



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

202 778

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 07 09 78
(21) PV 5798-78

(51) Int. Cl.³ G 03 B 27/72

(40) Zveřejněno 30 05 80
(45) Vydáno 01 06 83

(75)
Autor vynálezu

KRYNICKÝ ŠTĚPÁN ing., BLATNÁ

(54) Způsob výroby optoelektronického spojovacího členu

1

Vynález se týká způsobu výroby optoelektronického spojovacího členu o požadované závislosti výstupního odporu na vstupním odporu v rozsahu pracovních hodnot výstupního odporu optoelektronického spojovacího členu, vytvořeného kombinací fotoodporů jako čidel a elektroluminiscenčních diod jako zářivého zdroje.

Optoelektronický spojovací člen tvořený dvěma fotoodporů, které jsou osvětlovány dvěma elektroluminiscenčními diodami, slouží pro automatické řízení expozičních časů ve fotografických kamerách. Fotoodpor zapojený v obvodu měření vnějšího osvětlení má nízkou strmost, fotoodpor zapojený v obvodu řízení doby osvětlení filmu má vysokou strmost. Toto řešení klade značné nároky na souběh několika parametrů použitých fotoodporů, který je prakticky nezajistitelný. Jedná se především o průběh strmostí obou fotoodporů, který musí být takový, aby zajistil použitelný průběh přenosové strmosti v požadovaném rozsahu změn hodnot výstupního odporu optoelektronického spojovacího členu, tj. změn odporu druhého fotoodporu s vysokou strmostí. Značné požadavky jsou kladeny na souběh dalších parametrů obou v optoelektronickém spojovacím členu použitých fotoodporů. Například požadavek co nejmenších teplotních změn druhého fotoodporu ve funkčním zapojení vyžaduje, aby teplotní koeficienty prvního fotoodporu, ozn. α_1 , a druhého fotoodporu, ozn. α_2 , splňovaly podmínku

$$\alpha_1 = \alpha_2 \cdot \frac{k_1}{k_2},$$

kde k_1 , k_2 jsou strmosti obou použitých fotoodporů. Tato podmínka se dá z rozboru funkčního zapojení optoelektronického spojovacího členu v kameře odvodit i v přesnějším tvaru, analogická podmínka potom také platí pro změny hodnot fotoodporů způsobené předcházejícím osvětlením.

Pro zajištění průběhu přenosové strmosti se používal dosud korekční odpor (viz obr. 2) zapojený v sérii s prvním fotoodporem, který snižuje strmost této kombinace prvním fotoodporu, a korekčního odporu pro oblast vysokých osvětlení, odpovídajících nejvyšším používaným proudům elektroluminiscenčních diod, a odpovídajícím způsobem snižuje přenosovou strmost v této oblasti. Hodnota korekčního odporu byla volena jako 3/10 hodnoty odporu prvním fotoodporu při nejvyšším používaném proudu elektr. diod, například při proudu 60 mA. Taková pevná volba tohoto korekčního odporu však nezajišťuje s jistotou požadovaný průběh přenosové strmosti v celém používaném rozsahu.

Nedostatky, které má dosavadní způsob zhotovení optoelektrického spojovacího členu a které prakticky znemožňují jeho hromadnou výrobu, odstraňuje způsob výroby podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že se použijí fotoodpory o poměru středních strmostí větším než požadovaná výsledná přenosová strmost a podle změřených přenosových strmostí v pracovním rozsahu optoelektronického spojovacího členu se připojí k prvním fotoodporu dva korekční odpory, z nichž velikost sériového korekčního odporu leží v rozmezí 33 až 3 300 ohmů a paralelního korekčního odporu v rozmezí 33 až 3 300 kiloohmů při podmínce, že výsledná střední přenosová strmost je v zadaném rozmezí a dílčí přenosové strmosti jsou rovněž v zadaném rozmezí.

Použitím korekčních odporů o předem vypočtených hodnotách se dosáhne požadované hodnoty přenosové strmosti a jejího průběhu, aniž je třeba párovat fotoodpory na průběh strmosti obou fotoodporů, neboť při výpočtu korekčních odporů se vychází z konkrétního průběhu přenosové strmosti nekorigovaného optoelektronického spojovacího členu. Použití prvním fotoodporu s vyšší strmostí než odpovídá obvykle požadovaným hodnotám přenosové strmosti pomáhá splnit podmínku minimálních teplotních změn druhého fotoodporu, neboť u prvním fotoodporu s vyšší strmostí je znaménko teplotního koeficientu stejné jako u druhého fotoodporu a nemůže docházet k protikompenzaci. Pokud první fotoodpory mají řádově stejnou velikost teplotního koeficientu jako druhé fotoodpory, dojde použitím korekčních odporů, to je sériového odporu a paralelního odporu, ke snížení teplotního koeficientu této kombinace na hodnotu blízkou k hodnotě zabezpečující minimální teplotní závislost výstupního odporu optoelektronického spojovacího členu.

Na obr. 1 je znázorněno obecné zapojení optoelektronického spojovacího členu, kde 1 je fotoodpor s nižší strmostí, 2 je fotoodpor s vyšší strmostí, 3, 4 jsou elektroluminiscenční diody, se kterými jsou oba fotoodpory v optické vazbě. Na obr. 2 je znázorněno zapojení sériového korekčního odporu 5. Na obr. 3 a 4 je nakresleno navrhované zapojení

korekčních odporů 2, 6, jejichž hodnoty se určí výpočtem.

Způsob výroby podle vynálezu umožňuje zmenšení teplotní závislosti výstupního odporu spojovacího členu. Závislost výstupního odporu je charakterizována přenosovou strmostí k_p , přičemž přenosovou strmostí je rozuměn poměr strmosti prvního fotoodporu 1 ke strmosti druhého fotoodporu 2, tedy:

$$k_p = \frac{k_1}{k_2},$$

kde k_1 , k_2 jsou strmosti obou použitých fotoodporů.

K prvnímu fotoodporu 1 se připojí korekční odpory 2, 6 podle obr. 3, nebo obr. 4. Hodnoty korekčních odporů se určují výpočtem tak, aby byly splněny požadavky na přenosovou strmost a její průběh. Máme-li tedy optoelektronický spojovací člen bez korekčních odporů zmontovaný z fotoodporů takových strmostí, že přenosová strmost je větší než je požadovaná, změříme nejprve ty jeho parametry, ze kterých se vychází při výpočtu. Při měření se obvykle postupuje takto: proud elektroluminiscenčních diod se nastaví na maximální používanou hodnotu, například $I_D = 60$ mA, zaznamenají se odpovídající hodnoty odporu fotoodporů 1, 2, které pro další použití označíme $R_1(60)$ a $R_2(60)$. Potom se nastavuje proud diod tak, že se hodnota druhého fotoodporu 2 zvětší na hodnotu $16 \times R_2(60)$, změří se odpovídající hodnota prvního fotoodporu 1, ozn. $R_1(16)$. Zmenšováním proudu diod se nastaví odpor druhého fotoodporu 2 na hodnoty $256 \times R_2(60)$ a $1024 \times R_2(60)$, změří se a zaznamenají se odpovídající hodnoty prvního fotoodporu 1 $R_1(256)$ a $R_1(1024)$. Vyjdeme-li z dříve uvedené definice přenosové strmosti, je možno na uvedených intervalech změny odporu druhého fotoodporu 2 zavést střední přenosovou strmost a dílčí přenosové strmosti. Například pro k_p zavedené na rozsahu $1 : 256$ změn odporu druhého fotoodporu 2 je střední přenosová strmost

$$k_p = \frac{\lg \frac{R_1(256)}{R_1(60)}}{\lg 256} \quad (1)$$

zavedeme dílčí přenosové strmosti

$$k_{p1} = \frac{\lg \frac{R_1(16)}{R_1(60)}}{\lg 16} \quad (2),$$

kde k_{p1} je dílčí přenosová strmost na intervalu $R_2(60)$ až $16 \times R_2(60)$;

$$k_{p2} = \frac{\lg \frac{R_1(256)}{R_1(16)}}{\lg 16} \quad (3),$$

kde k_{p2} je dílčí přenosová strmost na intervalu $16 \times R_2(60)$ až $256 \times R_2(60)$;

202 778

$$k_{p3} = \frac{\lg \frac{R_1(1024)}{R_1(256)}}{\lg 4} \quad (4),$$

kde k_{p3} je dílčí přenosová strmost na intervalu $256 \times R_2(60)$ až $1024 \times R_2(60)$.
V tomto konkrétním případě je střední přenosová strmost v rozmezí δ , například 0,5 až 0,6. Požadavky pro přenosové strmosti jsou například následující rozmezí:

$$\text{pro } \delta \quad 0,50 \leq k_p \leq 0,60 \quad (5)$$

$$\text{pro A} \quad k_p - 0,07 \leq k_{p1} \leq k_p + 0,05 \quad (6)$$

$$\text{pro B} \quad k_p - 0,05 \leq k_{p2} \leq k_p + 0,07 \quad (7)$$

$$\text{pro C} \quad k_p - 0,20 \leq k_{p3} \leq k_p + 0,07 \quad (8).$$

Hodnoty přenosových strmostí po korekci označíme čárkovanými symboly a zavedeme:

$$\Delta k_p = \dot{k}_p - k_p \quad (9),$$

kde $\dot{k}_p$ je změna střední přenosové strmosti;

platí:

$$\Delta k_p = \Delta k_{p_x} + \Delta k_{p_b} \quad (10),$$

kde: Δk_{p_x} je změna střední přenosové strmosti způsobená předřadným odporem $\underline{2}$,

Δk_{p_b} je změna střední přenosové strmosti způsobená paralelním odporem $\underline{6}$;

pro tyto změny Δk_{p_x} , Δk_{p_b} byly odvozeny vztahy (s uvažováním již dříve uvedených definičních mezí $\dot{k}_p$, $\dot{k}_{p1}$, $\dot{k}_{p2}$, $\dot{k}_{p3}$);

$$\Delta k_{p_x} = \frac{\lg(1+x)}{\lg 256} \quad (11),$$

$$\text{kde: } x = \frac{R_x}{R_1(60)} \quad (12),$$

R_x je hodnota odporu $\underline{2}$;

neboli:

$$x = 256^{\Delta k_{p_x}} - 1 \quad (13)$$

$$\Delta k_{p_b} = \frac{\lg\left(\frac{b}{b+1}\right)}{\lg 256} \quad (14),$$

$$\text{kde: } b = \frac{R_b}{R_1(256)} \quad (15),$$

R_b je hodnota odporu $\underline{6}$;

neboli:

$$b = \frac{256^{\Delta k_{p_b}}}{1 - 256^{\Delta k_{p_b}}} \quad (16).$$

Další vztah důležitý pro výpočet je vztah pro změnu $\underline{kp}_3$, neboť tato na uvažovaném intervalu změny odporu druhého fotoodporu $\underline{2}$ prakticky nezávisí na hodnotě předřadného odporu $\underline{5}$. Je možno odvodit, že

$$b = \frac{1 - 4 \underline{kp}_3}{4 \underline{\Delta kp}_3 - 1} \quad (17).$$

Při výpočtu se užívá těchto vztahů a postupuje se jak patrně z číselného příkladu.

Optoelektronický spojovací člen je například definován následujícími naměřenými parametry:

$R_2 (60)$	$= 1 \text{ k } \Omega$		
$R_1 (60)$	$R_1 (16)$	$R_1 (256)$	$R_1 (1024)$
$0,5 \text{ k } \Omega$	$4,0 \text{ k } \Omega$	$24,25 \text{ k } \Omega$	$61,4 \text{ k } \Omega$
$\underline{kp}_{1, 2, 3}$	$0,750$	$0,650$	$0,670$
$\underline{kp}$	$= 0,700$		

Podle průběhu přenosové strmosti (tj. z hodnot $\underline{kp}$, $\underline{kp}_1$, $\underline{2}$, $\underline{3}$) se rozhodne, na jakou hodnotu $\underline{kp}$ budeme optoelektronický spojovací člen korigovat. Obvykle volíme střed tolerance, v našem případě $\underline{kp} = 0,55$, potom je $\underline{\Delta kp} = -0,15$. Zvolíme $\underline{kp}_3$ tak, aby průběh přenosové strmosti po korekci vyhovoval dříve uvedeným požadavkům. V našem případě například zvolíme $\underline{kp}_3 = 0,47$, potom $\underline{\Delta kp}_3 = -0,20$. Výpočtem podle vzorce (17) dostaneme $b = 3,793$ a ze vzorce (15) určíme hodnotu korekčního odporu $\underline{R}_b = 91,99 \text{ k } \Omega$ a zároveň ze vzorce (14) vypočteme $\underline{\Delta kp}_b = -0,042$ a ze vzorce (10) $\underline{\Delta kp}_x = -0,108$. Ze vzorce (13) pro výpočet koeficientu $\underline{x}$ plyne $\underline{x} = 0,818$ a hodnota korekčního odporu ze vzorce (12) $\underline{R}_x = 0,409 \text{ k } \Omega$. Aby bylo možno zjistit hodnotu $\underline{kp}_1$, použijeme vypočtené hodnoty korekčních odporů pro výpočet korigovaných hodnot optoelektronického spojovacího členu, například v zapojení podle obr. 4,

platí:

$$\underline{R}_1' = \frac{(\underline{R}_1 + \underline{R}_x) \cdot \underline{R}_b}{\underline{R}_1 + \underline{R}_x + \underline{R}_b}$$

dostaneme tyto hodnoty:

$\underline{R}_1' (60)$	$\underline{R}_1' (16)$	$\underline{R}_1' (256)$	$\underline{R}_1' (1024)$
$0,900 \text{ k } \Omega$	$4,207 \text{ k } \Omega$	$19,45 \text{ k } \Omega$	$36,97 \text{ k } \Omega$
$\underline{kp}_{1, 2, 3}$	$0,556$	$0,552$	$0,463$
$\underline{kp}$	$= 0,554$		

Pokud hodnoty přenosových strmostí vyhovují zadaným požadavkům (jako ve výše uvedeném případě), je výpočet hodnot korekčních odporů skončen.

Jestliže je $\underline{kp}_1$ mimo zadanou toleranci, je postup při dalším výpočtu následující:

- a) je-li $\underline{kp}_1$ větší než horní hranice tolerance, volí se větší hodnota $\underline{kp}_3$ (tak, aby $\underline{kp}_3$ splňovala zadané požadavky);

282 778

b) je-li kp_2 nižší než dolní hranice tolerance, volí se nižší hodnota kp_2 a výpočet se opakuje.

Jestliže již není možno zvolit vhodnou hodnotu kp_2 , která by vyhovovala zadaným požadavkům, a hodnota kp_1 nesplňuje požadavky, volí se jiná hodnota kp , jak následuje:

a) je-li kp_1 větší než horní hranice tolerance, volí se nižší hodnota kp než byla zvolena na počátku výpočtu;

b) je-li kp_1 nižší než dolní hranice tolerance, volí se vyšší hodnota kp než byla zvolena na počátku výpočtu a výpočet se opakuje.

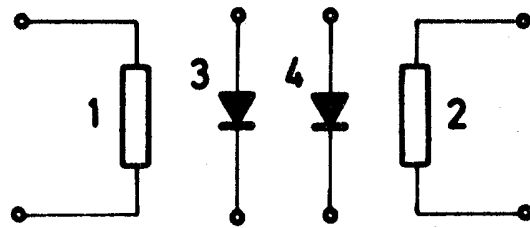
Nově zvolené hodnoty kp musí splňovat zadané požadavky (v našem případě $0,5 \leq kp \leq 0,6$). Po ukončení výpočtu hodnot korekčních odporů se zvolí z dostupné řady odporů odpory o nejbližších hodnotách, provede se kontrola parametrů optoelektronického spojovacího členu výpočtem při použití z řady zvolených hodnot odporů.

Korekční odpory 5, 6 o vypočtených hodnotách se připojí k prvnímu fotoodporu 1, na místě 2 se připojí korekční odpor o hodnotě R_x , na místě 6 se připojí korekční odpor o hodnotě R_p podle obr. 3 nebo obr. 4.

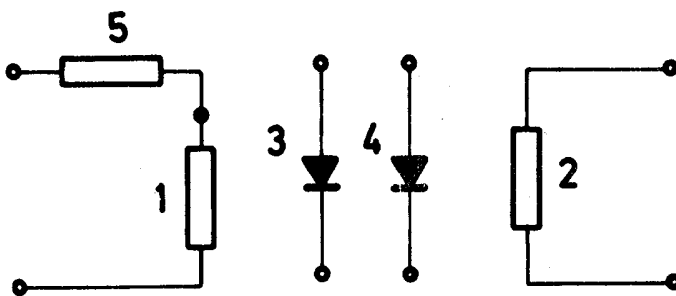
Postup výpočtu korekčních odporů je možno naprogramovat na běžné počítače, například TESLA 200, včetně výběru hodnot odporů z vhodné řady. Uvedený postup se při ověření ukázal jako vhodný pro sériovou výrobu, při výpočtu se průměrně zkoriguje 96 % počítaných kusů.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

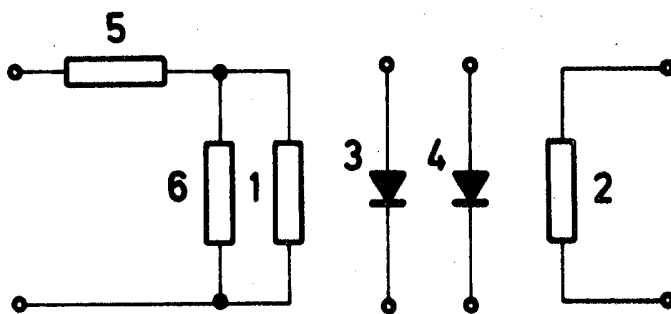
Způsob výroby optoelektronického spojovacího členu se dvěma fotoodpory a zdrojem záření, vyznačený tím, že se použijí fotoodpory (1, 2) o poměru středních strmostí větším než požadovaná výsledná přenosová strmost (kp) a podle změřených přenosových strmostí v pracovním rozsahu optoelektronického spojovacího členu se připojí k prvnímu fotoodporu (1) dva korekční odpory (5, 6), z nichž velikost sériového korekčního odporu (5) leží v rozmezí 33 až 3 300 ohmů a paralelního korekčního odporu (6) v rozmezí 33 až 3 300 kilo-ohmů při podmínce, že výsledná střední přenosová strmost (kp) je v zadaném rozmezí (σ) a dílčí přenosové strmosti (kp_1 , kp_2 , kp_3) jsou v zadaném rozmezí (A, B, C).



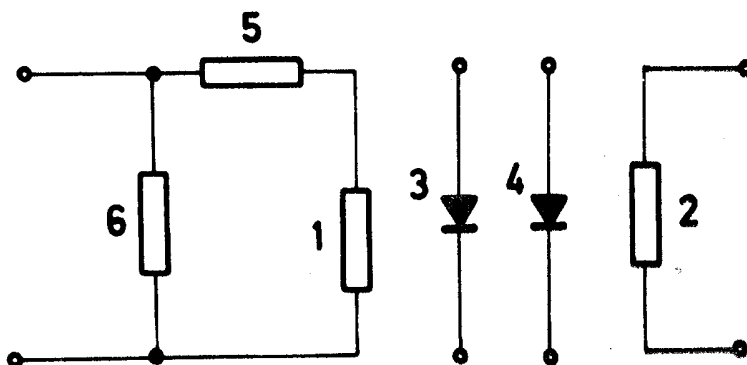
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4