



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 226 659 A1

4(51) G 01 R 29/12
G 01 R 29/24

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 R / 264 970 6

(22) 06.07.84

(44) 28.08.85

(71) VEB Elektronische Bauelemente „Carl von Ossietzky“, 1530 Teltow, Ernst-Thälmann-Straße 10, DD
(72) Eisenblätter, Herbert, Dr.-Ing.; Schiemann, Martin, Dipl.-Ing.; Müller, Gerhard, Dipl.-Ing., DD

(54) Elektrode zur kontaktlosen Messung von Oberflächenpotentialen

(57) Elektrode zur kontaktlosen Messung von Oberflächenpotentialen wird eingesetzt zur Untersuchung von Elektreten und anderer Materialien, die ein Oberflächenpotential führen. Ziel der Erfindung ist es, eine Meßelektrode anzugeben, die sowohl eine hohe Auflösung als auch eine hohe Empfindlichkeit der Messung gewährleistet. Das Wesen der Erfindung ist neben der Nutzung der Stirnfläche das Einbeziehen der Mantelfläche der Meßelektrode in den Prozeß zur Gewinnung des Meßsignals. Die Meßelektrode ist eine in axialer Richtung schwingende Elektrode und als solche Bestandteil eines dynamischen Kondensators. Auf der anderen unbeweglichen Elektrode des dynamischen Kondensators befindet sich das Meßobjekt. Der erzielte Effekt wird aus der Figur 2 ersichtlich. Anwendungsgebiete der Erfindung sind insbesondere die Entwicklung und Produktion von Materialien für elektronische Bauelemente.
Fig. 2

Titel der Erfindung

Elektrode zur kontaktlosen Messung von Oberflächenpotentialen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Elektrode zur kontaktlosen Messung von Oberflächenpotentialen oder von anderen, diesen Oberflächenpotentialen äquivalenten elektrischen Größen.

Die Erfindung ist überall dort anwendbar, wo eine Untersuchung und Herstellung von Elektreten, insbesondere für elektronische Bauelemente auf der Basis von Elektreten erfolgen soll.

Ebenso ist die Anwendung der Erfindung im Bereich der elektrostatischen Kopiertechnik möglich.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung sind die Bereiche der Entwicklung und der Produktion von Festkörper- und Hybridschaltkreisen, insbesondere zur Lokalisierung störender elektrostatischer Aufladungen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Elektroden zur kontaktlosen Messung von Oberflächenpotentialen sind in verschiedenen Formen bekannt.

Insbesondere werden Elektrodenformen bevorzugt, die, um eine hohe Auflösung zu erzielen, einen kleinen Querschnitt besitzen.

Eine Verringerung des Querschnitts der Elektrode, hat eine Verringerung der Empfindlichkeit und damit auch eine Verringerung der Meßgenauigkeit zur Folge.

Bei den bekannten technischen Lösungen wird generell die Stirnfläche der Elektroden als sensible Fläche genutzt.

In einem Fall (DE 2555185) ist, um eine gleichbleibend hohe Meßgenauigkeit zu gewährleisten, eine Referenzelektrode und eine zusätzliche elektronische Steuerung notwendig.

Zudem besteht bei dieser Lösung infolge des erforderlichen geringen Meßabstandes bei hohen Oberflächenpotentialen die Gefahr, daß zwischen der Elektrode und dem Meßobjekt ein elektrischer Durchschlag erfolgt.

In diesem Fall vermindert sich das zu messende Oberflächenpotential, was zur Verfälschung der Meßwerte führt.

Eine weitere technische Lösung (SU 781717) ist die Verwendung einer dünnen Meßelektrode, die von einer konusförmigen Abschirmung umgeben ist. Die Abschirmung führt Massepotential. Das Potential der Elektrode wird automatisch dem zu messenden Oberflächenpotential angeglichen.

Trotz dieser Maßnahme ist die Möglichkeit grundsätzlich nicht auszuschließen, daß das Massepotential der unmittelbar um die Elektrode angeordneten Abschirmung einen elektrischen Durchschlag zwischen Meßobjekt und Elektrode hervorruft.

Folglich ist der Anwendungsbereich einer derartigen Elektrode auf die Messung kleiner Oberflächenpotentiale eingeschränkt.

Weiterhin beeinflußt das elektrische Feld zwischen Meßobjekt und Abschirmung die Elektrode, den fehlerfreien Raum unter der sensiblen Fläche der Elektrode. Dadurch ist ein ständiger nicht exakt zu bestimmender Meßfehler nicht auszuschließen.

Des weiteren erfordert eine derartige Elektrodenkonfiguration eine elektrische Isolierung des Objektträgers, um arbeitsschutztechnischen Bedingungen zu genügen.

Eine andere technische Lösung, um die Meßgenauigkeit einer dünnen Elektrode zu erhöhen, ist es, auf der Stirnfläche der Elektrode einen dielektischen Körper anzubringen. Dieser Körper (SU 464872) bewirkt, daß bei gleichbleibender Auflösung die Empfindlichkeit der Elektrode um den Faktor der Dielektrizitätszahl erhöht wird.

Das im Urherberschein angegebene Meßverfahren, das Aufsetzen der Elektrode auf das Meßobjekt, verhindert zwar einen Empfindlichkeitsverlust durch eine Massevergrößerung der Elektrode, führt aber bei dielektrischen Meßobjekten zu irreversiblen Potentialveränderungen. Die auch bei dieser Erfindung

angewendete Abschirmung der Elektrode mit Massepotential, um die Auflösung zu erhöhen, ist mit den gleichen Folgen verbunden, wie sie bereits im Zusammenhang mit der Erfindung SU 781717 dargelegt wurden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Elektrode zur kontaktlosen Messung von Oberflächenpotentialen anzugeben, welche sowohl eine hohe Auflösung als auch eine hohe Empfindlichkeit besitzt, so daß die zu untersuchenden Potentiale mit einer großen Genauigkeit gemessen werden können.

Die Elektrode soll ohne Umrüstung zur Messung von niedrigen und hohen Potentialen eingesetzt werden können.

Die Gestaltung der Elektrode soll unkompliziert sein und eine sichere Handhabung bzw. Anwendung sichern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Elektrode zur kontaktlosen Messung von Oberflächenpotentialen anzugeben, die bei hoher Auflösung der Messung auch eine hohe Empfindlichkeit besitzt.

Zusätzlich ist die Abhängigkeit des Meßergebnisses vom Abstand der Meßobjektoberfläche zur Elektrode zu verringern. Außerdem soll die Elektrode bei beliebig großen Oberflächenpotentialen einsetzbar sein, ohne das zu messende Potential selbst zu beeinflussen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Eigenschaften eines dynamischen Kondensators mit zwei Elektroden genutzt wird, wovon eine Elektrode ortsfest angeordnet ist und auf einem genau definierten Potential gehalten wird.

Die zweite Elektrode, als Meßelektrode ausgebildet, wird gegenüber der stationären Elektrode in axialer Richtung in Schwingungen versetzt. Figur 1

Die in der schwingenden Meßelektrode induzierte Spannung unterliegt bekanntlich folgender Proportionalität:

$$U(t) \sim U_o Z_e C_o \frac{dc}{dt} \quad (1)$$

Hierbei sind:

- U_o Oberflächenpotential des Meßobjektes
- Z_e komplexer Eingangswiderstand des nachfolgenden Verstärkers
- C_o Mittelwert der Kapazität der schwingenden, als Meßelektrode ausgebildeten Elektrode des dynamischen Kondensators
- $\frac{dc}{dt}$ Änderungsgeschwindigkeit der Kapazität der Meßelektrode

Der Mittelwert C_o der Kapazität der Meßelektrode wird durch ihre Oberfläche und den mittleren Abstand der Elektrodenoberfläche zur Oberfläche des Objektes bestimmt, von dem das Oberflächenpotential gemessen werden soll.

Um der gesetzten Zielstellung zu entsprechen, wird eine vorzugsweise zylindrisch ausgebildete Meßelektrode verwendet, bei der, um den Wert C_o zu erhöhen, als wirksame Fläche zur Realisierung der elektrostatischen Induktion außer der Stirnfläche auch die Mantelfläche der Elektrode genutzt wird.

Stirn- und Mantelfläche der Meßelektrode des dynamischen Kondensators müssen in einem bestimmten funktionalen Verhältnis ausgebildet sein, da beide Flächen mit unterschiedlicher Wertigkeit in die wirksame Oberfläche der Elektrode eingehen.

Die optimale Proportionalität von Stirn- und Mantelfläche einer Meßelektrode ist empirisch zu ermitteln und liegt in der Größenordnung 1 : 100.

Sie ist abhängig vom vorgewählten Abstand der Meßelektrode von der Oberfläche des Objektes, von dem das Oberflächenpotential gemessen werden soll. Die Figuren 2 bis 5 lassen die Abhängigkeit erkennen. Die Figuren 2 und 3 zeigen den Verlauf der Äquipotentiallinien bei Verwendung einer erfindungsgemäßen Meßelektrode zum Meßobjekt.

Die in den Figuren 4 und 5 dargestellten Abhängigkeiten der Stirn- und Mantelflächenkapazität vom Abstand der Meßelektrode zum Meßobjekt zeigen, daß es insbesondere bei kleinen Durchmessern der schwingenden Meßelektrode aufgrund des erforderlichen geringen Abstandes zum Meßobjekt nicht möglich ist, durch die Induktion in der Stirnfläche ein Meßsignal zu erhalten, das die Empfindlichkeit der Meßschaltung übersteigt.

Diese Voraussetzung ist aber für die sichere Funktion der Meßanordnung notwendig. Die Mantelflächenkapazität liefert ein we-

sentlich größeres Meßsignal als die Stirnflächenkapazität und weist nur eine schwache Abhängigkeit von Abstand der Meßelektrode zum Meßobjekt auf.

Da eine Abschirmung der Meßelektrode nicht benötigt wird, wird bei Anwendung der Kompensationsmethode die nahezu vollständige Kompensation des elektrischen Feldes zwischen Meßelektrode und Meßobjekt gewährleistet. Dadurch sind auch bei hohen Oberflächenpotentialen des Meßobjektes dessen irreversiblen Beeinflussung infolge elektrischer Überschläge ausgeschlossen. Die angegebene Ausbildung der Meßelektrode führt auch zu einer Reduzierung der bewegten Masse der Elektrode, wodurch bei gleicher Antriebsleistung zur Bewegung der Meßelektrode die Änderungsgeschwindigkeit der Kapazität der Elektrode erhöht werden kann. Nach der Formel (1) vergrößert sich damit das induzierte Signal und folglich die Meßempfindlichkeit zusätzlich.

Damit bietet eine erfindungsgemäße Meßelektrode durch die Vergrößerung des Mittelwertes und der Änderungsgeschwindigkeit ihrer Kapazität auch bei kleinen Durchmessern die Möglichkeit, entsprechend niedrige Oberflächenpotentiale zu messen.

Aus den Figuren 2 und 3 ist ersichtlich, daß eine erfindungsgemäße Meßelektrode zu einer Verschlechterung der Auflösung der Messung gegenüber einer geschirmten Meßelektrode gleichen Durchmessers führt. In der Praxis zeigte sich, daß die Auflösung einer erfindungsgemäßen Meßelektrode gegenüber einer geschirmten gleichen Durchmessers nur um die Hälfte verringert ist, wenn der Abstand zwischen Meßelektrode und Meßobjekt zehnmal kleiner als der Durchmesser der Stirnfläche der Meßelektrode gehalten wird.

Eine geschirmte Meßelektrode mit einer um die Hälfte verringerten Auflösung, d.h. mit doppeltem Durchmesser, gewährleistet jedoch bei weitem nicht die Meßempfindlichkeit der angegebenen Meßelektrode.

Um mit einer geschirmten Meßelektrode die gleiche Empfindlichkeit zu erzielen, müßte der Durchmesser auf etwa das Achtfache erhöht werden, d.h. die Auflösung würde sich um das Achtfache verringern.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Die Figur 1 zeigt die prinzipielle Anwendungsmöglichkeit der Meßelektrode in Verbindung mit einer Meßschaltung. Die Anordnung der Meßelektrode in Bezug auf das Meßobjekt gestattet bei einer beispielsweise zylindrischen Elektrodenform in Abhängigkeit vom Abstand der Stirnfläche der Meßelektrode zur Objektoberfläche eine Änderung der Auflösung und der Meßempfindlichkeit. Aus den Figuren 4 und 5 ist zu erkennen, daß der Beitrag der Mantelfläche zur Meßempfindlichkeit vom Abstand der Stirnfläche zur Objektoberfläche wenig abhängt. Aus Formel 1 geht hervor, daß die Kapazitäten die Meßempfindlichkeit direkt beeinflussen.

Aufgrund des geringen Beitrages der Stirnfläche gewährleistet die Mantelfläche somit bei Abstandsschwankungen, wie sie durch Unebenheiten der Oberfläche der Meßobjekte entstehen können, die sichere Funktion der Meßanordnung.

Bei geringem Abstand zwischen Meßelektrode und Meßobjekt überwiegt der Einfluß der Stirnfläche gegenüber der Mantelfläche. Dadurch entspricht die Auflösung der Messung den Ergebnissen, wie sie mit abgestimmter Meßelektrode erreicht werden können.

Erfindungsanspruch

1. Elektrode zur kontaktlosen Messung von Oberflächenpotentialen eines Objektes oder einer anderen, einem Oberflächenpotential eines Objektes äquivalenten elektrischen Größe, dadurch gekennzeichnet, daß für die elektrostatische Induktion außer der Stirnfläche der Elektrode auch die Mantelfläche verwendet wird, wobei das Verhältnis zwischen Stirn- und Mantelfläche der Elektrode einer Größenordnung von 1 : 100 entspricht.
2. Elektrode nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die zur kontaktlosen Messung genutzte Stirnfläche sowohl eben als auch geometrisch anderweitig gestaltet sein kann und ihre Mantelfläche vorzugsweise die eines Zylinders ist.
3. Elektrode nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, daß sie als eine in axialer Richtung schwingende Elektrode Bestandteil eines dynamischen Kondensators ist, auf dessen unbeweglicher Elektrode sich das Meßobjekt befindet.
4. Elektrode nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenachse parallel zur Achse des dynamischen Kondensators verläuft.

Blatt 5

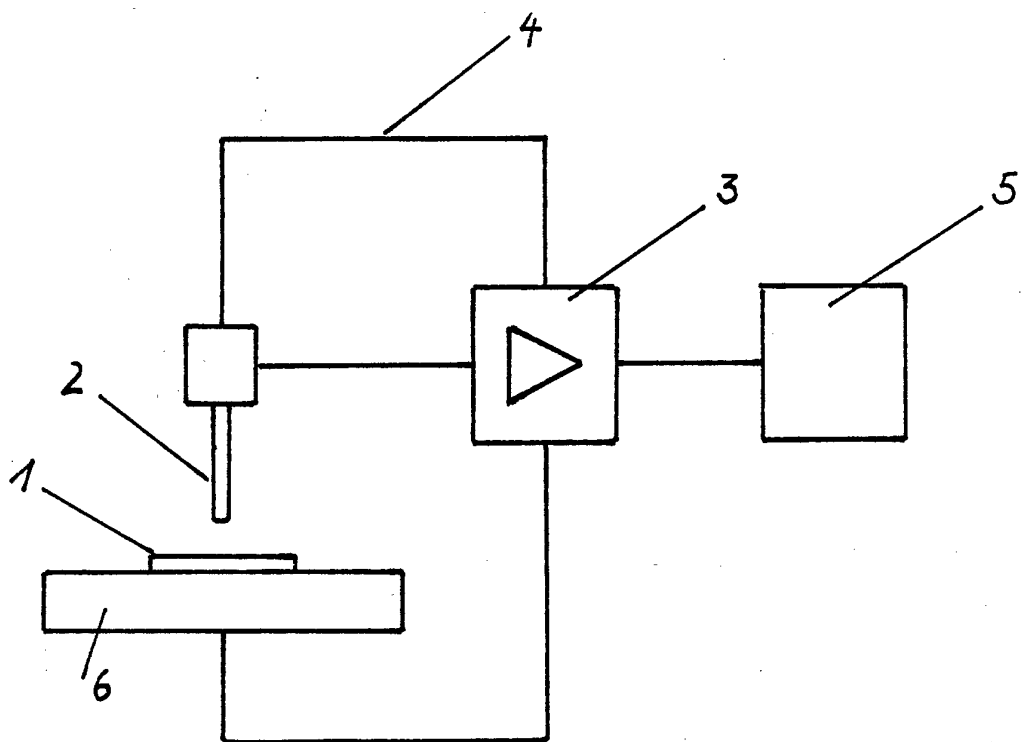


Fig.1

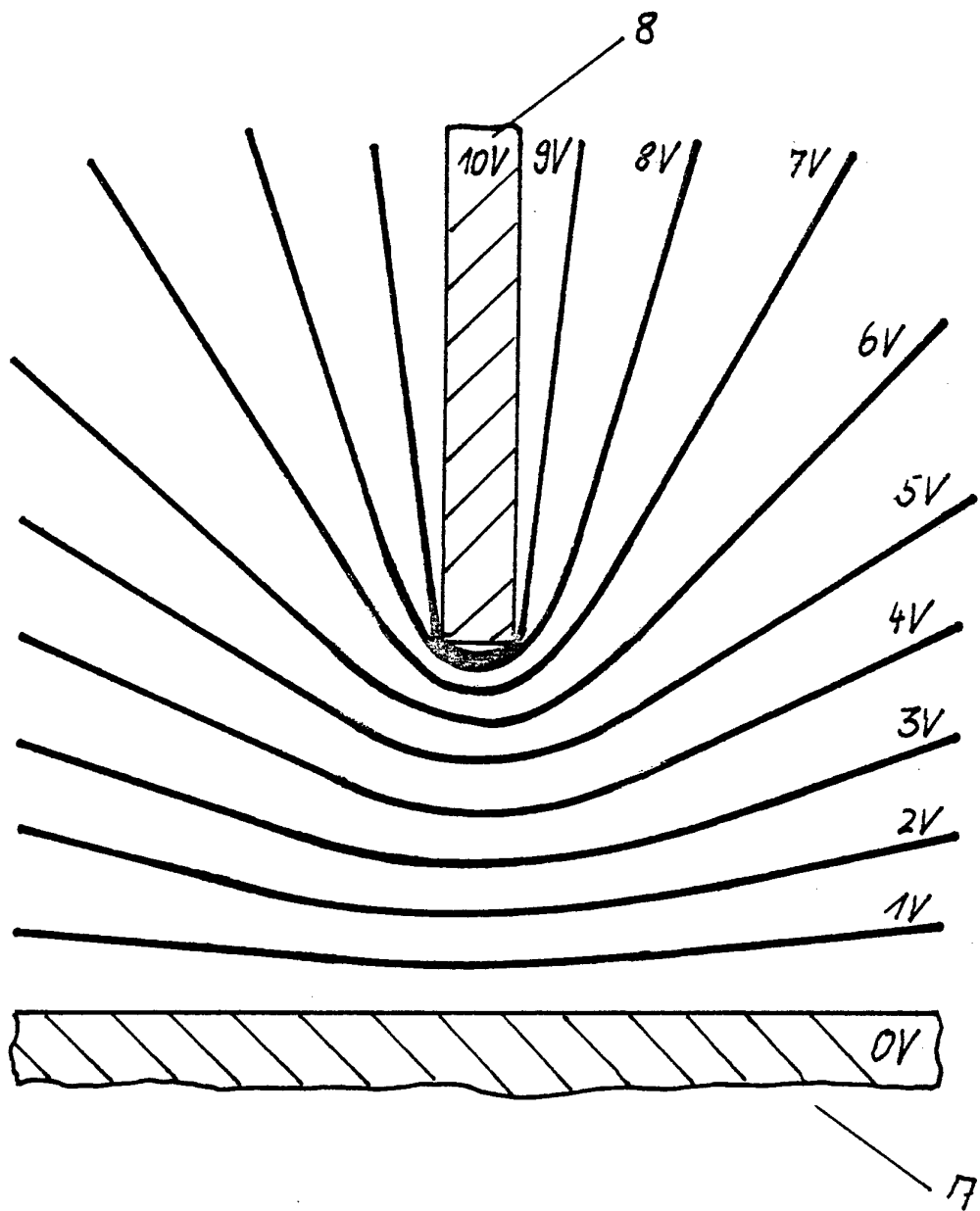


Fig. 2

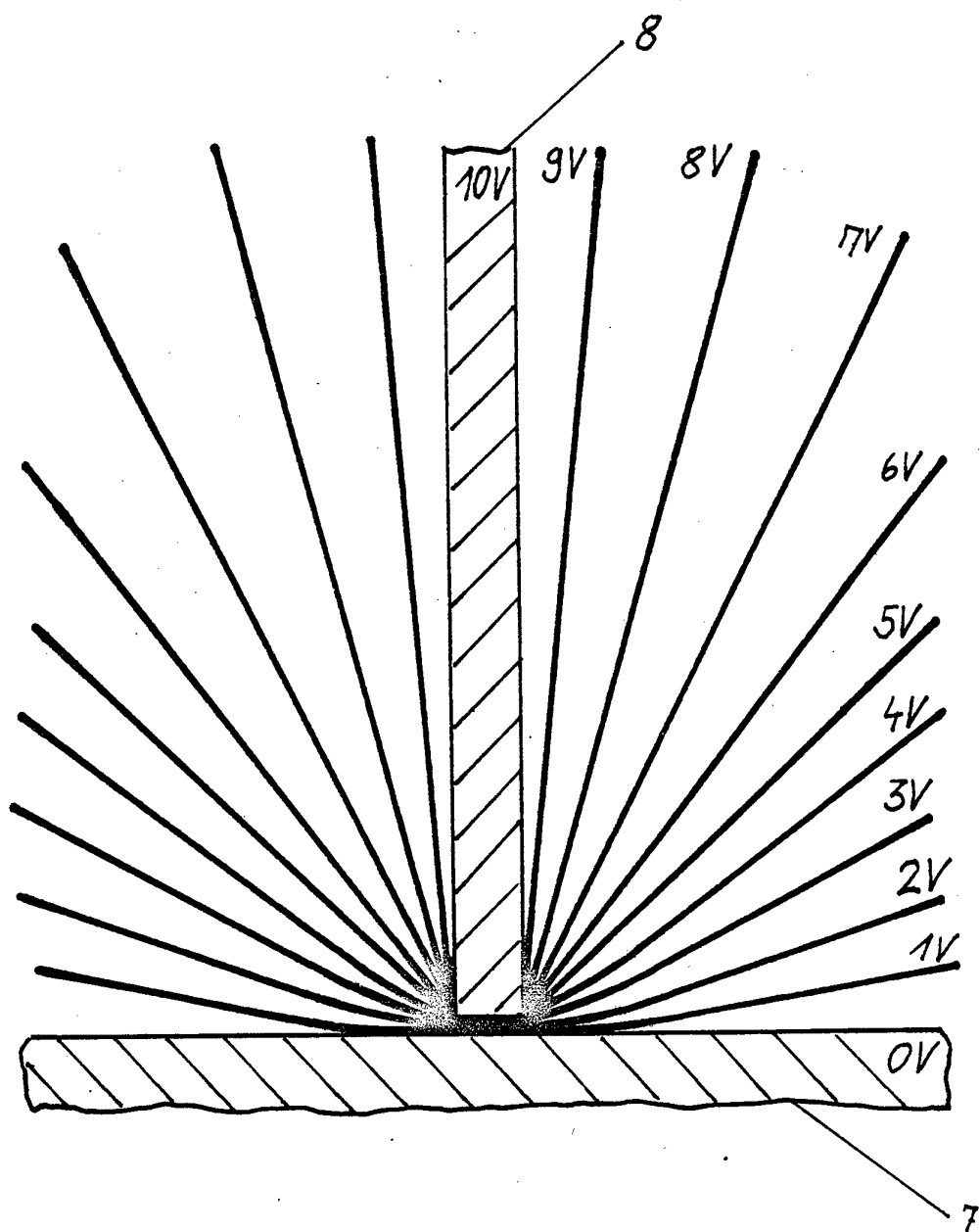


Fig. 3

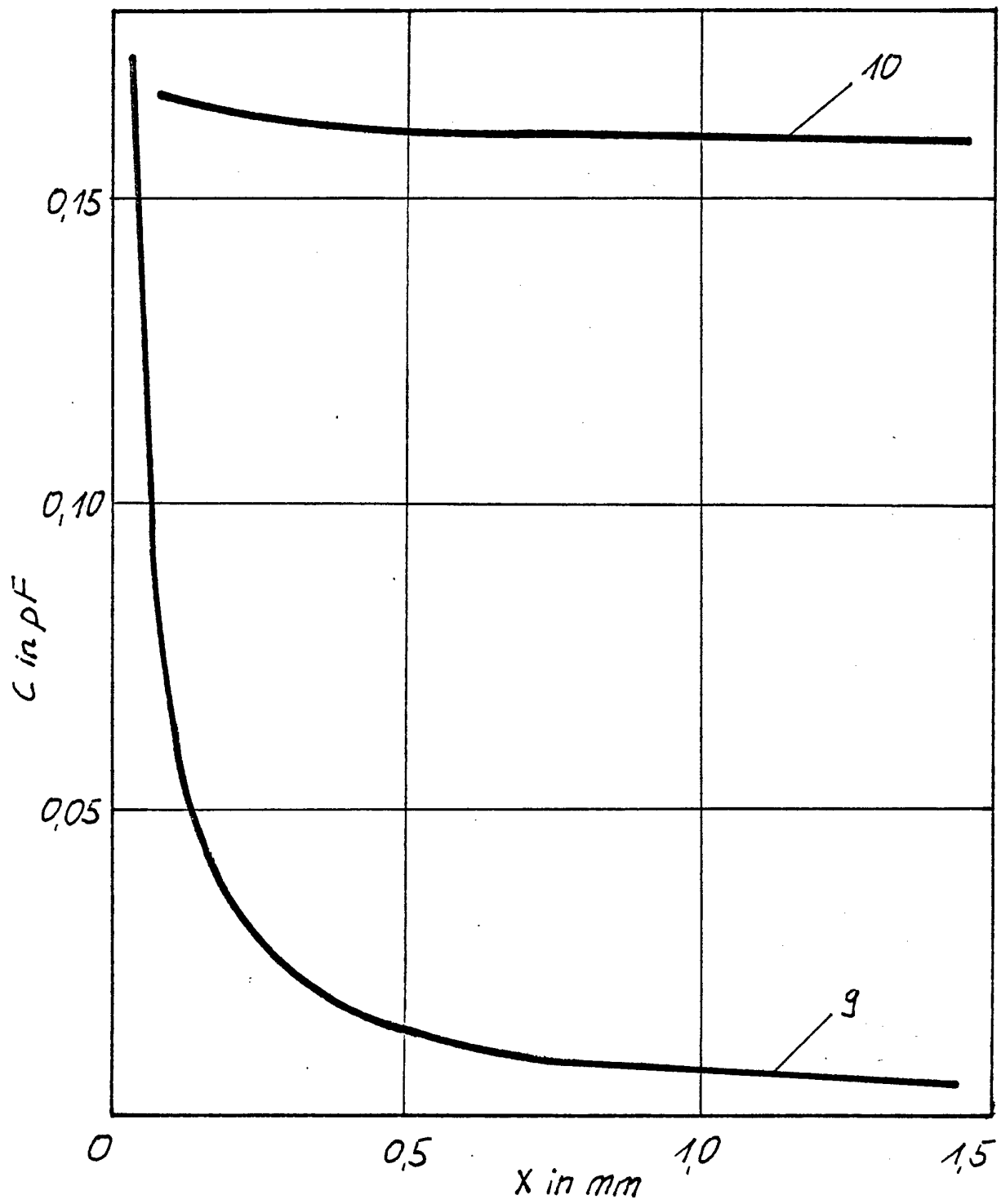


Fig. 4

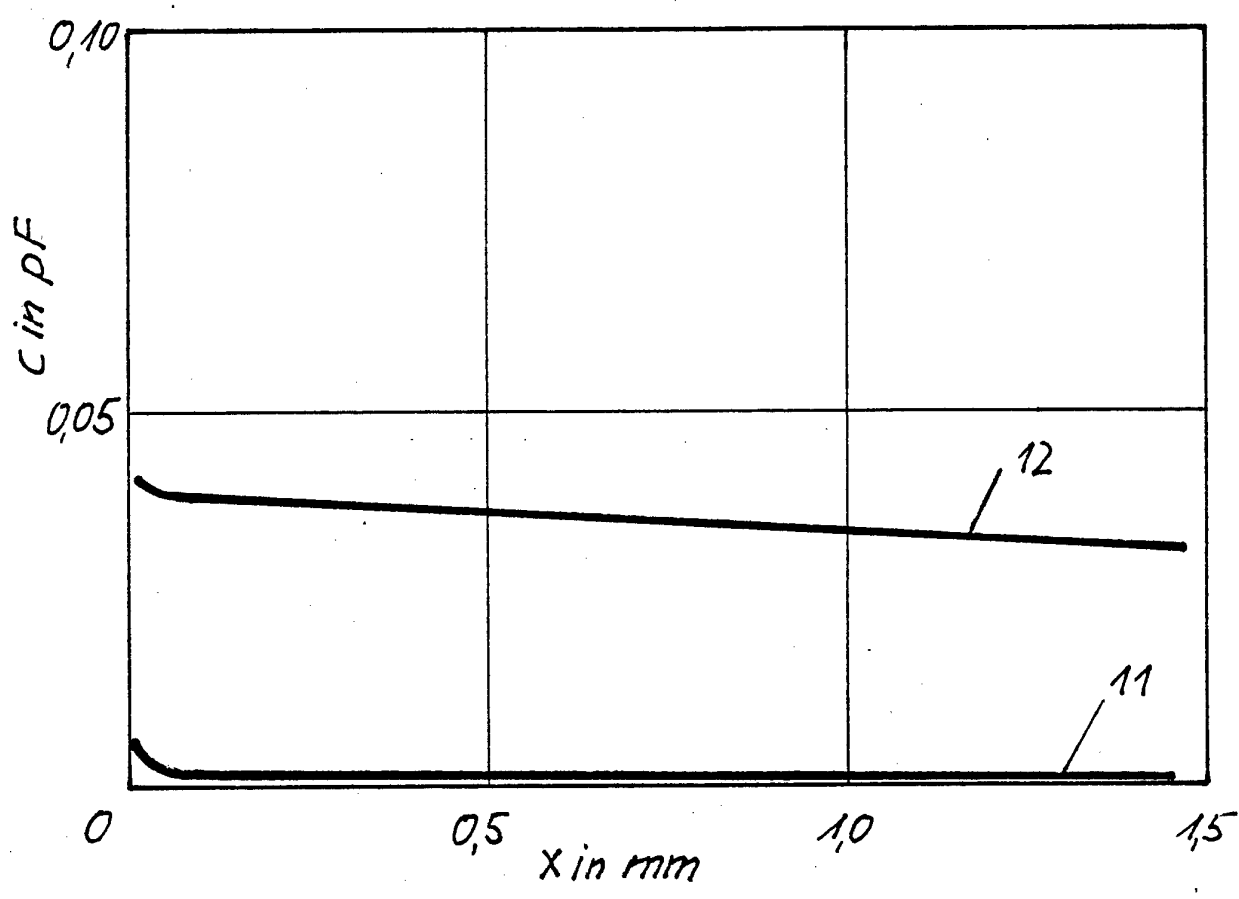


Fig. 5