místě fotovodivé vrstvy, které bylo ze všech uvedených míst exponováno nejslabším světlem, probíhá uvedený pokles napětí nejprve podél křivky **232** až do ohybu **234** nacházejícího se na úrovni napětí **236**. Část vybíjecí křivky **208** za temna, probíhající pod uvedenou úrovní napětí, je zobrazena vpravo od bodu **238**. Tato část křivky **208** může být potom posunuta do leva k bodu **234**, přičemž potom znamená pokračování poklesu napětí při vybíjení uvedeného třetího místa fotovodivého povlaku elektrofotografického filmu; tato část křivky je označena vztahovou značkou **240**. Křivky **206** a **208** jsou křivkami, podle kterých probíhá vybíjení fotovodivé vrstvy v případě, že tato vrstva není vůbec osvětlena.

Jak je to patrné z obrázku 3, může být s tónováním započato bezprostředně po ukončení expozice, tj. po uplynutí 0,33 sekundy od započetí nabíjení, přičemž toto tónování může trvat až asi do jedné sekundy od začátku nabíjení. Tento čas je omezen rychlostí mechanického pohybu částic tónovacího pigmentu směrem k povrchu elektrofotografického filmu a schopností uvedených částic tónovacího pigmentu k povrchu uvedeného elektrofotografického filmu, v důsledku přitažlivé síly zbytkového náboje.

Rezultující optické hustoty jsou určeny množstvím zbytkového náboje, a tedy v důsledku toho množstvím přilnutého tónovacího pigmentu; za výše uvedených podmínek může být dosaženo například následujících optických hodnot: v místě osvětleném nejjasnějším světlem, jehož vybíjení je dáno křivkami **212** a **216** poklesu náboje za světla, je dosaženo optické hustoty 0,001 jednotky; v místě, jehož vybíjení je dáno křivkami **217** a **222** poklesu náboje za světla, je dosaženo optické hustoty 1,0; v místě, jehož vybíjení je dáno křivkami **224** a **230** poklesu náboje za světla, je dosaženo optické hustoty 1,5 a v místě, jehož vybíjení je dáno křivkami **232** a **240** poklesu náboje za světla je dosaženo optické hustoty 2,0. V místech fotovodivé vrstvy, které nebyly vůbec osvětleny, a ve kterých probíhá vybíjení podél křivek **206** a **208** vybíjení za temna, se dosáhne optické hustoty 2,5.

Aby bylo srovnání mezi grafy, zobrazenými na obrázcích 2 a 3 úplné, je třeba poznamenat, že u elektrofotografického členu podle vynálezu není žádné zbytkové napětí, jak je to patrné z obrázku 3. V důsledku toho jsou místa fotovodivého povlaku, která byla osvětlena jasným světlem, bez náboje; tato místa jsou po nanesení tónovacího pigmentu prosta tohoto pigmentu a představují jasně bílá místa reprodukce. Rovněž pokles náboje během tónování činí nejvýše jeden nebo dva volty a napětí povrchu fotovodivé vrstvy v daném místě je tedy během tónování v podstatě zachováno na hodnotě, které bylo dosaženo bezprostředně po expozici; v důsledku toho se v místech, jejichž vybíjení je dáno křivkou **208** vybíjení za temna, zadrží dostatečný náboj k vytvoření dokonale sytých míst po nanesení tónovacího pigmentu. Průběh vybíjení na místech, která byla exponována světlem, jehož intenzita se nachází někde mezi nulovou světelnou intenzitou a maximálně jasným světlem, je mírně klesající, což dává plynulou šedou stupnici, a tedy i extrémně vysokou kvalitu vytvořeného obrazu. Anisotropie fotovodivého povlaku je taková, že dosažená rozlišovací schopnost se vyrovná rozlišovací schopnosti většiny jemnozrnných fotografických filmů nebo jí dokonce předčí. Při použití elektrofotografického členu podle vynálezu bylo dosaženo rozlišení 1000 čar na milimetr.

Nabíjení podle nabíjecí křivky **200** na povrchový potenciál vyšší než nasycené napětí **204** bude použito za světelných podmínek, při kterých je žádoucí, aby elektrofotografický film s fotovodivou vrstvou podle vynálezu měl maximální citlivost. K tomu dochází v případech, kdy je k dispozici pro exponování minimální světlo. Pro lepší světelné podmínky není zapotřebí nabíjet fotovodivý povlak tak vysoko a nabíjení, probíhající podél nabíjecí křivky **200**, se zastaví již při dosažení nižších potenciálů, které jsou často nižší než nasycené napětí. Pro všechny elektrofotografické členy je typické, že při nižších povrchových nábojích je zapotřebí delších tónovacích časů k zajištění optimální přilnavosti tónovacího pigmentu. Tónovací časy mohou být zkráceny elektrostatickou projekcí tónovacího pigmentu na nabitý povrch fotovodivé vrstvy, za použití stejnosměrných potenciálů mezi zdrojem částic tónovacího pigmentu a uvedeným povrchem.

Důležitou charakteristikou fotovodivé vrstvy podle vynálezu, patrnou z grafu na obrázku 3, je strmost vybíjecích křivek **232**, **224**, **217** a **212**, která znamená velmi rychlé vybíjení fotovodivé vrstvy při jejím exponování; ostrost ohybů **234**, **226**, **218** a **214** znamená, že po ukončení expozice dochází k okamžitému přerušení vybíjení, probíhajícího podle charakteristické křivky vybíjení za světla, a k okamžitému přechodu na vybíjení, probíhající podle charakteristické křivky vybíjení za temna. Jestliže se fotovodivá vrstva exponuje maximálně jasným světlem na nulový povrchový potenciál, znamená to, že se získá čistě bílé pozadí, přičemž mezi tímto pozadím a nejsytějším místem se vzhle-

dem k výše uvedeným charakteristikám fotovodivé vrstvy podle vynálezu dosáhne plynulé šedé stupnice polostínů. Poměrně malá strmost křivek **208**, **240**, **230** a **222** vybíjení za temna znamená schopnost zadržet náboj, což poskytuje čas nezbytný k tónování elektrostatického obrazu a ke kontrole tónovaného obrazu.

Graf na obrázku 4 ilustruje spektrální odezvu vers. propustnost o sobě známé vrstvy sirníku kademnatého a fotovodivé vrstvy **12** podle vynálezu. Na vertikální ose je vynesena propustnost v procentech (od nuly do 100 %) a na horizontální ose je vynesena vlnová délka v μm. Viditelná část spektra je na uvedeném grafu vymezena svislicemi **250** a **252**. Křivka **254** znamená odezvu fotovodivé vrstvy sirníku kademnatého, nanesenou zplešeným způsobem podle vynálezu; tloušťka tohoto povlaku, měřená interferometrickou metodou, je 0,4120 μm. Křivka **256** ilustruje odezvu o sobě známé vrstvy sirníku kademnatého, nanesené konvenční metodou nanášením rozprašováním. Tloušťka tohoto povlaku je asi 0,5 μm. Je třeba poznamenat, že fotovodivá vrstva podle vynálezu je zcela automaticky panchromatická, zatímco fotovodivá vrstva podle známého stavu techniky panchromatická výlučně není. Navíc dosavadní fotovodivá vrstva sirníku kademnatého nemá některé nezbytné vlastnosti, zejména akceptibilitu náboje, fotovodivý výtěžek, vysokou odolnost, které jsou nutné pro výše popsané použití.

Vysoký fotovodivý výtěžek fotovodivé vrstvy **12** umožňuje zjednodušený způsob vybíjení uvedené vrstvy, který bude ilustrován s odkazy na obrázek 6. Elektrofotografický film **10** má podložku **16**, ohmickou vrstvu **14** kysličníku india a fotovodivou vrstvu **12**. V daném případě není zapotřebí vytvořit spojení typu, který je ilustrován jako spojení **18** na obrázku 1. Není již zapotřebí vytvořit na kraji filmu výstup tvořený proužkem obnažené ohmické vrstvy, zhotoveného maskováním odpovídajícího proužku ohmické vrstvy při nanášení fotovodivé vrstvy; namísto toho mohou být okraje filmu úplně jednoduše seříznuté tak, jak k tomu dochází při odstřižení elektrofotografického filmu **10** z pásu vystupujícího z komory pro nanášení rozprašováním. Pro názornější pochopení jsou rozměry filmu, stejně jako v případě filmu na obrázku 1, přehnaně zvětšeny. Jak je to patrné z obrázku 6, je v přímém kontaktu s fotovodivou vrstvou **12**, a to s jejím povrchem **28**, kovový rámeček **70**, který je uzemněn. Jestliže fotovodivá vrstva není nabita, potom odpor mezi rámečkem **70** a ohmickou vrstvou **14** je extremně vysoký. Za těchto podmínek je fotovodivá vrstva **12** dobrým izolátorem. Jestliže se fotovodivá vrstva **12** nabije, jsou izolační vlastnosti této vrstvy za temna ještě znamenité, protože její měrný odpor za tmy je řádově roven 10^{12} ohm . cm. V důsledku toho ještě nedochází k prakticky žádnému elektrickému spojení mezi rámečkem **70** a ohmickou vrstvou **14**, takže mezi těmito prvky nedochází k průtoku proudu. Jakmile se však povrch **28** obrazově exponuje, stává se fotovodivá vrstva **12** vysoce vodivou, takže jestliže je uvedená vrstva v blízkosti rámečku **70** a je současně osvětlena, dochází k elektrickému spojení ohmické vrstvy **14** a rámečku **70** prostřednictvím fotovodivé vrstvy **12**. Takto se tedy může dosáhnout požadovaného vybití.

V případě potřeby může mít optický systém zařízení některé prostředky k zajištění toho, aby fotovodivá vrstva **12** v blízkosti rámečku **70** nebyla ve tmě během expozice nebo byla osvětlena maximem světla k dovršení vybíjecího cyklu. Samotná fotovodivá vrstva nemusí být nanesena na podložku, která je tenká, průhledná a ohebná. Lze ji například nanést na skleněnou podložku a připravit skleněné diapozitivy nebo skleněné elektrofotografické členy. Rovněž může být nanášena přímo na kovové disky nebo válce a podobně, pro záznamové a paměťové účely. Rovněž ji může být použito při výrobě obvodových prvků aktivovaných světlem a podobně. Jedním z nejdůležitějších použití však je náhrada za fotografické filmy, bez jejich typických nevýhod.

Materiál, ze kterého je zhotoven elektrofotografický film podle vynálezu, může mít zlepšený výtěžek, a to dokonce do stupně vyššího než se dosáhne nanášením rozprašováním za použití předpětí a to pečlivým dotováním. Jako dotační složku lze použít měď; nicméně může být použito i jiných dotačních složek, jako například jodovodíku.

Mezi chemikálie, které jsou vhodné pro použití jako materiál fotovodivé vrstvy, lze zahrnout

podvodný sirník zinku a india ($ZnIn_2S_4$),
sirník arzenitý (As_2S_3),
selenid zinečnatý (ZnSe),
telurid zinečnatý (ZnTe),
selenid kademnatý (CdSe),
telurid kademnatý (CdTe),
arsenid galnatý (GaAs),
sirník antimonitý (Sb_2S_3).

Rovněž může být použito i jiných vhodných materiálů a jejich směsí. V každém případě jde o sloučeniny, které jsou známé jako fotovodiče. Předpokládá se, že všechny uvedené materiály budou aplikovatelné vysokofrekvenčním rozprašováním, za použití předpětí k dosažení popsaných výsledků, i když snad nikoliv tak dobrých jako za použití sirníku kademnatého. Tyto sloučeniny mohou být dosti snadno testovány tím, že se z nich zhotoví terče a/nebo se zavedou chemikálie do komory pro nanášení rozprašováním jako plyny nebo se nechají sublimovat. Přitom je třeba dbát krajní opatrnosti při zajištění toho, aby vnitřek komory a všechny jeho vnitřní prvky byly úzkostlivě čisté, a aby při výrobě terčů bylo postupováno s krajní pečlivostí. Jestliže je přítomno byť i několik ppm nečistot, může se dosáhnout velmi nepříznivých výsledků.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

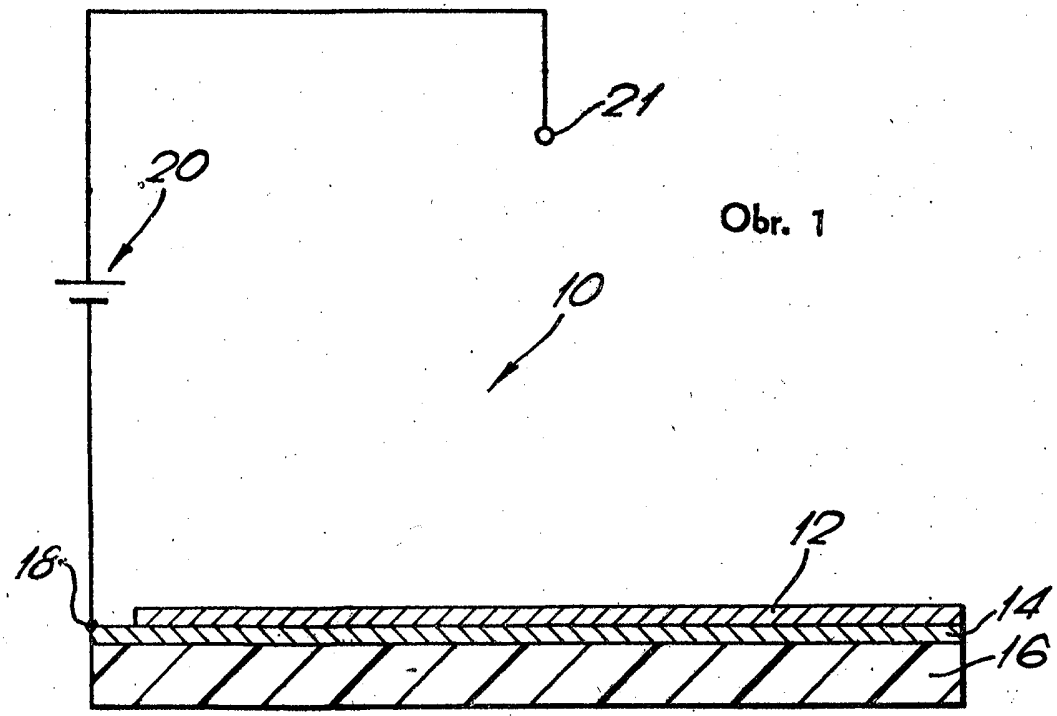
1. Způsob výroby elektrofotografického filmu, zahrnujícího podložku a nanesený fotovodivý krystalický povlak, přičemž nanesení uvedeného povlaku se provádí rozprašováním v rozprašovací komoře pomocí plasmy, vytvořené mezi terčem fotovodivého materiálu, který má být nanesen, a anodou nesoucí podložku, kde plasma zahrnuje tmavý prostor mezi plasmou a anodou, přičemž se rozprašování provádí až do okamžiku, kdy je krystalická vrstva uvedeného materiálu nanesena na podložce, vyznačený tím, že se mezi plasmou a anodou vytvoří dodatečný tmavý prostor spojením katody s vysokofrekvenčním výstupem vysokofrekvenčního generátoru a udržováním anody na, nebo pod potenciálem země, čímž se během nanášení vytvoří negativní předpětí.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že se jako fotovodivého materiálu použije síry nebo kademnatého.

3. Způsob podle bodu 2, vyznačený tím, že se během nanášení zavádí do rozprašovací komory sirovodík.

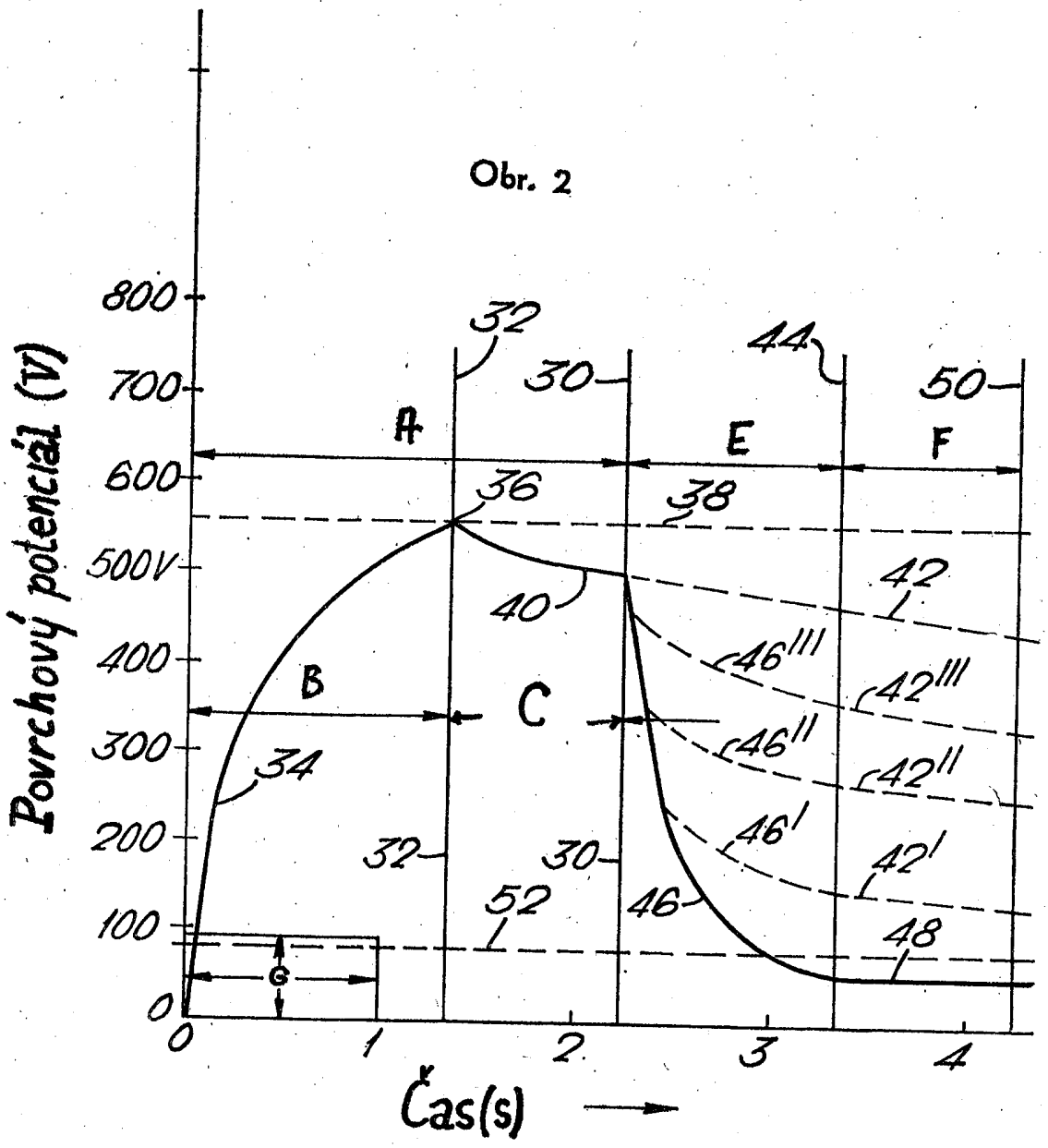
5 listů výkresů

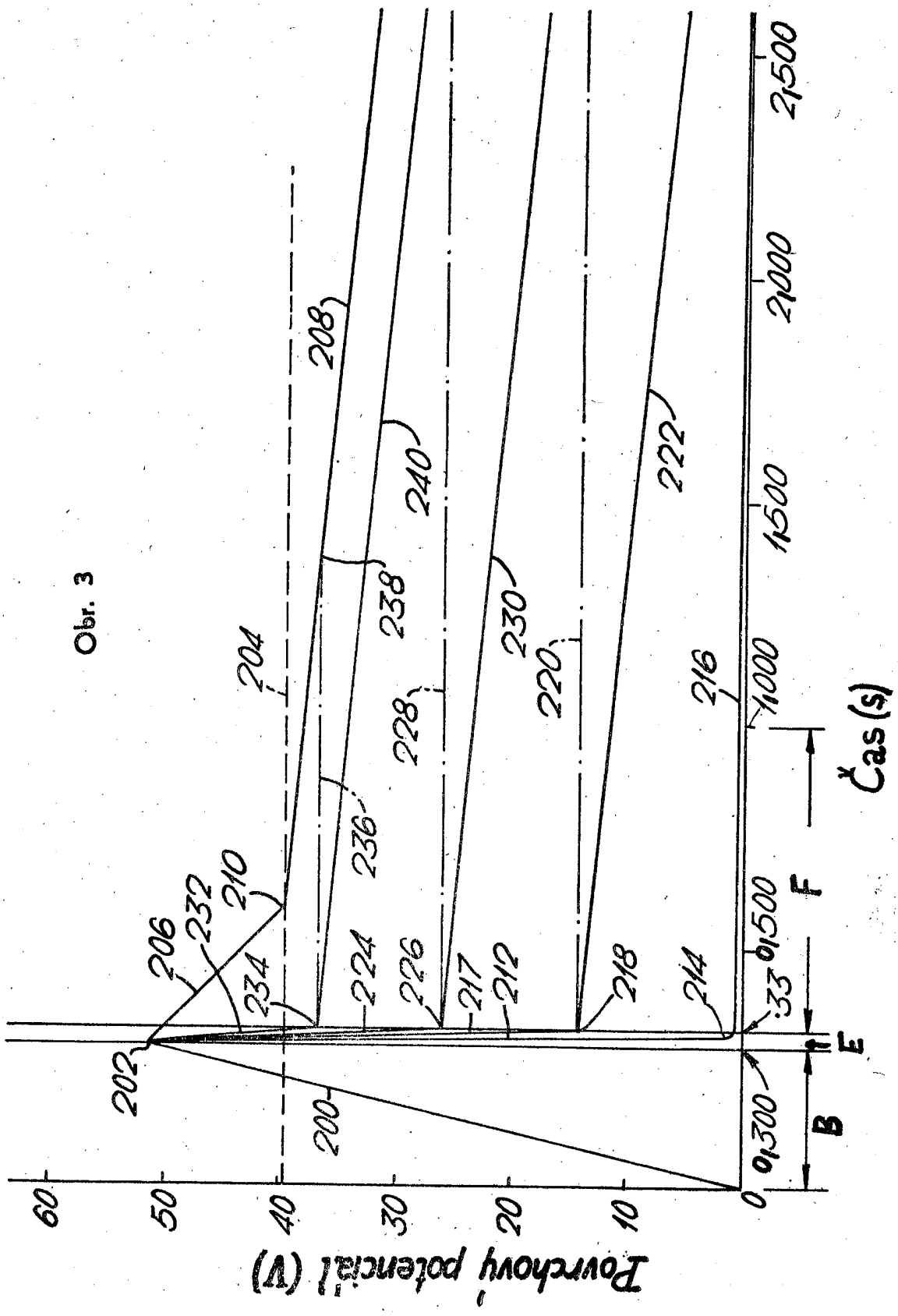
Severografia, n. p., závod 7, Most



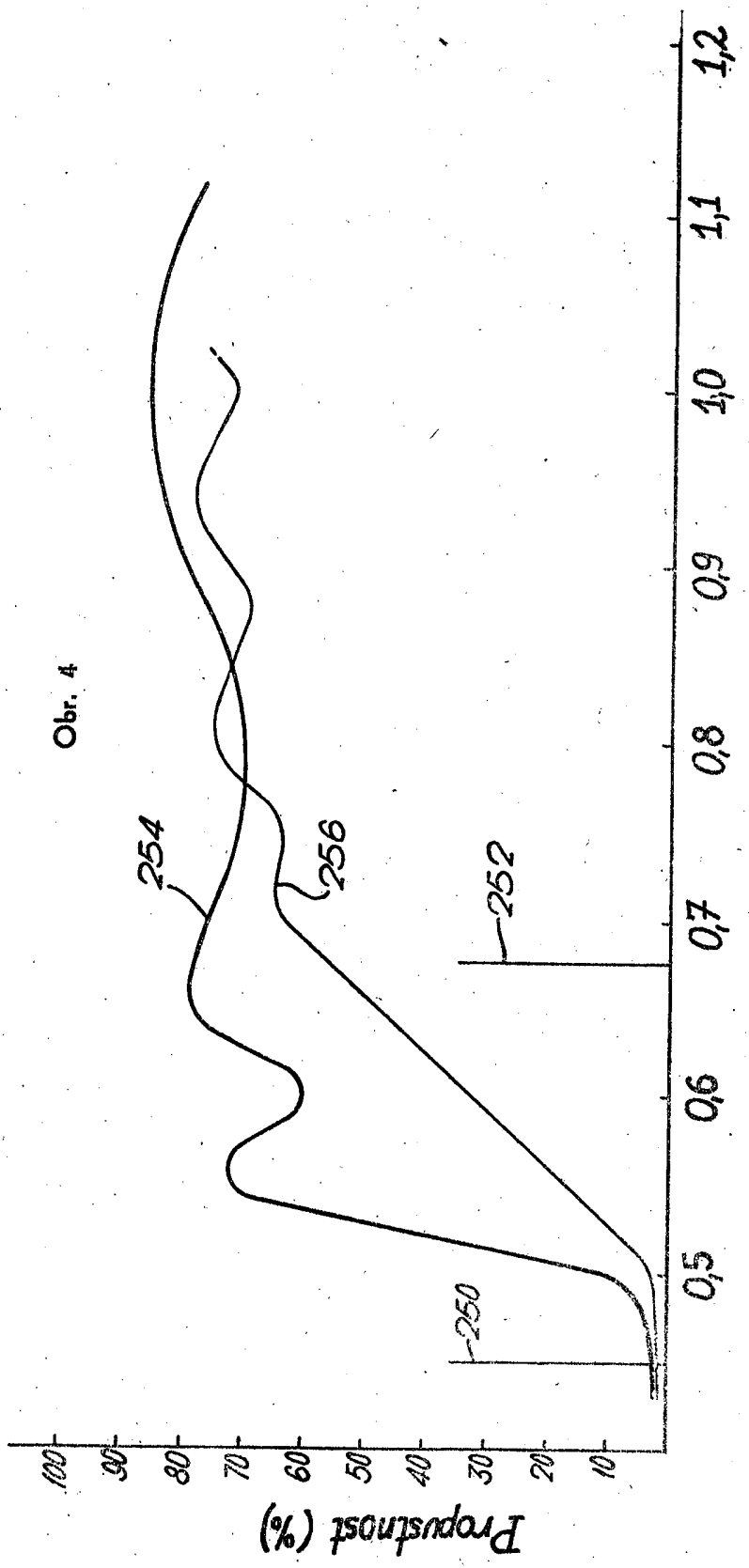
Obr. 1

Obr. 2


Povrchový potenciál (V)
800
700
600
500V
400
300
200
100
0
0
1
2
3
4
Čas(s)
A
B
C
E
F
G
30
32
34
36
38
40
42
42'
42''
42'''
44
46
46'
46''
46'''
48
50
52

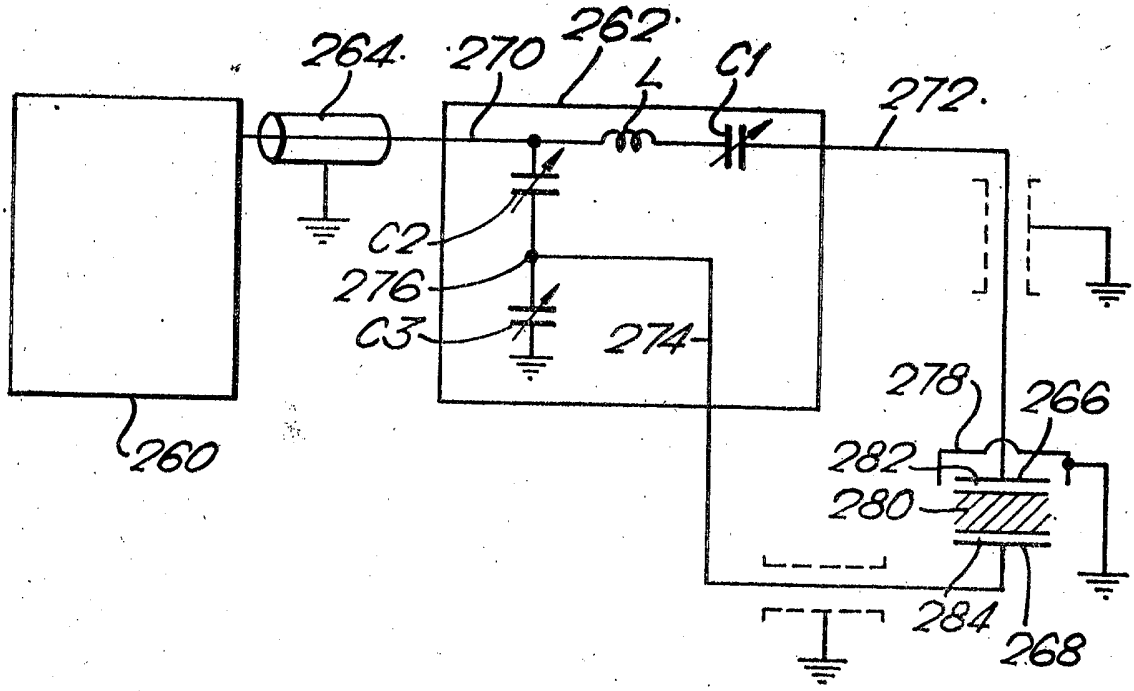

Povrchový potenciál (V)
60
50
40
30
20
10
0
Čas (s)
0
300
500
1000
1500
2000
2500
B
E
F
200
202
204
206
208
210
212
214
216
217
218
220
222
224
226
228
230
232
234
236
238
240

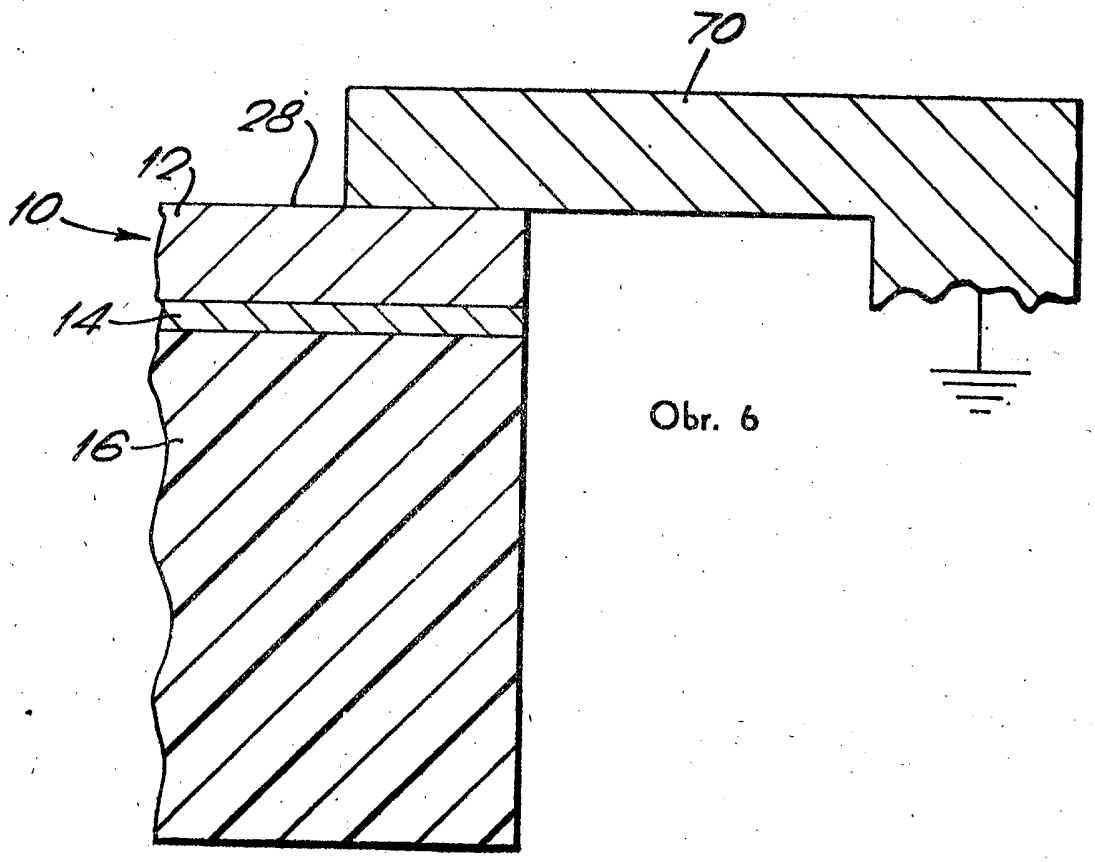
Obr. 3


Propustnost (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
1,1
1,2
Vlnová délka (μm)
250
252
254
256

Obr. 4

Obr. 5


264
270
262
C1
272
C2
276
C3
274
260
278
266
282
280
284
268


70
28
12
10
14
16

Obr. 6