Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 58 (1980)

Heft: 5

Artikel: Integration eines optischen Empfängers

Autor: Herren, Hanspeter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-875876

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Integration eines optischen Empfängers

Hanspeter HERREN, Bern

621.382.049.77:621.383.52:621.391.63:681.7.069.32

Zusammenfassung. *Wichtige Punkte bei der Entwicklung und Integration eines optischen Empfängers werden besprochen und der Herstellvorgang der Dünnschichtschaltung gezeigt.*

Intégration d'un récepteur optique
Résumé. *L'auteur présente les points importants du développement et de l'intégration d'un récepteur optique et explique le procédé de fabrication du circuit à couches minces.*

Integrazione di un ricevitore ottico
Riassunto. *L'autore tratta i punti più importanti nell'evoluzione e nell'integrazione di un ricevitore ottico e mostra il procedimento di produzione del circuito a strati sottili.*

1 Einleitung

Für die optische Nachrichtenübertragung über Lichtwellenleiter benötigt man optische Sender und Empfänger [1]. Dieser Artikel ist der Herstellung eines optischen Empfängers mit Hilfe der Dünnschichttechnologie gewidmet. Dabei werden die besonderen Anforderungen an den Schaltungsentwickler im Blick auf die hybride Integration des optischen Empfängers aufgeführt, und anschliessend werden der Herstellvorgang gezeigt sowie ein Prototyp vorgestellt.

2 Optischer Empfänger

21 Schaltungsbeschrieb

Der optische Empfänger ist ein optisch-elektronischer Wandler. Er ist aus einem optischen Detektor (PIN- oder Avalanche-Fotodiode), einem Vorverstärker und einer Trennstufe zusammengesetzt. Als Vorverstärker, im Prinzip in *Figur 1* dargestellt, wählte man einen Transimpedanzverstärker, der dadurch gekennzeichnet ist, dass der in der Fotodiode generierte Fotostrom durch den Gegenkopplungswiderstand fliesst und eine Ausgangsspannung erzeugt, die ungefähr dem Produkt aus Fotostrom und Gegenkopplungswiderstand entspricht. Die Trennstufe isoliert die Last vom Transimpedanzverstärkerausgang und verhindert unerwünschte Schwingungen. An der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich (ETHZ) wurden ein wechselstrom- und ein gleichstromgekoppelter Transimpedanzverstärker entwickelt *(Fig. 2)*. [2].

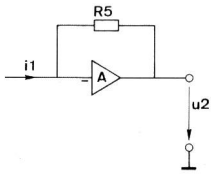

Fig. 1
Ersatzschema des Transimpedanzverstärkers

i_1	Fotostrom	A	Spannungsverstärkung
R_5	Gegenkopplungswiderstand	r_1	Eingangswiderstand
u_2	Ausgangsspannung	z_T	Transimpedanz

22 Schaltungsentwicklung

Der Schaltungsentwickler soll ein Konzept wählen, das ohne grosse Kapazitäten und Induktivitäten auskommt (integrationsgerechte Schaltungstechnik). Weiter soll er darauf achten, dass wichtige Schaltungseigenschaften durch Komponentenverhältnisse und nicht durch eng tolerierte Einzelkomponenten definiert werden. Sämtliche Schaltungselemente muss er genau berechnen. Danach sollte sich der Entwickler mit den Spezialisten in Verbindung setzen, die die hybrid integrierte Schaltung herstellen, um möglichst mit Komponenten zu arbeiten, die für eine Schaltungsintegration geeignet

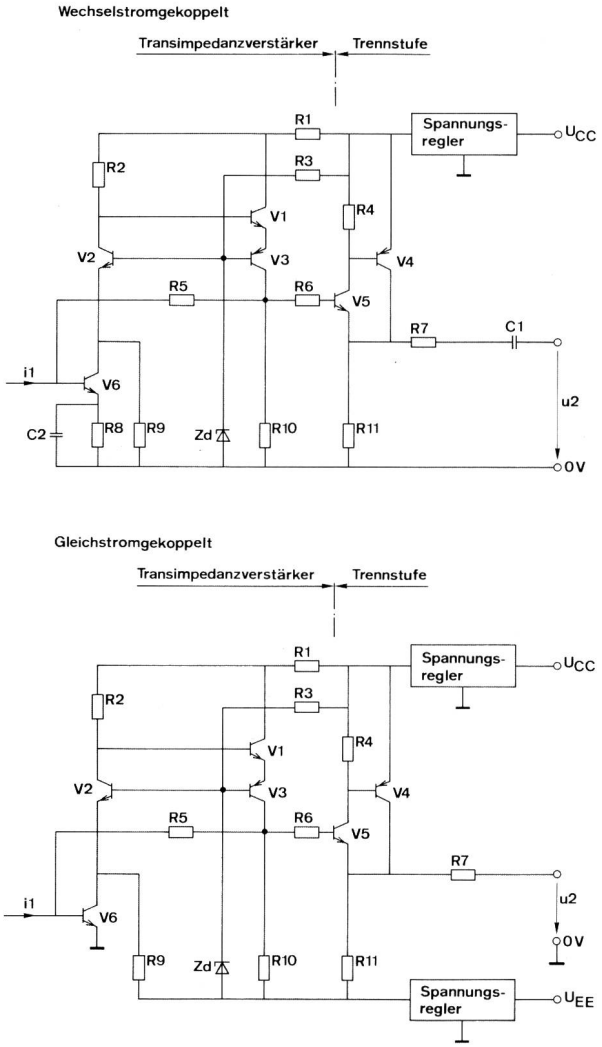

Fig. 2
Transimpedanzverstärker

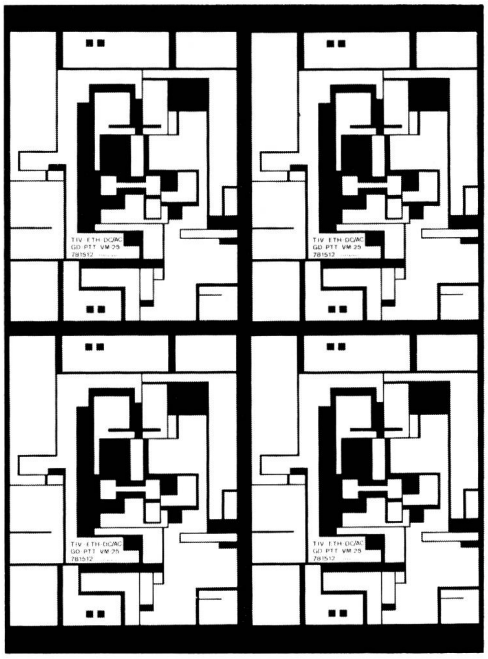

Fig. 3
Arbeitsmaske für die Fotolackbelichtung zur Leiterbahnätzung

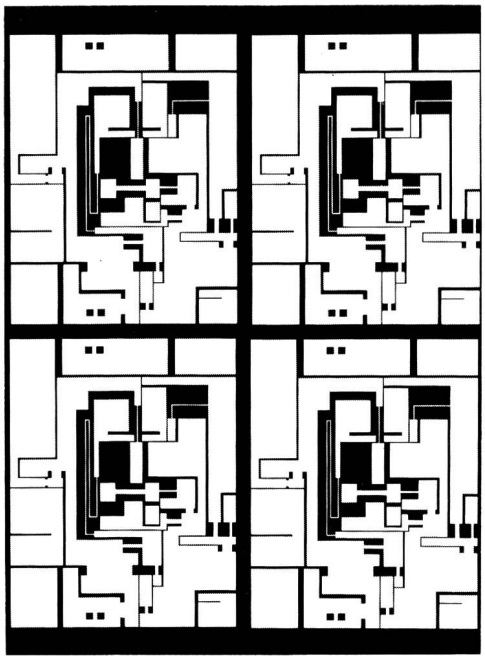

Fig. 4
Arbeitsmaske für die Fotolackbelichtung zur Widerstandsätzung

und beschaffbar sind. Anschliessend muss er rechnerisch überprüfen, ob sämtliche Pflichtenheftdaten, auch unter den schlechtesten Bedingungen (Streuung, Alterung und Temperaturabhängigkeit der Komponenten, Spannungsschwankungen usw.), eingehalten werden. Erst dann darf er die Schaltung aufbauen und die berechneten Eigenschaften überprüfen. Wenn alle Messwerte innerhalb der vom Pflichtenheft geforderten Grenzen liegen, darf die Schaltung zur Herstellung freigegeben werden.

23 Herstellung des optischen Empfängers

231 Schaltungsauslegung (Layout)

Nach dem nun vorliegenden Schema versucht man die Schaltungskomponenten und Verbindungsleitungen so anzuordnen, dass möglichst wenig Substratfläche belegt wird. Beim Transimpedanzverstärker ist es durch eine ausgeklügelte Schaltungsauslegung gelungen, die gleich- und die wechselstromgekoppelte Version auf dem gleichen Substrat zu verwirklichen. Nachdem das Layout vorhanden ist, muss noch berechnet werden, ob sich die Schaltung (oder eine Komponente) im Betrieb nicht zu stark erwärmt. Die endgültige Vorlage für die Maskenherstellung sieht so aus wie ein Viertel der in *Figur 3* dargestellten Maske.

232 Maskenherstellung

In der Regel stellt man mit einer Spezialfolie im Massstab 20:1 (auch 10:1 oder 40:1 möglich) drei Maskenvorlagen her, nämlich je eine für die selektive, galvanische Leiterbahnverstärkung, für die Leiterbahnätzung und für die Widerstandsätzung. Anschliessend fotografiert man diese Maskenvorlagen und erhält die Muttermasken im Massstab 1:1. Von diesen Muttermasken werden mit einem Kontaktkopierverfahren die Arbeitsmasken hergestellt. Dieses Umkopierverfahren ist nötig, da die Muttermasken kratzempfindlich sind, das heisst, dass sie beim Belichten des Fotolacks auf den Substraten stark abgenützt und zu rasch unbrauchbar würden. Die Maskenherstellung könnte ein Patterngenerator übernehmen. Da dieses Gerät jedoch sehr teuer und die Ausnützungsziffer in den Laboratorien der Abteilung Forschung und Entwicklung der Generaldirektion PTT klein ist, lohnt sich seine Anschaffung nicht. Die *Figuren 3* und *4* zeigen die Arbeitsmasken für die Leiterbahn- und Widerstandsätzung. Mit ihnen kann man in einem Arbeitsgang vier passive Dünnschichtschaltungen miteinander herstellen (batch process). Dieses Vorgehen ergibt eine wesentlich kürzere Herstellzeit und dadurch eine Kostenverminderung.

233 Herstellvorgang für die passive Dünnschichtschaltung

Nachdem die Substrate gründlich gereinigt sind, belegt man sie mit Hilfe der Kathodenzerstäubung nacheinander mit dünnen Schichten, nämlich für Widerstände, Diffusionsbarrieren und für leitende Verbindungen. Anschliessend schleudert man einen lichtempfindlichen Lack auf. Nach dem Trocknen belichtet man diesen durch die Arbeitsmaske mit ultraviolettem Licht. Nach dem Entwickeln des Fotolacks ätzt man selektiv die Schichtzonen weg, die für den Dünnschichtschaltungsaufbau nicht benötigt werden. Zuletzt entfernt man die nun unnötige Fotolackmaske. Mit dem gleichen Fotoprozess kann man auch Verbindungsleiterbahnen selektiv galvanisch verstärken. Nach drei bis vier Fotolithografieprozessen sind die passiven Schaltungskomponenten, ohne Kondensatoren, auf dem Substrat entstanden. Die Schichten werden optisch und elektrisch kontrolliert und die Widerstände, die innerhalb engerer Toleranzgrenzen als ± 5 % liegen müssen, abgeglichen. Schliesslich trennt man die vier zusammenhängenden Substrate und erhält die Einzelsubstrate zur Bestückung mit den Halbleiter- und Kondensatorchips *(Fig. 5)*.

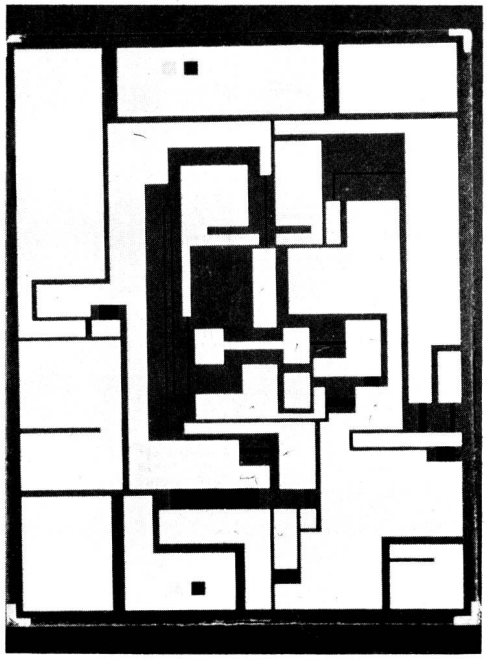

Fig. 5
Passive Dünnschichtschaltung ohne Kondensatoren

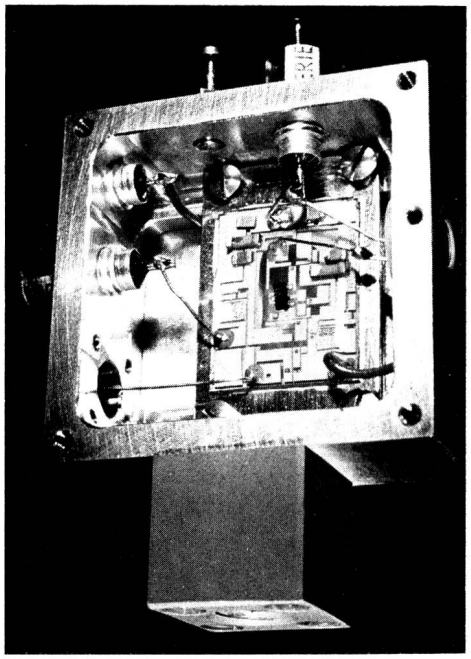

Fig. 7
Optischer Empfänger mit den Abmessungen 40 mm × 40 mm × 18 mm

234 Bestücken der Substrate

Im ersten Arbeitsgang legiert man die Halbleiterchips eutektisch auf oder befestigt sie mit elektrisch leitendem Klebstoff. Durch Löten oder Kleben werden die Kondensatorchips kontaktiert. Nachdem die Dünnschichtsubstrate mit allen Schaltungskomponenten bestückt sind, führt man eine erste elektrische Prüfung der Halbleiter durch und verdrahtet sie. Dies geschieht mit Aluminium- oder Golddrähtchen, die im Durchmesserbereich von 15...50 µm liegen. Die *Figur 6* zeigt die fertige Dünnschichtschaltung mit den Abmessungen 15 mm × 19,5 mm. Der Schlusstest zeigt, ob alle Pflichtdaten eingehalten werden. Ist dies der Fall, können die Dünnschichtschaltungen zum Umhüllen freigegeben werden.

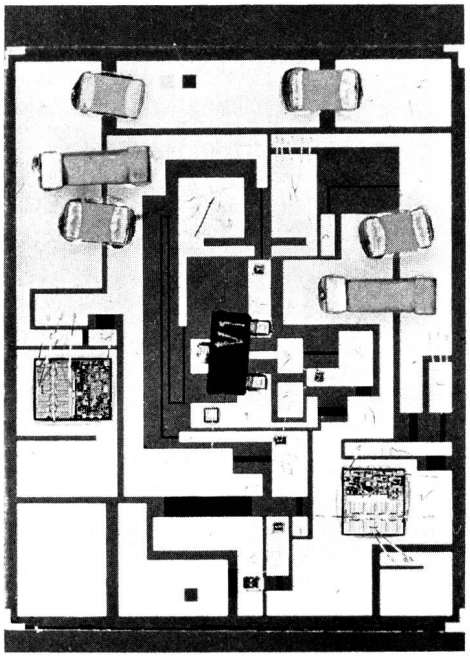

Fig. 6
Transimpedanzverstärker mit den Abmessungen 15 mm × 19,5 mm

235 Umhüllen der Dünnschichtschaltung

Von der direkten Montage der Dünnschichtschaltung auf eine gedruckte Schaltung sowie dem Schutz mit Silikonkautschuk bis zur Verkapselung in dichte Metallgehäuse sind viele Varianten möglich. Der Einsatzbereich der Schaltung ist bei der Wahl der Verkapselungsmethode ausschlaggebend. Im geschilderten Fall wurde die Dünnschichtschaltung mit Silikonkautschuk geschützt und in ein Anticorodalgehäuse montiert. *Figur 7* zeigt den optischen Empfänger mit den Abmessungen 40 mm × 40 mm × 18 mm. Rechts ist die Fotodiode sichtbar.

3 Schlussbetrachtung

In diesem Beitrag wurde versucht zu zeigen, wie ein Schema für eine Dünnschichtschaltung entwickelt wird und wie es sich herstellen lässt. Es sei besonders hervorgehoben, dass eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Schaltungsentwickler und den Dünnschichttechnologen Voraussetzung für eine schliesslich brauchbare Dünnschichtschaltung ist.

Bibliographie

[1] *Béguin C.* Digitales Lichtwellenleiter-Versuchssystem für 8,448 Mbit/s. Bern, Techn. Mitt. PTT 57 (1979) 6, S. 195...212.

[2] *Schmid P.* Vorverstärker für optische Empfänger. Zürich, Institut für Elektronik der ETH Zürich, September 1978.

[3] *Herren Hp.* Hybridschaltungen in Dünnschichttechnik. Bern, Techn. Mitt. PTT 51 (1973) 2, S. 74...78.

[4] *Osswald K.* und *Stein E.* Kundenspezifische Schaltungen in Hybridtechnik. Aarau, Elektroniker (1979) 10, S. EL 1.