



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤1 Int. Cl.³: H 05 K

3/42

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪

619 823

②1 Gesuchsnummer:	14353/75	⑦3 Inhaber:	Kollmorgen Corporation, Glen Cove/NY (US)
②2 Anmeldungsdatum:	06.11.1975		
③0 Priorität(en):	07.11.1974 US 521890	⑦2 Erfinder:	Joseph Polichette, South Farmingdale/NY (US) Edward J. Leech, Oyster Bay/NY (US) John G. Branigan, Smithtown/NY (US) Joseph P. Hammond, Fresh Meadows/NY (US)
②4 Patent erteilt:	15.10.1980		
④5 Patentschrift veröffentlicht:	15.10.1980	⑦4 Vertreter:	Fritz Isler, Patentanwaltsbureau, Zürich

⑤4 Verfahren zur Herstellung von Leiterplatten.

⑤7 Es werden gelochte Kunststoff-Leiterplatten mit metallisierten Lochwandungen hergestellt. Vor dem Metallisieren müssen die Lochwandungen von, beim Bohren der Löcher entstandenen Harzablagerungen, befreit werden. Dies geschieht mit alkalischer Permanganatlösung. Die Lösung hat einen pH-Wert von mindestens 13 und eine Temperatur zwischen 35 und 70° C. In Versuchen wurde bei Einwirkung von solcher Lösung zunächst ein Gewichtsverlust, dann überraschenderweise eine Gewichtszunahme und hierauf wieder ein Gewichtsverlust festgestellt. Die Behandlung der Lochwandungen mit der Permanganatlösung wird vor dem Eintreten der zweiten Gewichtsverlustphase beendet.

Bei Leiterplatten mit durch die Lochung durchschnittenen Leiterzügen aus isoliertem Draht lässt sich mit der Permanganatlösung zugleich die Isolierung von den an den Lochwandungen vorliegenden Drahtenden entfernen. Die freigelegten Drahtenden werden beim Metallisieren der Lochwandungen fest mit der Metallisierungsschicht verbunden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Herstellen von Leiterplatten mit gedruckten oder drahtförmigen Leiterzügen und mit einer ganz oder teilweise aus Kunststoff bestehenden Platte als Träger dieser Leiterzüge, welche Leiterplatten mindestens ein durch Kunststoff hindurchgehendes Loch enthalten, dessen Wandung mit einer Metallschicht versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Lochwandung vor der Durchführung der zu ihrer Metallisierung erforderlichen Verfahrensschritte zum Entfernen von beim Bohren entstandenen Harzablagerungen mit einer alkalischen Permanganatlösung in Kontakt gebracht wird, deren pH-Wert mindestens 13 und deren Temperatur zwischen 35 und 70 °C beträgt, wobei die Einwirkungszeit so gewählt wird, dass sie vor dem Eintreten der zweiten Gewichtsverlustphase beendet ist, und dass nach einem Spülvorgang die zur Metallisierung der Lochwandung erforderlichen Verfahrensschritte durchgeführt werden.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanganatlösung einen Benetzer, vorzugsweise einen solchen, der einen fluorierten Kohlenwasserstoffrest aufweist, enthält.

3. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanganatlösung 10 bis 75 g/Liter Kaliumpermanganat, 0,01 bis 0,5 g/Liter eines einen fluorierten Kohlenwasserstoffrest aufweisenden Benetzers, Wasser und so viel Natriumhydroxid enthält, dass sich ein pH-Wert von 13,4 bis 13,5 einstellt, und dass die Lösung mit einer Temperatur zwischen 40 und 70 °C, vorzugsweise von 60 °C, für eine Zeitspanne von 15 bis 55 Minuten, vorzugsweise von 30 bis 45 Minuten, zur Einwirkung gebracht wird.

4. Verfahren nach Patentanspruch 1 zum Herstellen von Leiterplatten mit Leiterzügen aus isoliertem Draht, bei welchen Platten die Lochung mindestens einen Leiterzug durchschneidet, so dass die Lochwandung mindestens eine Stirnfläche von Leiterdraht enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Lochwandung mit der alkalischen Permanganatlösung für einen Zeitraum in Kontakt gebracht wird, der ausreicht, um sowohl beim Bohren des Loches gebildete Ablagerungen von verschmiertem Kunststoff als auch die Drahtisolierung in nächster Nachbarschaft zur Drahtstirnfläche zu entfernen, und dass nach dem Spülvorgang die zur Metallisierung der Lochwandung erforderlichen Verfahrensschritte durchgeführt werden, wobei die Metallabscheidung entweder nur stromlos oder zunächst stromlos und anschließend auch noch galvanisch erfolgt und dabei ein mechanisch fester, elektrischer Kontakt zwischen Drahtende und Lochmetallschicht erhalten wird.

Beim Bohren von Löchern in Kunststoffplatten, beispielsweise epoxyimprägnierten Glasfaserplatten, nimmt der Bohrer beim Bohrvorgang Material mit, welches sich erhitzt und schmilzt und in diesem erweichten Zustand über die Lochinnenwand verschmiert wird.

Im Falle von gedruckten Schaltungen, die mit einem oder mehreren Löchern versehen sind, die durch die Kunststoffplatte geführt werden und mindestens zwei Leiter auf den beiden Oberflächen oder innerhalb der Platte verbinden, hängt die Funktionsfähigkeit der Schaltung in hohem Masse davon ab, ob die beim Bohren der Löcher entstehenden Kunststoffablagerungen vor der Fertigstellung der Platte entfernt werden.

Ebenfalls von grosser Bedeutung ist die Entfernung der beim Bohrvorgang entstandenen Kunststoffharzablagerungen bei der Herstellung von Drahtschaltungen, wie sie beispielsweise durch die US-PS 1 352 557 der gleichen Patent-Inhaberin geschützt sind. Derartige Drahtschaltungen bestehen aus

einem Netzwerk von isoliertem Draht, der in der Oberfläche der Kunstharzplatte eingebettet ist. Die Verbindung zwischen Drähten in verschiedenen Ebenen kann beispielsweise durch Bohrungen erzielt werden, wenn deren Lochinnenwandungen metallisiert werden und leitend mit dem Leiterdraht verbunden werden. Diese Verbindung kann nur dann einwandfrei sein, wenn sowohl die Harzrückstände an der Lochinnenwand als auch die Isolationsschicht auf dem Draht einwandfrei entfernt werden. Andernfalls wird der elektrische Kontakt unzuverlässig.

Zur Entfernung der Harzablagerungen sind bereits eine Reihe von Verfahren vorgeschlagen worden. Eines davon besteht beispielsweise darin, durch die Löcher eine Aufschlämmung von Schmirgelmateriale mit Hilfe hydraulischen Druckes zu pressen. Alle mechanischen Verfahren haben aber den Nachteil, dass sie viel Zeit beanspruchen und nicht sehr zuverlässig sind. Eine vollständige Entfernung der Kunststoffablagerungen ist auf diesem Wege kaum erzielbar.

Weiter verbreitete und zuverlässigere Methoden zur Entfernung der Kunststoffablagerungen bedienen sich der Anwendung von Chemikalien, die die Kunststoffpartikel selbst angreifen.

Für derartige Verfahren wird beispielsweise 90%ige Schwefelsäure verwendet, mit Hilfe derer es gelingt, Schichten von verschmiertem Harz auf der Lochinnenwand, die unter 0,0035 cm Dicke liegen, innerhalb einer Minute aufzulösen. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht in der bekanntermassen gefährlichen Handhabung konzentrierter Schwefelsäure. Insbesondere im Fabrikationsprozess ist es wünschenswert, derartige Gefahrenquellen auszuschliessen.

Es wurde ebenfalls die Verwendung von Chromsäure zum Ablösen der Kunstharzrückstände vorgeschlagen. Diese bietet aber bezüglich der Schwierigkeiten der Handhabung keinerlei Vorteil gegenüber der Schwefelsäure und ist ausserdem langsamer in der Wirkung. Ein weiterer Nachteil bei der Verwendung von Chromsäure beruht in der Schwierigkeit und dem Kostenaufwand, sie so weitgehend unschädlich zu machen, dass den Abwasserbestimmungen Genüge geleistet wird.

Weiterhin wurde vorgeschlagen, die Beseitigung der Kunststoffablagerungen durch Behandeln mit Mischungen von schwefel- und fluorhaltigen Säuren zu erzielen. Hierzu muss gesagt werden, dass diese erstens sehr giftig sind und neben besonders ausgerüsteten Behältern auch entsprechende Vorrichtungen zum Absaugen der Dämpfe erforderlich machen.

Die im vorstehenden genannten Nachteile werden durch das erfindungsgemässe Verfahren, das im Patentanspruch 1 definiert ist, vermieden. Dieses verwendet zur Reinigung der Löcher von durch das Bohren entstandenen Kunststoffablagerungen eine alkalische Permanganatlösung mit einem pH-Wert von wenigstens 13, vorzugsweise zwischen 13,4 und 13,5 und mit einer Temperatur zwischen 35 und 70 °C. Die Einwirkungszeit des Permanganatbades wird so gewählt, dass sie vor dem Eintreten der zweiten Gewichtsverlustphase beendet ist. Sie beträgt häufig etwa 50 Minuten. Nach einem Spülvorgang werden sodann die zur Metallisierung der Lochwandung erforderlichen Verfahrensschritte durchgeführt.

Bei der Herstellung elektrischer Schaltungen mit dem durch ein Loch geführten Leitungsdraht kann mit dem erfindungsgemässen Verfahren ein guter und zuverlässiger Kontakt mit der metallisierten Lochwandung erzielt werden. Die hierzu angewendete Ausführungsform des Verfahrens umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

(a) die Lochbohrung wird gleichzeitig mit der Drahtisolierung des durch diese geführten Drahtes mit der erfindungsgemäss verwendeten Permanganatlösung behandelt, und

(b) nach bekannten Verfahren werden gleichzeitig die Lochinnenwand und das nunmehr von der Isolierung befreite Drahtstück innerhalb des Loches metallisiert, wodurch eine

festen metallische Verbindung zwischen der Lochwandung und dem Draht hergestellt wird; der Draht ist somit in die Lochwandmetallisierung eingebettet.

Vorzugsweise ist die alkalische Permanganatlösung eine wässrige Lösung von Kaliumpermanganat und einer starken Base, der ein Benetzungsmittel, wie beispielsweise eine fluorhaltige Verbindung, zugesetzt wird.

Das erfindungsgemässe Verfahren kann beispielsweise folgendermassen durchgeführt werden:

Man verwendet eine wässrige Kaliumpermanganatlösung, die 10 bis 75 g/Liter Kaliumpermanganat, etwa 0,5 g/Liter Benetzer und so viel Natriumhydroxid enthält, dass der pH-Wert 13,4 bis 13,5 beträgt. Die Lochwandung wird dann für 15 bis 55 Minuten (vorzugsweise 45 Minuten) bei Temperaturen zwischen 35 und 70 °C (vorzugsweise bei 60 °C) mit einer Lösung behandelt.

Es wurde festgestellt, dass – sobald man die vorteilhafteste Konzentration der Lösung und die am besten geeignete Behandlungstemperatur herausgefunden hat – die Reinigungswirkung nahezu ausschliesslich von der Behandlungsdauer abhängt.

Fig. 1 bis 3 zeigen die Geschwindigkeit der Entfernung von Harzablagerungen durch Einwirkung von erfindungsgemäss verwendeten Lösungen mit unterschiedlichem Permanganatgehalt bei Temperaturen von 40 °C. In den Fig. 4 bis 6 ist die Wirksamkeit von erfindungsgemäss verwendeten Lösungen bei 60 °C in Abhängigkeit von deren Konzentration dargestellt. Vergleichsweise wird in Fig. 7 die Geschwindigkeit der Auflösung von Harzrückständen bei Verwendung von Chromsäure statt erfindungsgemäss verwendeter Lösungen dargestellt.

Überraschenderweise wurde festgestellt, dass bei konstanter Temperatur und konstanter Permanganatkonzentration die Einwirkungsgeschwindigkeit, festgestellt durch den Gewichtsverlust, nicht linear ist.

Eine völlige Linearität zwischen Einwirkungszeit und gelösten Harzablagerungen findet sich nur zu Beginn der Einwirkungszeit. Es wurde festgestellt, dass nach der Anfangsperiode aus bisher nicht völlig geklärten Gründen in einer zweiten Periode ein Gewichtsanstieg des behandelten Materials einsetzt, der eine weitere Periode von wieder einsetzendem Gewichtsverlust folgt. Diese Beobachtung ist deshalb besonders überraschend, da bei entsprechender Behandlung mit Chromsäure ein solches Phänomen nicht beobachtet wurde und vielmehr ein völlig linearer Verlauf von Gewichtsverlust und Zeit festgestellt wurde.

Es ist anzunehmen, dass der Beginn der zweiten «Gewichtsverlust»-Periode die Anätzung des intakten Pressstoffmaterials der Lochinnenwandung anzeigt, da gleichfalls festgestellt wurde, dass lange Ätzzeiten, die weit in die zweite Gewichtsverlust-Periode hineinreichen, nicht zu zufriedenstellenden Resultaten bei der Herstellung von elektrischen Schaltungen führen.

Während der zweiten Gewichtsverlustperiode findet also ein Abbau des Kunstharzmaterials selbst statt, und da die Glasfasern nicht angegriffen werden, wird durch einen solchen Abbau die Kunstharzplatte von einem harzreichen Substrat in ein glasfaserreiches Substrat verwandelt. Es wird weiterhin angenommen, dass sich durch zu weit gehendes Ätzen Höhlungen in der Lochinnenwandung ausbilden, die dann bei der nachfolgenden Metallisierung mit Metall gefüllt werden, und sich so eine Metallschicht an den Glasfasern entlang zieht, wodurch schlechte oder sogar völlig unbrauchbare Lochwandungsmetallisierungen entstehen.

Bei der Herstellung von gedruckten Schaltungen wurde beobachtet, dass, falls der Lochreinigungsprozess sehr weit in die zweite Gewichtsverlustperiode hineinreicht, ein völliger Zusammenbruch des Isolationswiderstandes eintrat.

Bei der praktischen Durchführung des Verfahrens nach der

Erfindung sollte bei der Zusammensetzung der verwendeten Lösungen berücksichtigt werden, dass es sich in der Regel um mehrere verschiedene Harzkomponenten handelt, die in Form der auf der Lochwandung verbliebenen Rückstände gleichzeitig entfernt werden sollen. Neben dem Harzbestandteil des Pressstoffes selbst kann dieser noch einen Überzug aus einem anderen Kunstharz tragen; ausserdem kann die Isolations-schicht des Drahtes einen weiteren Kunstharzbestandteil enthalten. Es ist aber wünschenswert, gleichzeitig alle Kunstharzablagerungen sowie die Isolations-schicht auf dem Draht abzulösen, um bei der nachfolgenden Metallisierung der Lochwandung eine wirklich metallische Verbindung zwischen Draht und Lochwand herzustellen.

Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass beim Ätzen mit der Permanganatlösung darauf zu achten ist, dass die Ätzdauer einen gewissen Zeitraum nicht überschreitet, da andernfalls durch Anätzung des Grundmaterials unerwünschte Nebenwirkungen erzielt werden. Für die hier vorgeschlagenen Lösungskonzentrationen und -temperaturen werden im allgemeinen Ätzzeiten zwischen 20 und 50 Minuten vorgeschlagen; vorzugsweise liegen diese zwischen 30 und 45 Minuten.

Die Ätzgeschwindigkeit nimmt mit wachsender Permanganatkonzentration zu; die optimale Konzentration liegt nach den Erfahrungen bei 60 g/Liter.

Es wurde ferner gefunden, dass die Ätzgeschwindigkeit direkt proportional der Ätztemperatur ist, wobei erhöhte Temperaturen zwischen 40 und 60 °C zufriedenstellende Ergebnisse liefern. Die bevorzugte Temperatur liegt bei 60 °C. Bei Temperaturen unter 40 °C werden nicht so zufriedenstellende Resultate erzielt. Bei Temperaturen über 60 °C ist ein höherer Permanganatgehalt erforderlich. Der erhöhte Permanganatverbrauch lässt das Verfahren bei Temperaturen über 60 °C unwirtschaftlich werden.

Ferner ist ein pH-Wert der Ätzlösung von mindestens 13 zur Erzielung guter Resultate erforderlich; vorzugsweise liegt der pH-Wert zwischen 13,4 und 13,5. Zum Einstellen des pH-Wertes verwendet man vorzugsweise Natriumhydroxid. Liegt der pH-Wert deutlich unter 13, ergeben sich unterschiedliche Ätzgeschwindigkeiten der einzelnen Harze, was sich

nachteilig auswirken kann. Durch Zugabe eines Benetzers wird das Verfahren im allgemeinen günstig beeinflusst. Besonders geeignet sind solche Benetzer, die einen fluorierten Kohlenwasserstoffrest aufweisen, wie z. B. «Fluorad» FC95 (ein Kaliumfluoralkylsulfonat) und «Fluorad» FC128 (ein Kaliumfluoralkylcarboxylat) der 3M-Company.

Versuch 1

Eine wässrige alkalische Kaliumpermanganatlösung, bestehend aus 20 g/Liter Kaliumpermanganat, 37,5 g/Liter Natriumhydroxid, Rest Wasser, wird hergestellt. Die Lösung wird auf 40 °C erwärmt und konstant bei dieser Temperatur gehalten. Pressstoff-Musterplatten in den Abmessungen 7,5×7,5 cm, 3 mm dick und ca. 17 g schwer, werden in die vorbereitete Lösung getaucht und der Gewichtsverlust in Abhängigkeit von der Eintauchzeit festgestellt.

Die Versuchsergebnisse sind in Fig. 1 graphisch dargestellt.

Tabelle I

Muster-Nr.	Behandlungsdauer (Minuten)	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^4$)
1	10	1,3
2	20	2,8
3	30	3,8
4	40	1,8
5	50	1,2
6	60	2,5

Versuch 2

Das Verfahren gemäss Versuch 1 wird wiederholt mit dem Unterschied, dass der Kaliumpermanganatgehalt der Lösung verdoppelt, also auf 40 g/Liter, gebracht wird.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle II verzeichnet und in Fig. 2 graphisch dargestellt.

Tabelle II

Muster-Nr.	Behandlungsdauer (Minuten)	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^4$)
7	10	2,6
8	20	4,7
9	30	3,9
10	40	3,1
11	50	4,8
12	60	1,6

Versuch 3

Das Verfahren gemäss Versuch 1 wird wiederholt mit dem Unterschied, dass der Gehalt an Kaliumpermanganat 60 g/Liter beträgt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle III verzeichnet und in Fig. 3 graphisch dargestellt.

Tabelle III

Muster-Nr.	Behandlungsdauer (Minuten)	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^4$)
13	10	2,9
14	20	3,2
15	30	6,5
16	40	4,3
17	50	4,1
18	60	4,6

Versuch 4

Das Verfahren gemäss Versuch 1 wird wiederholt mit dem Unterschied, dass die Temperatur der Lösung 60 °C beträgt.

Die erzielten Ergebnisse sind in Tabelle IV verzeichnet und in Fig. 4 graphisch dargestellt.

Tabelle IV

Muster-Nr.	Behandlungsdauer (Minuten)	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^4$)
19	10	3,2
20	20	4,4
21	30	5,4
22	40	4,7
23	50	3,2
24	60	10,0

Versuch 5

Das Verfahren nach Versuch 2, also mit einem Permanganatgehalt der Lösung von 40 g/Liter, wird bei der Temperatur von Versuch 4, also 60 °C, durchgeführt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle V verzeichnet und in Fig. 5 graphisch dargestellt.

Tabelle V

Muster-Nr.	Behandlungsdauer (Minuten)	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^4$)
25	10	4,8
26	20	6,3
27	30	6,7
28	40	10,0
29	50	4,2
30	60	6,5

Versuch 6

Das Verfahren wird mit der gleichen Kaliumpermanganat-Konzentration wie in Versuch 3 durchgeführt, aber bei der Temperatur von Versuch 4 (60 °C).

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle VI verzeichnet und in Fig. 6 graphisch dargestellt.

Tabelle VI

Muster-Nr.	Behandlungsdauer (Minuten)	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^4$)
31	10	5,7
32	20	6,6
33	30	7,3
34	40	5,9
35	50	7,6
36	60	10,0

Versuch 7 (Vergleich)

Die Wirkung eines allgemein gebräuchlichen Chromsäure-ätzbad wurde zum Vergleich untersucht. Das Ätzbade enthält 915 g/Liter CrO_3 in Wasser und wird bei Zimmertemperatur (etwa 20 °C) angewendet.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle VII verzeichnet und in Fig. 7 graphisch dargestellt.

Tabelle VII

Muster-Nr.	Behandlungsdauer (Minuten)	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^4$)
37	10	2,9
38	20	4,2
39	30	5,7
40	40	8,7
41	50	11,0

Beispiel 1

Eine Platte aus Kunststoff wird für 50 Minuten bei 40 °C in die im obigen Versuch 1 beschriebene Lösung getaucht und anschliessend unter fliessendem Wasser für 5 bis 10 Minuten gespült.

Sodann folgt:

Eintauchen in eine Lösung, die

Zinn-(II)-chlorid 8,4 g/Liter

Palladiumchlorid 4,0 g/Liter

Salzsäure (37%) 70,0 ml/Liter enthält;

Spülen in ionenfreiem Wasser;

Eintauchen in eine stromlos Kupfer abscheidende Badlösung der folgenden Zusammensetzung:

Kupfersulfat 0,03 Mol/Liter

Natriumhydroxid 0,125 Mol/Liter

Natriumcyanid 0,0004 Mol/Liter

Tetranatriumsalz der Äthylendiamintetraessigsäure

0,036 Mol/Liter

Verbleiben im Bad bis zum Erreichen der gewünschten Schichtdicke.

In den nun folgenden Beispielen wird die Wirksamkeit bei Zugabe eines Benetzers zur Lösung gezeigt. Ein erhebliches Ansteigen der Ätzgeschwindigkeit wird durch den Zusatz eines Benetzers, wie z. B. einer fluorhaltigen Verbindung, erzielt. Geeignete Benetzer weisen als charakteristische Gruppen eine stabile Fluor-Kohlenstoff-Endgruppe und eine solubilisierende Gruppe, die organisch oder anorganisch, anionisch oder kationisch, nicht-ionisch oder amphoter und wasserlöslich sein kann. Der verwendete Benetzer soll in basischen Lösungen aktiv sein und eine gute Wärmebeständigkeit aufweisen. Für die erfindungsgemäss verwendeten Lösungen werden vorzugsweise

solche Benetzer verwendet, deren solubilisierende Gruppe anionisch ist. Geeignete Produkte werden von Minnesota Mining and Manufacturing Company in den Handel gebracht und umfassen unter anderem «Fluorad» FC-95, FC-98 und FC128.

Beispiel 2

Eine wässrige, alkalische Permanganatlösung wird hergestellt, indem 60 g/Liter KMnO_4 und 38 g/Liter NaOH in Wasser gelöst werden. Diese Lösung wird in sieben getrennte Ätzbäder unterteilt. Diesen sieben Testlösungen werden verschiedene Mengen an Benetzer zugegeben. Die Eigenschaften der verschiedenen Lösungen sind in Tabelle VIII zusammengestellt.

Tabelle VIII

Bad-Nr.	Benetzer (g/Liter)	Oberflächenspannung (dyn/cm)	Spez.-Gew.	pH-Wert
1	keiner	77,5	1,060	13,40
2	0,01 (I)*	58,0	1,060	13,40
3	0,05 (I)	44,0	1,060	13,40
4	0,1 (I)	38,5	1,060	13,40
5	0,2 (I)	32,0	1,060	13,40
6	0,1 (II)*	35,0	1,060	13,45
7	0,2 (II)	25,2	1,060	13,45

* Benetzer (I) und (II): «Fluorad» FC-95 und FC-128 der 3M Company.

Imprägnierte Epoxypapierplatten werden mit einem Hochdruckwasserstrahl gereinigt und in die in Tabelle IX verzeichneten Bäder getaucht und gleichmässig bewegt. Die Eintauchzeit war in allen Fällen 40 Minuten und die Bäder wurden bei 60 °C gehalten.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle IX zusammengestellt.

Tabelle IX

Bad-Nr.	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^3$)
1	6,3
2	6,6
3	6,6
4	6,9
5	7,2
6	7,0
7	7,4

Beispiel 3

Das in Beispiel 2 beschriebene Verfahren wird wiederholt mit dem Unterschied, dass die Platten vorher nicht mit einem Hochdruck-Wasserstrahl gereinigt werden und keine Bewegung im Bad stattfand.

Tabelle X

Bad-Nr.	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^3$)
1	3,2
2	2,2
3	3,2
4	2,2
5	3,4
6	3,3
7	3,7

Beispiel 4

Das Verfahren nach Beispiel 3 wird wiederholt mit dem Unterschied, dass die Testplatten zwar anfangs im Bad bewegt, anschliessend aber ruhig gehalten werden.

Tabelle XI

Bad-Nr.	Gewichtsverlust in Prozent ($\times 10^3$)
1	4,9
2	4,7
3	6,0
4	5,2
5	5,7
6	4,7
7	5,8

Beispiel 5

Eine mit Leiterzügen aus isoliertem Draht versehene Platte wurde auf ähnliche Art wie in Beispiel 1 beschrieben behandelt. Die Permanganatlösung enthielt 60 g/Liter Permanganat, die Temperatur betrug 40 °C und die Verweildauer maximal 30 Minuten. Nach dieser Einwirkungszeit ist sowohl das Loch von allen organischen Resten des Bohrvorganges befreit als auch die Drahtisolierung, die an die Lochwand grenzt, zerstört.

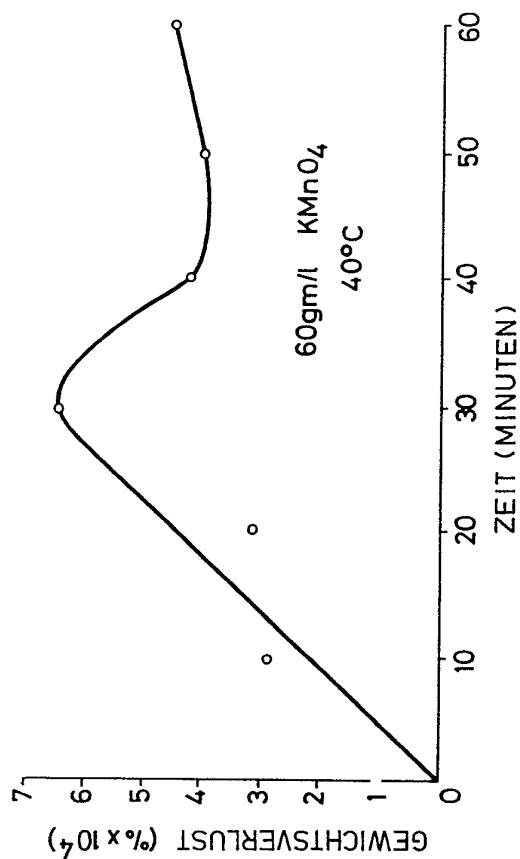


FIG. 3

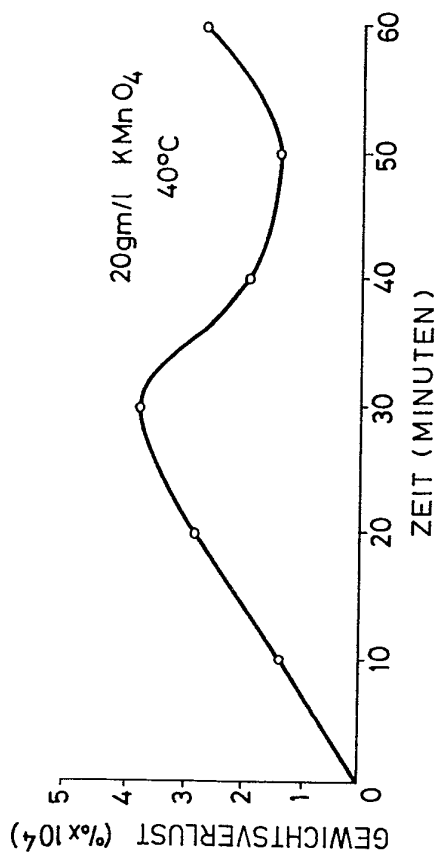


FIG. 1

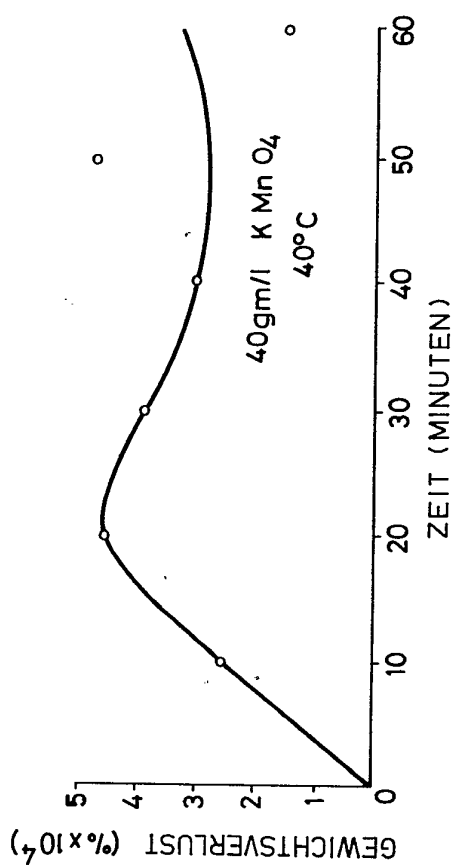


FIG. 2

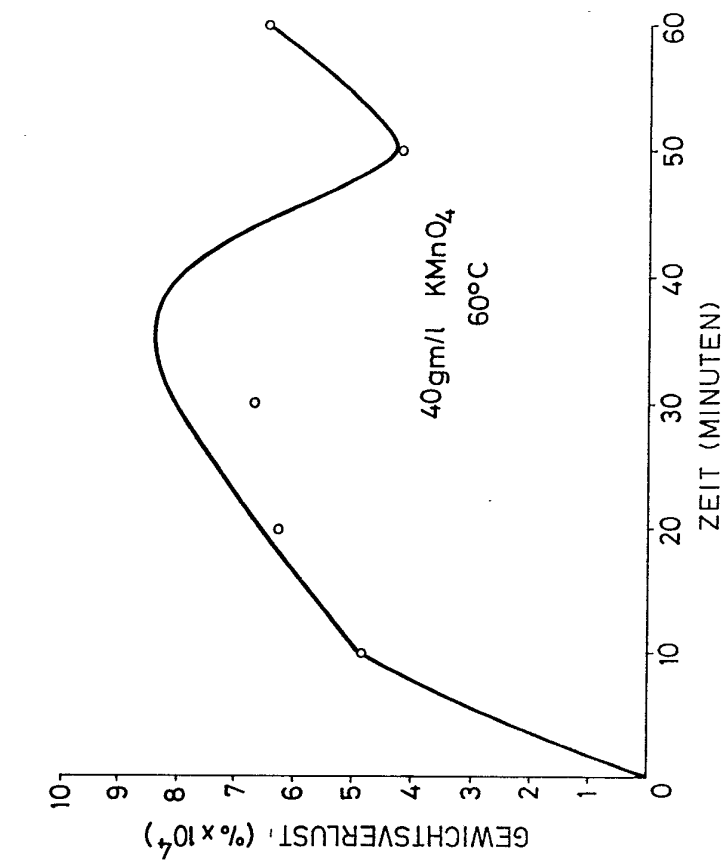


FIG. 5

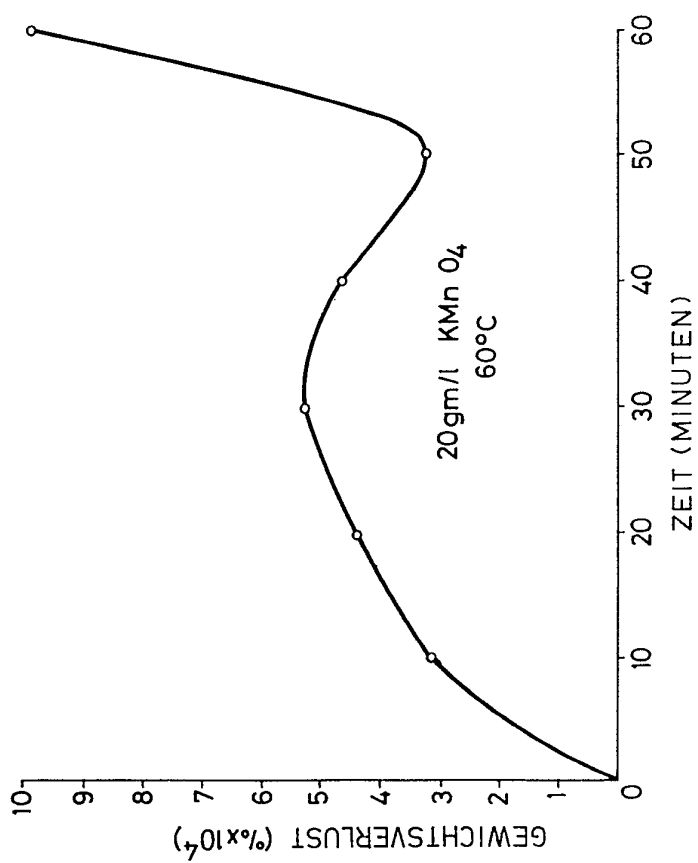


FIG. 4

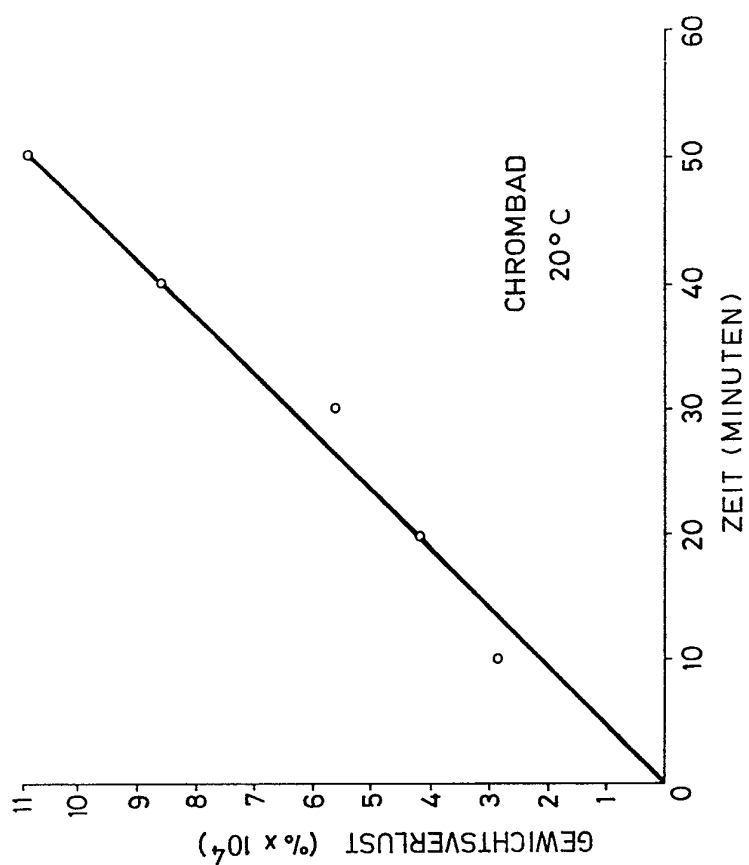


FIG. 7

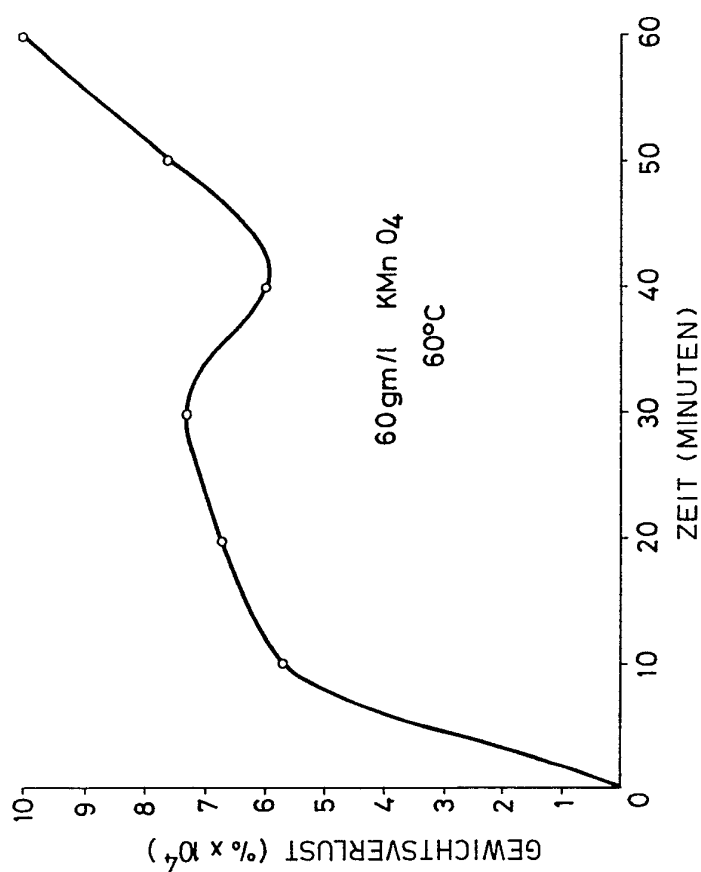


FIG. 6