

FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(21) PV 4298-88.J
(22) Přihlášeno 20 06 88

(40) Zveřejněno 12 07 90
(45) Vydáno 27 01 92

(11) 273 356

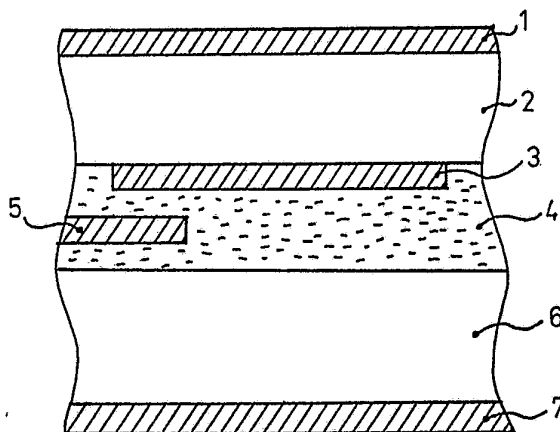
(13) B1

(51) Int. Cl.⁵
G 01 J 5/00

(75) Autor vynálezu KLÍMA MILOŠ ing. CSc.,
KOŠTÁL EMIL doc. ing. CSc., PRAHA

(54) Způsob měření velikosti optického
záření

(57) Velikost optického záření je měřena pomocí pyroelektrického detektoru se strukturou CCD. Na pyroelektrický detektor spojený společnou elektrodou se strukturou CCD se působí optickým zářením. Toto dopadající záření formuje přes vrstvu dielektrika uvnitř substrátu struktury CCD potenciálovou jámu, která se postupně zaplňuje tepelně generovaným nábojem, jehož velikost se na výstupu struktury CCD měří. Velikost akumulovaného tepelně generovaného náboje je úměrná velikosti elektrického pole vytvářejícího potenciálovou jámu, a tím i velikosti optického záření, které dopadá na pyroelektrický detektor.



Vynález se týká způsobu měření velikosti optického záření pyroelektrickým detektorem fotonů se strukturou CCD s napěťovým odečítáním.

U dosud používaných pyroelektrických detektorů fotonů s napěťovým odečítáním je využíván základní fyzikální jev, že na elektrodách pyroelektrického detektoru se po ozáření elektromagnetickým zářením a následné změně teploty detektoru objeví elektrický náboj, jehož velikost je úměrná velikosti ozáření. Tyto detektory jsou tvořeny pyroelektrickým substrátem, na jehož jedné straně je vytvořena jedna elektroda, která je transparentní a na protilehlé straně je substrát opatřen druhou elektrodou. Takto vytvořený detektor pracuje z elektrického hlediska naprázdno. Jeho výstupní napětí je úměrné ozáření a jeho hodnotu lze elektrometricky měřit. Relativně malá hodnota kapacity detektoru a proměnlivost svodových odporů však použitelnost těchto pyroelektrických detektorů silně omezují.

Druhou principiální možností způsobu využití pyroelektrického jevu je tzv. proudové odečítání. V tomto případě pyroelektrický detektor pracuje do relativně velmi nízké hodnoty elektrické impedance, tedy do zkratu. Přerušováním vstupujícího zářivého toku se vytváří sled bipolárních proudových impulsů, jejichž plocha respektive náboj jsou úměrné velikosti zářivého toku. Hlavní nevýhodou tohoto způsobu je nutnost použití mechanického přerušovače vstupujícího záření. Tento způsob se však netýká typu pyroelektrického detektoru s napěťovým odečítáním.

Při aplikaci těchto způsobů na kombinace pyroelektrického detektoru a struktury CCD lze buď využít přímé injekce náboje, tedy proudové odečítání, nebo spojením elektrody pyroelektrického detektoru s hradlem pole řízeného tranzistoru ovládat v závislosti na ozáření proud z vnějšího zdroje, který tímto tranzistorem protéká, tedy napěťové odečítání. Nevýhodou tohoto druhého způsobu je nutnost použití vnějšího zdroje.

Výše uvedené nedostatky zejména s ohledem na možnost vytváření pyroelektrických detektorových polí, popřípadě obrazových senzorů, odstraňuje způsob měření velikosti optického záření pomocí pyroelektrického detektoru se strukturou CCD podle vynálezu. Jeho podstatou je, že na pyroelektrický detektor spojený společnou elektrodou se strukturou CCD se působí optickým zářením, přičemž ve vzniklé potenciálové jámě struktury CCD se akumuluje tepelně generovaný náboj. Velikost tepelně generovaného náboje je úměrná velikost dopadajícího optického záření.

Výhodou způsobu měření velikosti optického záření podle vynálezu je, že nevyžaduje mechanický přerušovač ani vnější napájecí zdroj. Na rozdíl od stávajících způsobů není náboj z elektrod pyroelektrického detektoru odváděn. Ty nosiče, které se v substrátu standardním teplem generují a omezují u těchto způsobů detektivitu, jsou při použití způsobu podle vynálezu využity pro přenos informace.

Způsob měření velikosti optického záření podle vynálezu je demonstrován na příkladu uspořádání pyroelektrického detektoru fotonů, který je schematicky uveden v řezu na připojeném výkrese.

Pyroelektrický substrát 2 je opatřen z jedné strany první elektrodou 1, která je transparentní a z protilehlé strany druhou elektrodou 3. Ze strany této druhé elektrody 3 je přes vrstvu dielektrika 4 připojena například lepením a podobně struktura CCD. Tato struktura CCD je tvořena známým způsobem, tedy polovodičovým substrátem 6, většinou křemíkovým, který je opatřen na jedné straně kontaktní elektrodou 7 a na straně druhé je izolovaně pomocí dielektrika 4 umístěna struktura elektrod 3, 5 pro transport náboje, z nichž je na obrázku uvedena pouze elektroda 5 první fáze struktury CCD. Druhá elektroda 3 se vždy musí částečně překrývat s elektrodou 5 první fáze struktury CCD. Překrytí je v rozmezí 10 % až 90 %. První elektroda 1 pyroelektrického substrátu 2 a kontaktní elektroda 7 struktury CCD jsou na nulovém potenciálu.

Při ozáření pyroelektrického substrátu 2 přes první elektrodu 1 se na druhé elektrodě 3 generuje náboj a tato druhá elektroda 3 se nabije na nenulové napětí. Potenciál druhé elektrody 3 vytváří uvnitř polovodičového substrátu 6 potenciálovou jámu, jejíž velikost je úměrná potenciálu druhé elektrody 3 a proto i velikosti ozáření pyroelektrického substrátu 2. Vzhledem k nenulové teplotě polovodičového substrátu 6 se tato jáma postupně zcela zaplní tepelně generovanými nosiči a vytvoří se zde nábojový balík, jehož velikost je také úměrná velikosti ozáření pyroelektrického substrátu 2. Po zaplnění potenciálové jámy je připojen dostatečně vysoký potenciál na elektrodu 5 první fáze struktury CCD a dojde k přesunu nábojového balíku pod tuto elektrodu 5. Dále je pak tento nábojový balík způsobem běžným ve strukturách CCD transportován k výstupnímu obvodu a zde je zpracován na výstupní signál. Zatímto tedy ve známých řešeních je buď při proudovém odečítání odveden náboj vytvořený na pyroelektriku, nebo je řízen proud z vnějšího zdroje u napětového odečítání, navrhovaný způsob využívá tepelně generované náboje, tedy proud za tmy, v objemu substrátu struktury CCD, který se akumuluje v potenciálové jámě uvnitř tohoto substrátu, která je vytvářena nábojem, vzniklým na pyroelektrickém detektoru.

Matematicky lze celý způsob potom popsat takto.

Změna střední teploty pyroelektrického detektoru je dána vztahem

$$\overline{\Delta T(t)} = \frac{eK}{C_p V} \int w dt \quad (1),$$

kde T je teplota

e je emisivita povrchu okna pyroelektrického detektoru

K je absorpční koeficient

C_p je měřená tepelná kapacita

V je objem pyroelektrického detektoru

w je dopadající zářivý výkon.

Potom pro napětí na pyroelektrickém detektoru platí, že

$$\Delta U = \frac{\Omega}{\epsilon} x_0 \overline{\Delta T(t)} \quad (2),$$

kde Ω je pyroelektrický koeficient

U je napětí

ϵ je permitivita pyroelektrika

x_0 je tloušťka pyroelektrického detektoru.

Na výstupu struktury CCD se objeví signálový proud

$$I_s = A \cdot C_{ox} \cdot \Delta U \cdot f_c \quad (3),$$

kde A je aktivní plocha

C_{ox} je statická kapacita na jednotku plochy elektrody

f_c je taktovací kmitočet.

Konkrétní provedení pyroelektrického detektoru se strukturou CCD pro daný způsob měření velikosti optického záření může být například ve formě hybridního integrovaného obvodu, kdy pyroelektrikem je monokrystalický výbrus LiTaO_3 - tzv. lithiumentantalát a struktura CCD je tvořena monokrystalickým výbrusem křemíku. Jinou možností je vytvořit monolitický integrovaný obvod, kde pyroelektrikem tvoří opět lithiumentantalát a

strukturu CCD tvoří amorfni křemík a:Si-H nebo jako pyroelektrikum je použita polykrystalická tenká vrstva lithiumentalátu a strukturou CCD je křemíkový monokrystalický výbrus.

Způsob měření velikosti optického záření podle vynálezu lze využít v mimořádně širokém oboru spektra elektromagnetického záření. Technologie obrazových senzorů na bázi přenosu náboje je v současné době špičkově schopna vytvořit senzory s rozlišením až 10^6 obrazových bodů. Mimořádně vhodné se jeví navržené řešení pro infračervené záření, kde je konstrukce senzorů s velkým rozlišením velmi obtížná.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob měření velikosti optického záření pomocí pyroelektrického detektoru se strukturou CCD, vyznačující se tím, že měřeným optickým zářením se působí na pyroelektrický detektor spojený společnou elektrodou se strukturou CCD, přičemž ve vzniklé potenciálové jámě struktury CCD se akumuluje tepelně generovaný náboj, kde velikost tepelně generovaného náboje je úměrná velikosti měřeného optického záření. .

1 výkres

