



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 96 376 T5 2004.04.15**

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 02/081141**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **102 96 376.2**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP02/02687**
 (86) PCT-Anmeldetag: **20.03.2002**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **17.10.2002**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **15.04.2004**

(51) Int Cl.7: **B23K 26/40**
H05K 3/00, B23K 101/42

(30) Unionspriorität:
2001-107450 05.04.2001 JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

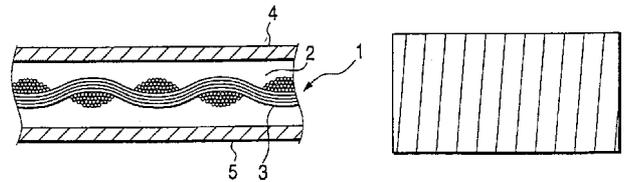
(71) Anmelder:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Ito, Kenji, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren von Mehrschichtmaterial**

(57) Hauptanspruch: Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials zum Anlegen von Kohlenstoffdioxidlaserlicht an ein bearbeitetes Teil eines Mehrschichtmaterials, das eine Isolationsschicht und eine erste Leiterschicht und eine zweite Leiterschicht, die mit der Isolationsschicht dazwischen abgeschieden ist, aufweist, und zum Entfernen der ersten Leiterschicht und der Isolationsschicht des bearbeiteten Teils, um ein Sackloch oder eine Nut zu bilden, die an der zweiten Leiterschicht angelangt, dadurch gekennzeichnet, dass das Laserlicht an den bearbeiteten Teil in der Form von Pulsen bei einer Energiedichte von 25 J/cm² oder mehr für eine Strahl-EIN-Zeit in dem Bereich von 1 µs bis 10 µs angelegt wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Diese Erfindung betrifft ein Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials zum Bilden eines Durchlochs und eines Sacklochs, um eine Vielzahl von Leiterschichten in einer Mehrschicht-Schaltungsplatine, die als eine gedruckte Schaltungsplatine bezeichnet wird, elektrisch zu verbinden.

Stand der Technik

[0002] Üblicherweise ist eine gedruckte Schaltungsplatine eine Platine, die Leiterschichten **4** und **5** aufweist, die aus einer Kupferfolie auf beiden Seiten einer Isolationsschicht **1** ausgeführt sind, die durch ein Imprägnieren eines Glasstoffs **3** mit Harz **2** und ein Härten gebildet ist, wie in **Fig. 9** gezeigt; eine gedruckte Schaltungsplatine einer Platinenform, die aus mehrfachen Schichten ausgeführt ist, wie in **Fig. 10** gezeigt, ist auch erhältlich.

[0003] Bisher sind die folgenden beiden Verfahren zum Bilden eines Sacklochs, um die Leiterschichten **4** und **5** auf beiden Seiten der Isolationsschicht **1** in einer derartigen gedruckten Schaltungsplatine elektrisch zu verbinden, erhältlich gewesen: Das erste Verfahren ist ein Verfahren unter Verwendung von Kohlenstoffdioxidlaserlicht, wobei die Leiterschicht **4** auf der Laserlichteinfallseite durch irgendein anderes Verfahren als das Kohlenstoffdioxidlaserlicht entfernt wird, wie etwa durch Ätzen oder Bohren, und dann wird nur die Isolationsschicht durch ein Anlegen von Laserlicht unter Verwendung der Tatsache bearbeitet, dass das Kohlenstoffdioxidlaserlicht beinahe auf der Leiterschicht reflektiert wird, obwohl es in der Isolationsschicht **1** gut absorbiert wird.

[0004] Das zweite Verfahren ist ein Verfahren unter Verwendung eines Festkörper-(YAG, etc.) Laserlichts, wobei ein Sackloch nur durch ein Anlegen von Laserlicht unter Verwendung der Tatsache gebildet wird, dass das Festkörperlaserlicht gut in sowohl der Isolationsschicht als auch der Leiterschicht anders als das Kohlenstoffdioxidlaserlicht absorbiert wird.

[0005] Jedoch ist es, um die Leiterschicht durch ein Bohren in dem ersten Verfahren zu entfernen, schwierig, eine feine Einstellung in der Tiefenrichtung auszuführen, und es ist unmöglich, die Leiterschicht stabil zu entfernen, so dass nicht ein Schaden an der Leiterschicht **5** auf der Unterseite herbeigeführt wird. Bei einem Entfernen der Leiterschicht durch ein Ätzen besteht ein Problem eines Erhöhens der Kosten, weil der Ätzprozess kompliziert ist.

[0006] Weiter besteht, um die Leiterschicht **4** und die Isolationsschicht **1** durch ein Anlegen eines Festkörper-(YAG, etc.) Laserlichts in dem zweiten Verfahren zu entfernen, ein Problem eines Erhöhens der Produktionskosten, weil die Festkörperlaser-Betriebskosten hoch sind.

[0007] In Anbetracht der Probleme werden gegenwärtig sowohl die Leiterschicht **4** als auch die Isolationsschicht **1** nur durch ein Anlegen des Kohlenstoffdioxidlaserlichts bearbeitet, um ein Sackloch zu bilden.

[0008] Spezifisch ist, um die Leiterschicht auf der Grundlage des Kohlenstoffdioxidlaserlichts zu bearbeiten, eine Reflexion des Kohlenstoffdioxidlaserlichts an der Leiterschicht auf der Laserlichteinfallseite bemerkenswert groß, und somit wird eine Energie des Kohlenstoffdioxidlaserlichts, das angelegt wird, um die Leiterschicht stabil zu bearbeiten, ziemlich groß verglichen mit dem Fall ausgeführt, wo nur die Isolationsschicht bearbeitet wird.

[0009] Wenn Kohlenstoffdioxidlaserlicht einer ziemlich großen Energie zur Bearbeitung angelegt wird, wie oben beschrieben, um die Leiterschicht **4** für eine gedruckte Schaltungsplatine zuverlässig zu entfernen, wie in **Fig. 11A** gezeigt, während ein Ein-Puls-Laserlicht angelegt wird, wird die Bearbeitung in der Reihenfolge der **Fig. 11B, 11C, 11D** und **11E** vorangetrieben, und wie in **11E** gezeigt, wird die Leiterschicht **4** auf der Laserlichteinfallseite in ein Loch vorstehen, die Lochform wird eine Form mit Mittenausbauchung oder ein Schaden an einer inneren Leiterschicht **5** tritt auf; dies stellt ein Problem dar. Der Grund, warum ein derartiges Problem auftritt, besteht darin, dass überschüssige Wärme in die Isolationsschicht **1** eingebracht wird, weil die Energie des Kohlenstoffdioxidlaserlichts groß ausgeführt wird, um die Leiterschicht **4** zu bearbeiten.

[0010] Die Laserlichteinfallseite, wo eine Bearbeitung durchgeführt wird, nämlich die Leiterschicht **4** auf der Oberfläche reflektiert das Kohlenstoffdioxidlaserlicht in bemerkenswert hohem Ausmaß, und der Wärmeeinbringungsbetrag und die thermische Diffusionsrichtung nach einer Wärmeeinbringung werden nicht stabil, und somit verschlechtert sich leicht die Rundheit eines bearbeiteten Lochs, und es tritt ein Problem auf, wie die Rundheit eines bearbeiteten Lochs zu verbessern ist.

Offenbarung der Erfindung

[0011] Die Erfindung zielt auf ein Lösen der Probleme ab, und es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials bereitzustellen, wobei, wenn eine Leiterschicht auf der Laserlichteinfallseite entfernt wird, ein Kohlenstoffdioxidlaserlicht optimiert wird, wobei die Leiterschicht auf der Laserlichteinfallseite stabil entfernt wird und die Lochform nicht eine Form mit Mittenausbauchung wird.

[0012] Um die Aufgabe zu lösen, ist gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ein Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials zum Anlegen von Kohlenstoffdioxidlaserlicht an ein bearbeitetes Teil eines Mehrschichtmaterials, das eine Isolationsschicht und eine erste Leiterschicht und eine zweite Leiterschicht, die mit der Isolations-

schicht dazwischen abgeschieden ist, aufweist, und zum Entfernen der ersten Leiterschicht und der Isolationsschicht des bearbeiteten Teils, um ein Sackloch oder eine Nut, die zu der zweiten Leiterschicht gelangen, bereitgestellt, wobei das Laserlicht an das bearbeitete Teil in Form von Pulsen bei einer Energiedichte von 25 J/cm^2 oder mehr für eine Strahl-EIN-Zeit in dem Bereich von $1 \mu\text{s}$ bis $10 \mu\text{s}$ angelegt wird.

[0013] Wenn die erste Leiterschicht des bearbeiteten Teils durch ein Anlegen einer Vielzahl von Pulsen entfernt ist, wird der Anlegungsstrahldurchmesser des zuletzt angelegten Pulses größer ausgeführt als des früher angelegten Pulses.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] In den Zeichnungen zeigen:

[0015] **Fig. 1A bis 1C** eine Zeichnung, um den Prozess eines Bearbeitens durch ein Laserbearbeitungsverfahren gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung zu zeigen;

[0016] **Fig. 2** eine Zeichnung, um die Entfernungseigenschaft einer $12 \mu\text{m}$ dicken Kupferfolie auf eine Anlegung von Laserlicht hin zu zeigen;

[0017] **Fig. 3** eine Zeichnung, um die Beziehung einer bearbeiteten Lochtiefe in Abhängigkeit von einer Energiedichte und einer Strahl-EIN-Zeit zu zeigen;

[0018] **Fig. 4** eine Zeichnung, um den Mittenausbauchungsprozentsatz einer Lochform relativ zu einer Strahl-EIN-Zeit zu zeigen;

[0019] **Fig. 5** eine Zeichnung, um die Entfernungseigenschaft einer $12 \mu\text{m}$ dicken Kupferfolie auf eine Anlegung von Laserlicht hin durch ein Laserbearbeitungsverfahren als ein Vergleichsbeispiel zu zeigen;

[0020] **Fig. 6A bis 6D** eine Zeichnung, um den Prozess eines Bearbeitens durch ein Laserbearbeitungsverfahren gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zu zeigen;

[0021] **Fig. 7** eine Zeichnung, um die Rundheit eines bearbeiteten Lochs relativ zu der Laserlichtanlegungsfläche zu zeigen;

[0022] **Fig. 8A und 8B** eine Zeichnung, um die Temperaturverteilung eines bearbeiteten Teils zu zeigen;

[0023] **Fig. 9** eine Schnittansicht einer üblichen gedruckten Schaltungsplatine;

[0024] **Fig. 10** eine Schnittansicht einer üblichen gedruckten Mehrschicht-Schaltungsplatine; und

[0025] **Fig. 11A bis 11E** Zeichnungen, um den Prozess eines Bearbeitens durch ein Laserbearbeitungsverfahren nach dem Stand der Technik zu zeigen.

Bester Weg zum Ausführen der Erfindung

Erste Ausführungsform

[0026] Ein Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung wird anhand der **Fig. 1A bis 5** diskutiert werden.

[0027] In der Ausführungsform ist eine Schaltungsplatine, die Leiterschichten **4** und **5** auf der Oberfläche und an der Rückseite einer Isolationsschicht **1**, die durch ein Imprägnieren von Glasstoff **3** mit einem Harz **2** und ein Härten gebildet ist, aufweist, mit einem Sackloch gebildet, um die Leiterschicht **4** auf der Laserlichteinfallseite und die Leiterschicht **5** auf einer gegenüberliegenden Seite elektrisch zu verbinden.

[0028] Der Glasstoff **3** ist vorhanden, um die elektrische Zuverlässigkeit der Platine und die Platinenfestigkeit zu verbessern, und kann durch irgendein anderes Material ersetzt werden und muss nicht notwendiger Weise vorhanden sein.

[0029] Hier weist die gedruckte Schaltungsplatine, die unter Verwendung des Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahrens eines Mehrschichtmaterials gemäß der Ausführungsform bearbeitet wird, die Leiterschicht **4**, die eine $12 \mu\text{m}$ dicke Kupferfolie ist, die Leiterschicht **5**, eine $18 \mu\text{m}$ dicke Kupferfolie ist, und die Platine **1**, die ein $80 \mu\text{m}$ dickes Epoxyd ist, auf, wie in **Fig. 1A** gezeigt. Der Lochdurchmesser eines Zielsacklochs beträgt $\phi 100 \mu\text{m}$.

[0030] Zunächst wird, wie in **Fig. 1B** gezeigt, als der erste Puls ein Kohlenstoffdioxidlaserlicht **6** mit der Pulsstrahl-EIN-(Strahlanlegungs-) Zeit, die $3 \mu\text{s}$ beträgt und der Energiedichte, die 150 J/cm^2 beträgt, an den Bereich einer Fläche $\phi 100 \mu\text{m}$ der Leiterschicht **4** der gedruckten Schaltungsplatine angelegt, wo eine Entfernung erforderlich ist, und die Leiterschicht **4** und etwas von der Isolationsschicht **1** werden entfernt.

[0031] Bei dem Entfernen wird das Laserlicht mit der Strahl-EIN-Zeit, die von $1 \mu\text{s}$ bis $10 \mu\text{s}$ reicht und der Energiedichte, die 25 J/cm^2 oder mehr beträgt, verwendet, und somit wird, verglichen mit dem Fall, wo Kohlenstoffdioxidlaserlicht mit der Strahl-EIN-Zeit kürzer als $1 \mu\text{s}$ oder Kohlenstoffdioxidlaserlicht mit der Strahl-EIN-Zeit länger als $10 \mu\text{s}$ an die gleiche Fläche bei der gleichen Energiedichte angelegt wird, die Energie des Kohlenstoffdioxidlaserlichts effizient absorbiert und zur Entfernung der Leiterschicht **4** verbraucht, und überschüssiges Kohlenstoffdioxidlaserlicht bearbeitet nicht die Isolationsschicht **1** in unnötig hohem Ausmaß, so dass es ermöglicht wird zu verhindern, dass die Leiterschicht **4** in das Loch vorsteht oder dass die Lochform eine Form mit Mittenausbauchung auf eine Anlegung eines Pulses hin wird.

[0032] Hier wird der Grund, warum die Energie des Kohlenstoffdioxidlaserlichts effektiv absorbiert und für eine Entfernung der Leiterschicht **4** verbraucht wird, und überschüssiges Kohlenstoffdioxidlaserlicht die Isolationsschicht **1** nicht in unnötig hohem Ausmaß bearbeitet, diskutiert werden.

[0033] **Fig. 2** zeigt an, ob eine Leiterschicht **4** entfernt werden kann oder nicht, wenn die Ein-Puls-Strahl-EIN-Zeit und die Energiedichte geändert werden und Laserlicht an die $12 \mu\text{m}$ dicke Leiterschicht in einer Anlegungsfläche von $\phi 100 \mu\text{m}$ angelegt wird; **O** zeigt an, dass die Leiterschicht entfernt

werden kann, und X zeigt an, dass die Leiterschicht nicht entfernt werden kann.

[0034] Die Tendenz von O und X in **Fig. 1** wird beinahe ähnlich, wenn die Leiterschicht eine Dicke in dem Bereich von 3 bis 12 μm aufweist.

[0035] Der Grund besteht darin, dass das Absorptionsverhältnis des Kohlenstoffdioxidlaserlichts in hohem Maße von dem Reflexionsfaktor von Laserlicht auf der Leiterschichtoberfläche eher als von der Dicke der Leiterschicht abhängt.

[0036] Es ist in **Fig. 2** zu ersehen, dass, wenn die Energiedichte konstant ausgeführt wird, wenn die Strahl-EIN-Zeit 1 μs oder mehr beträgt, je kürzer die Strahl-EIN-Zeit ist, desto mehr die Leiterschicht-Entfernungsfähigkeit verbessert wird, was es ermöglicht, die Kupferfolie zu entfernen.

[0037] Der Grund dafür liegt darin, dass eine vorbestimmte Energiedichte (= Energiedichte \div Strahl-EIN-Zeit) zum Bearbeiten der Leiterschicht **4** erforderlich ist. (Eine Energiedichte von 10^7 W/cm^2 oder mehr ist erforderlich, um eine übliche 3 bis 12 μm dicke Kupferfolie zu entfernen.

[0038] Wenn Laserlicht mit einer langen Strahl-EIN-Zeit und einer niedrigen Energiedichte angelegt wird, weist die Leiterschicht **4**, nämlich die Kupferfolie eine hohe thermische Leitfähigkeit auf, und somit entweicht die Wärme, die in der Kupferfolie absorbiert ist, in die Umgebung, und die Kupferfolie kann nicht effizient entfernt werden.

[0039] Es ist in **Fig. 2** zu ersehen, dass, wenn die Strahl-EIN-Zeit weniger als 1 μs wird, eine größere Energiedichte erforderlich ist, um die Leiterschicht **4** zu entfernen, verglichen mit dem Fall, wo die Strahl-EIN-Zeit 1 μs oder mehr beträgt.

[0040] Obwohl eine Energiedichte erforderlich ist, um die Leiterschicht **4** zu bearbeiten, wird es, da Laserlicht mit einer kurzen Strahl-EIN-Zeit und einer zu großen Energiedichte angelegt wird, für die Wärme, die in der Kupferfolie absorbiert ist, schwierig, in die Umgebung zu diffundieren, und nur der Laseranlegungssteil (die Kupferfolie) wird übermäßig erwärmt.

[0041] Da das Laserlicht verbraucht wird, um die Temperatur des Laseranlegungssteils (der Kupferfolie) übermäßig zu erhöhen, wird das Entfernungsvolumen pro Puls äußerst klein.

[0042] Weiter zeigt **Fig. 3** die Beziehung zwischen der Strahl-EIN-Zeit und der Lochtiefe der Isolationsschicht **1**, wenn die Ein-Puls-Energiedichte auf 10, 20 und 30 J/cm^2 eingestellt wurde, und ein Laserlicht einer Anlegungsfläche $\phi 100$ μm an die Platine von nur 500 μm dicken Epoxyd angelegt wurde.

[0043] Es ist in **Fig. 3** zu ersehen, dass, je länger die Strahl-EIN-Zeit und je größer die Energiedichte sind, desto tiefer die Isolationsschicht **1** entfernt wird.

[0044] Um die Isolationsschicht **1** zu entfernen und ein Sackloch zu bilden, das in der Leiterschicht **5** verdeckt ausgeführt ist, schreitet, da die Dicke der Isolationsschicht **1** begrenzt ist, nachdem die Entfernungstiefe bei der Dicke der Isolationsschicht **1** angelangt ist, eine Entfernung der Isolationsschicht **1** in der zu

der Ausbreitungsrichtung des Einfallslaserlichts senkrechten Richtung fort, und somit erhält das Sackloch eine Form mit Mittenausbauchung.

[0045] Wenn die gleiche Energiedichte angelegt wird, ist, je kürzer die Strahl-EIN-Zeit ist, desto höher die Energiedichte. Somit wird, bevor Wärme in die Umgebung des Laserlichtanlegungssteils diffundiert, nur der Laserlichtanlegungssteil (Harz) übermäßig erwärmt, und die Temperatur des Laserlichtanlegungssteils wird hoch, und somit wird das Entfernungsvolumen pro Puls klein und die Lochtiefe wird flach.

[0046] Im Gegensatz dazu wird, je länger die Strahl-EIN-Zeit ist, desto niedriger die Energiedichte, und somit diffundiert Wärme in die Umgebung des Laserlichtanlegungssteils (Tiefenrichtung), so dass das Entfernungsvolumen pro Puls groß wird und die Lochtiefe tief wird.

[0047] In der Ausführungsform liegt die Strahl-EIN-Zeit in dem Bereich von 1 μs bis 10 μs , so dass die Lochtiefe aus dem oben beschriebenen Grund flach wird, und nachdem die Leiterschicht der Oberfläche entfernt ist, wird es ermöglicht, zu verhindern, dass die Isolationsschicht tiefer als notwendig entfernt wird oder dass das Sackloch eine Form mit Mittenausbauchung annimmt.

[0048] Weiter zeigt **Fig. 4** die Beziehung zwischen der Strahl-EIN-Zeit und dem Prozentsatz der Mittenausbauchung der Lochform, wenn die Ein-Puls-Energiedichte auf 100, 150, 200 und 250 J/cm^2 eingestellt ist. Der Prozentsatz der Mittenausbauchung der Lochform wird wie folgt berechnet:

$$(\text{Prozentsatz der Mittenausbauchung}) = 100 \times \frac{\{(\text{Lochdurchmesser der Isolationsschicht}) - (\text{Lochdurchmesser der Leiterschicht auf Laserlichteinfallseite})\}}{(\text{Lochdurchmesser der Leiterschicht auf Laserlichteinfallseite})}$$

[0049] Wenn die Leiterschicht in das Loch vorsteht oder die Lochform nicht eine Form mit Mittenausbauchung wird, wird der Prozentsatz der Mittenausbauchung auf 0 (%) eingestellt.

[0050] Es ist in **Fig. 4** zu ersehen, dass, je länger die Strahl-EIN-Zeit ist, desto höher der Prozentsatz der Mittenausbauchung ist.

[0051] Dies bedeutet, dass, wenn die Pulsbreite lang ist, die Energiedichte niedrig wird, und deswegen die Isolationsschicht tief entfernt wird. Weiter ist zu ersehen, dass je größer die Energiedichte ist, desto höher der Prozentsatz der Mittenausbauchung ist.

[0052] Dies bedeutet, dass, wenn die Energiedichte groß ist, die Isolationsschicht tief entfernt wird.

[0053] Es ist in **Fig. 5** zu ersehen, die durch ein Integrieren der Ergebnisse in den **Fig. 2** und **4** bereitgestellt ist, dass, wenn die Strahl-EIN-Zeit in dem Bereich von 1 bis 10 μs liegt, die Kupferfolienoberfläche entfernt werden kann und der Prozentsatz der Mittenausbauchung 10% oder weniger beträgt, und deswegen ist die Strahl-EIN-Zeit in dem Bereich eine geeignete Strahl-EIN-Zeit.

[0054] Es scheint jedoch, dass sich die geeignete Strahl-EIN-Zeit ein wenig in Abhängigkeit von den Dicken der Leiterschicht auf der Oberfläche und der Isolationsschicht ändert.

[0055] Die JP-A-9-107168 schlägt ein Laserbearbeitungsverfahren unter Verwendung von Laserlicht mit der Strahl-EIN-Zeit, die von 10 μs bis 200 μs reicht, und der Energiedichte, die 20 J/cm^2 oder mehr beträgt, vor.

[0056] Eine Fläche a in **Fig. 5**, die der Bedingung entspricht, die in der JP-A-9-107168 beschrieben ist, ist nur an den Punkt eines effektiven Entfernens von Harz angepasst, ist aber nicht an ein Bearbeiten angepasst, wobei eine Kompatibilität zwischen einer effizienten Entfernung einer Kupferfolie und eine Verhinderung einer Form mit Mittenausbauchung erforderlich ist, was durch die Beschreibung beabsichtigt wird.

[0057] Die JP-A-10-323777 schlägt ein Laserbearbeitungsverfahren unter Verwendung von Laserlicht mit der Strahl-EIN-Zeit, die von 3 μs bis 4 μs reicht, und der Energiedichte, die 22 J/cm^2 oder weniger beträgt, vor.

[0058] Eine Fläche, die in b in **Fig. 5** gezeigt ist, entspricht der Bedingung, die in der JP-A-10-323777 beschrieben ist, aber in der Fläche ist die Energiedichte so niedrig wie 22 J/cm^2 oder weniger und eine Energiedichte von 25 J/cm^2 , um die Leiterschicht stabil zu entfernen, kann nicht bereitgestellt werden, und somit ist sie nicht an eine Bearbeitung angepasst, bei der die Leiterschicht (Kupferfolie, etc.) effektiv entfernt werden muss, was durch die Beschreibung beabsichtigt ist.

[0059] Als nächstes wird, um die Isolationsschicht 1 wie in **Fig. 1B** links zu bearbeiten, nachdem das Laserlicht 6 angelegt ist, nachdem das Laserlicht 6 als der erste Puls angelegt wird, Laserlicht 7, wie in **Fig. 1C** gezeigt, als der zweite Puls und spätere angelegt, wodurch die übrige Isolationsschicht 1 zum Vervollständigen einer Bildung des Sacklochs bearbeitet wird.

[0060] Hier kann das Laserlicht 7 nur die Isolationsschicht anstelle der Leiterschicht bearbeiten und benötigt die Energiedichte oder die Pulsbreite, wie sie in dem Patent angezeigt ist, nicht, und deswegen ist es wünschenswert, dass Laserlicht mit der Strahl-EIN-Zeit, die von 10 μs bis 200 μs reicht, und der Energiedichte, die 200 J/cm^2 oder mehr beträgt, wie in der JP-A-9-107168 etc. vorgeschlagen, das an eine Entfernungsbearbeitung der Isolationsschicht angepasst ist, verwendet werden sollte.

[0061] Weiter ist es, um zu verhindern, dass die Lochform eine Form mit Mittenausbauchung wird, wünschenswert, dass die Energiedichte verringert werden sollte.

[0062] Wenn die Energiedichte zu hoch ist, wie in **Fig. 9E** gezeigt, wird überschüssiges Laserlicht von der Leiterschicht 5 reflektiert und entfernt Wände der Isolationsschicht, und somit wird die Lochform eine Form mit Mittenausbauchung.

[0063] In der Ausführungsform wird Laserlicht auf 15 μs und 50 J/cm^2 eingestellt, so dass ein gutes Sackloch, worin eine Kupferfolienoberfläche nicht vorsteht, wobei verhindert wird, dass die Lochform eine Form mit Mittenausbauchung wird, ohne den Bearbeitungsrest der Isolationsschicht gebildet werden kann.

Zweite Ausführungsform

[0064] Als nächstes wird ein Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die **Fig. 6A** bis 8 diskutiert werden. Zuerst wird, wie in **Fig. 6B** gezeigt, Laserlicht 8 mit der Strahl-EIN-Zeit, die 3 μs beträgt, und der Energiedichte, die 150 J/cm^2 beträgt, an eine Leiterschicht 4 einer Schaltungsplatine, wie in **Fig. 6A** gezeigt, in einer Fläche $\phi 50 \mu\text{m}$ kleiner als eine Fläche $\phi 100 \mu\text{m}$ der Leiterschicht 4 angelegt, um schließlich entfernt zu werden, und die Leiterschicht 4 und etwas von einer Isolationsschicht 1 werden entfernt. Bei der Entfernung wird das Laserlicht mit der Strahl-EIN-Zeit, die von 1 μs bis 10 μs reicht, und der Energiedichte, die 25 J/cm^2 oder mehr beträgt, verwendet, und somit wird die Energie des Laserlichts effizient verwendet, um die Leiterschicht 4 zu entfernen, und überschüssiges Laserlicht bearbeitet die Isolationsschicht nicht in unnötig hohem Ausmaß, so dass es ermöglicht wird, zu verhindern, dass die Leiterschicht 4 in das Loch vorsteht, oder dass die Lochform eine Form mit Mittenausbauchung auf eine Anlegung eines Pulses hin wird.

[0065] Als nächstes wird, wie in **Fig. 6C** gezeigt, Laserlicht 6 mit der Strahl-EIN-Zeit, die 3 μs beträgt, und der Energiedichte, die 150 J/cm^2 beträgt, an die Fläche $\phi 100 \mu\text{m}$ der zu entfernenden Leiterschicht 4 angelegt, welche die Position des bearbeiteten Lochs in der Leiterschicht 4 überlappt, nachdem das Laserlicht 8 angelegt wurde, wodurch die Leiterschicht 4 der großen Fläche entfernt wird.

[0066] **Fig. 7** zeigt auf der Y-Achse die Rundheit eines bearbeiteten Lochs (= 100 \times kurzer Durchmesser/langer Durchmesser) auf eine Anlegung zweier Pulse von Laserlicht, die in der Anlegungsfläche unterschiedlich sind, an eine 12 μm dicken Kupferfolie hin an, und zeigt die Laserlichtanlegungsfläche des ersten Pulses auf der X-Achse. Die Laserlichtanlegungsfläche des zweiten Pulses ist auf $\phi 100 \mu\text{m}$ fixiert. Es ist in der Figur zu ersehen, dass, wenn die Anlegungsfläche des ersten Pulses $\phi 60 \mu\text{m}$ oder weniger beträgt, die Rundheit verbessert wird. Im allgemeinen muss die Rundheit eines bearbeiteten Lochs 90% oder mehr betragen.

[0067] Um die Leiterschicht durch ein Anlegen nur eines Pulses zu entfernen, wenn die Leiteroberfläche schmutzig ist oder einen Riss enthält, und ein Abschnitt, in welchem das Laserlichtabsorptionsverhältnis hoch ist, vorhanden ist, tritt eine Temperaturerhöhung von dem Abschnitt auf. In diesem Fall wird,

wenn der Abschnitt, in welchem das Absorptionsverhältnis hoch ist, in dem Laserlichtanlegungszentrum nicht vorhanden ist, die Temperaturverteilung leicht eine Ellipse anstelle eines perfekten Kreises, wie in **Fig. 8B** gezeigt. Somit wird, indem ein Puls angelegt wird, die Rundheit des bearbeiteten Lochs leicht verschlechtert.

[0068] Jedoch zeigen, um die Leiterschicht durch ein Anlegen zweier Pulse, die unterschiedlich im Strahldurchmesser sind, zu entfernen, die **Fig. 8A** und **8B** die Temperaturverteilung eines bearbeiteten Teils auf eine Anlegung von Laserlicht von zwei Pulsen oder mehr hin, und ein Loch eines kleinen Durchmessers wird durch ein Anlegen des ersten Pulses bearbeitet, und dann wird mehr Laserlicht angelegt, wodurch eine Temperaturerhöhung während der Laserlichtanlegung des zweiten Pulses radial zu dem Loch auftritt, das durch ein Anlegen des ersten Pulses als das Zentrum gebildet ist, so dass die Temperaturverteilung ein Kreis mit dem Loch, das durch ein Anlegen des ersten Pulses gebildet ist, als dem Zentrum wird, wie in **Fig. 8A** gezeigt. Da das Entfernungsphänomen in Übereinstimmung mit der Temperaturverteilung auftritt, kann ein bearbeitetes Loch, das eine gute Rundheit aufweist, bereitgestellt werden.

[0069] Die JP-A-9-239573 schlägt ein Laserbearbeitungsverfahren zum Bearbeiten durch ein Anlegen eines Laserlichts mit der Strahl-EIN-Zeit, die von 10 μ s bis 20 ms als der erste Puls reicht und zum Bearbeiten durch ein Anlegen von Laserlicht einer größeren Anlegungsfläche als jene bei dem ersten Puls mit der Strahl-EIN-Zeit von 200 ns oder weniger als den zweiten Puls vor. Jedoch ist der Zweck, die Laserlichtanlegungsfläche des zweiten Pulses größer als jene des ersten Pulses auszuführen, eine thermische Alterungsschicht und einen Harzrestfilm in einer Isolationsschicht zu entfernen, und der Zweck eines Ändern des Strahldurchmessers und der Strahl-EIN-Zeitfläche (Bereich, der in c in **Fig. 5** gezeigt ist) unterscheidet sich auch von jenen in den Laserbearbeitungsverfahren der Erfindung.

[0070] Als nächstes wird in **Fig. 6C**, um die Isolationsschicht **1**, die nach einer Anlegung des Laserlichts **8** und des Laserlichts **6** (zwei Pulse) verblieben ist, zu bearbeiten, nachdem das Laserlicht **6** angelegt ist, Laserlicht unter der Bedingung, die äquivalent zu dem Laserlicht **7** ist, das in **Fig. 1D** gezeigt ist, zum Bearbeiten der übrigen Isolationsschicht **1** angelegt, wodurch ein Sackloch durch ein Anlegen einer Gesamtheit von drei Pulsen gebildet wird. In der Ausführungsform ist das Laserlicht des dritten Pulses auf 1 μ s und 50 J/cm² eingestellt, so dass ein gutes Sackloch, das eine gute Rundheit einer Oberfläche aufweist, wobei eine Kupferfolienoberfläche nicht vorsteht, wobei verhindert wird, dass die Lochform eine Form mit Mittenausbauchung wird, ohne den Bearbeitungsrest der Isolationsschicht gebildet werden kann.

[0071] Wie oben beschrieben, stellt das Laserbear-

beitungsverfahren gemäß der Erfindung den Vorteil bereit, dass verhindert werden kann, dass die Leiterschicht auf der Oberfläche in das Loch vorsteht, und dass verhindert werden kann, dass die Lochform eine Form mit Mittenausbauchung wird, indem Laserlicht an das bearbeitete Teil in Form von Pulsen bei einer Energiedichte von 25 J/cm² oder mehr für die Strahlanlegungszeit in dem Bereich von 1 μ s bis 10 μ s angelegt wird.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0072] Wie oben beschrieben, ist das Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren gemäß der Erfindung für ein Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials zum Bilden eines Durchlochs und eines Sacklochs, um eine Vielzahl von Leiterschichten elektrisch zu verbinden, geeignet.

Zusammenfassung

[0073] In einem Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials zum Anlegen von Kohlenstoffdioxidlaserlicht an ein bearbeitetes Teil eines Mehrschichtmaterials, das eine Isolationsschicht und eine erste Leiterschicht und eine zweite Leiterschicht, die mit der Isolationsschicht dazwischen abgedichtet ist, aufweist, und zum Entfernen der ersten Leiterschicht und der Isolationsschicht des bearbeiteten Teils, um ein Sackloch oder eine Nut zu bilden, die an die zweite Leiterschicht gelangt, wird das Laserlicht an das bearbeitete Teil in der Form von Pulsen bei einer Energiedichte von 25 J/cm² oder mehr für eine Strahl-EIN-Zeit in dem Bereich von 1 μ s bis 10 μ s angelegt.

(**Fig. 1**)

Patentansprüche

1. Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials zum Anlegen von Kohlenstoffdioxidlaserlicht an ein bearbeitetes Teil eines Mehrschichtmaterials, das eine Isolationsschicht und eine erste Leiterschicht und eine zweite Leiterschicht, die mit der Isolationsschicht dazwischen abgedichtet ist, aufweist, und zum Entfernen der ersten Leiterschicht und der Isolationsschicht des bearbeiteten Teils, um ein Sackloch oder eine Nut zu bilden, die an der zweiten Leiterschicht angelangt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Laserlicht an den bearbeiteten Teil in der Form von Pulsen bei einer Energiedichte von 25 J/cm² oder mehr für eine Strahl-EIN-Zeit in dem Bereich von 1 μ s bis 10 μ s angelegt wird.

2. Kohlenstoffdioxidlaser-Bearbeitungsverfahren eines Mehrschichtmaterials nach Anspruch 1, wobei, wenn die erste Leiterschicht des bearbeiteten Teils durch ein Anlegen einer Vielzahl von Pulsen entfernt

wird, der Anlegungsstrahldurchmesser des später angelegten Pulses größer als jener des früher angelegten Pulses ausgeführt wird.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

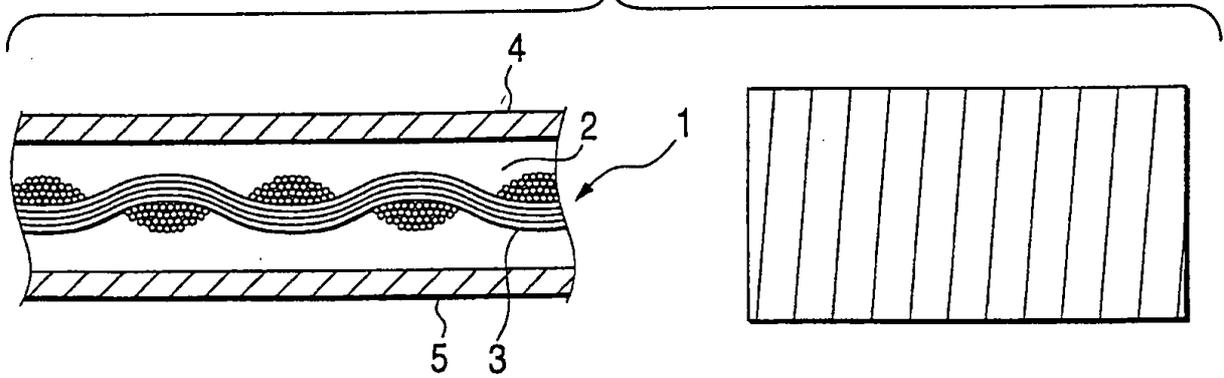


FIG. 1B

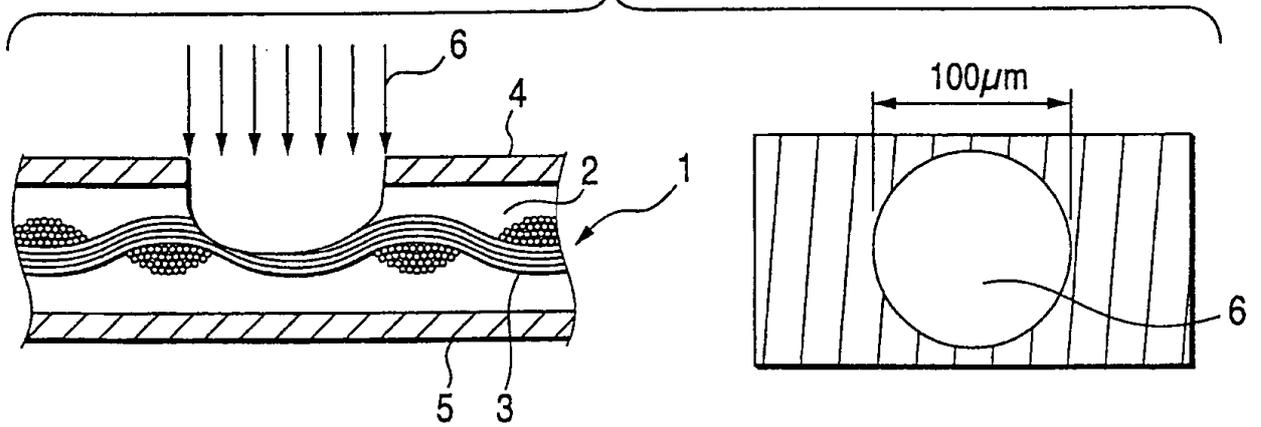


FIG. 1C

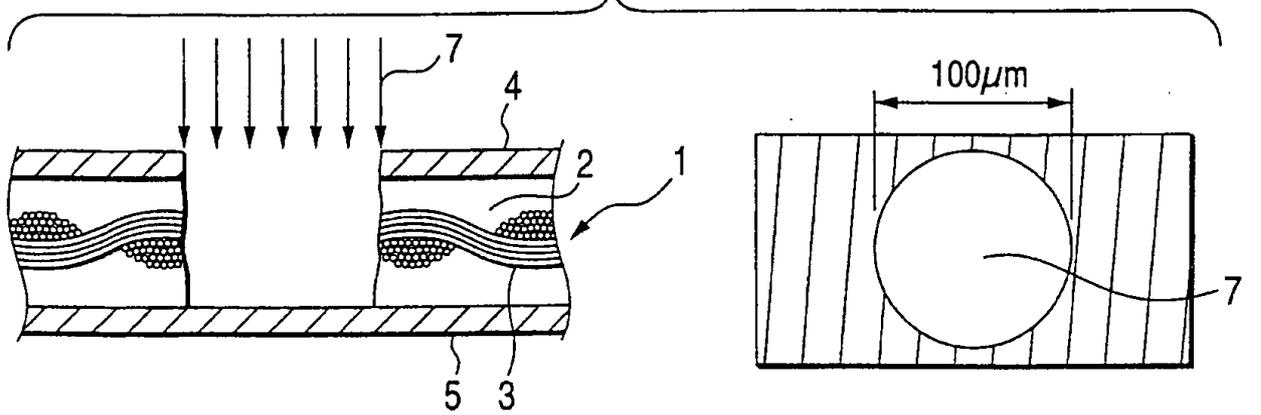
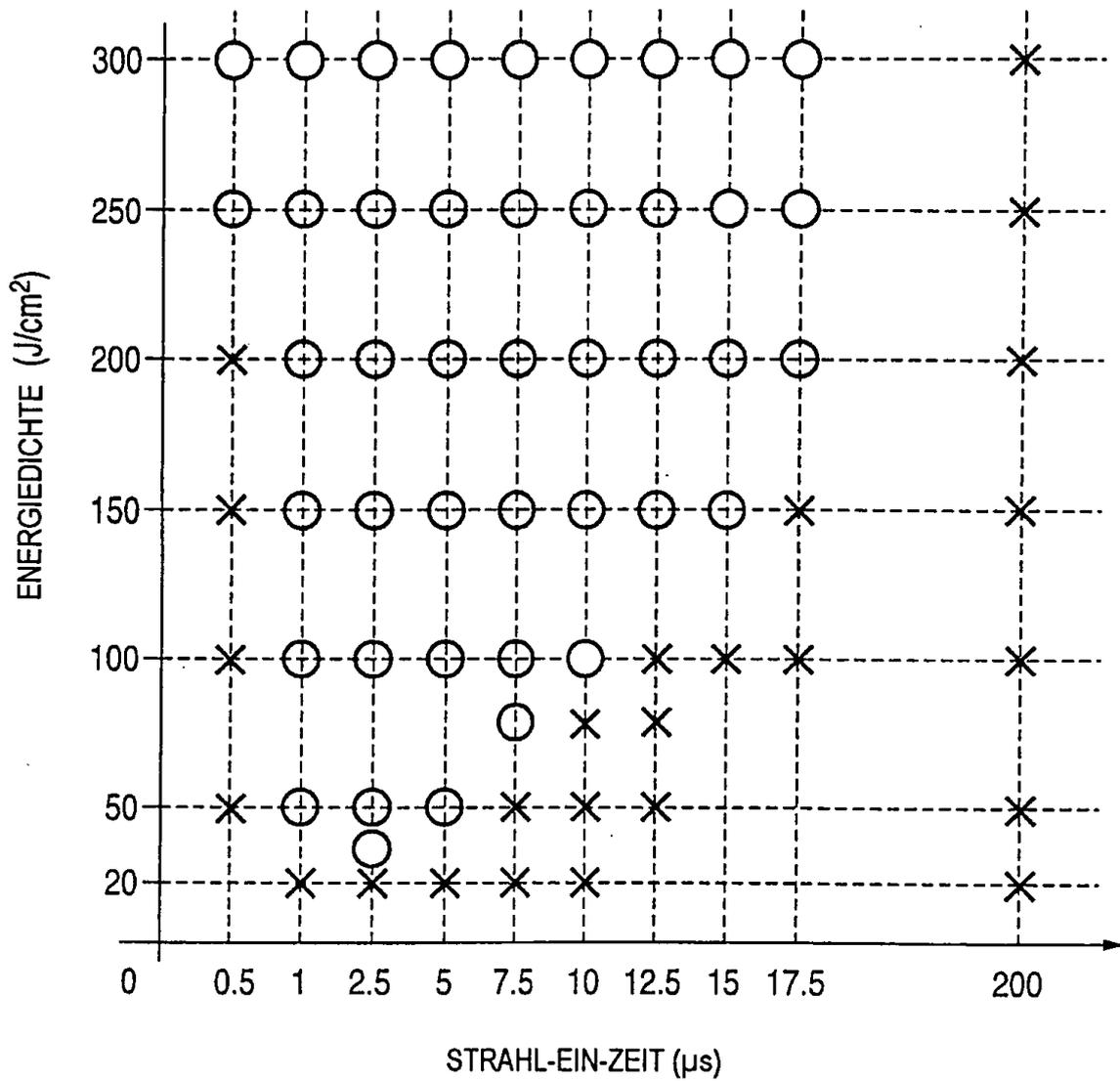


FIG. 2



○ 12 μm DICKE KUPFERFOLIE KANN ENTFERNT WERDEN
 × 12 μm DICKE KUPFERFOLIE KANN NICHT ENTFERNT WERDEN

FIG. 3

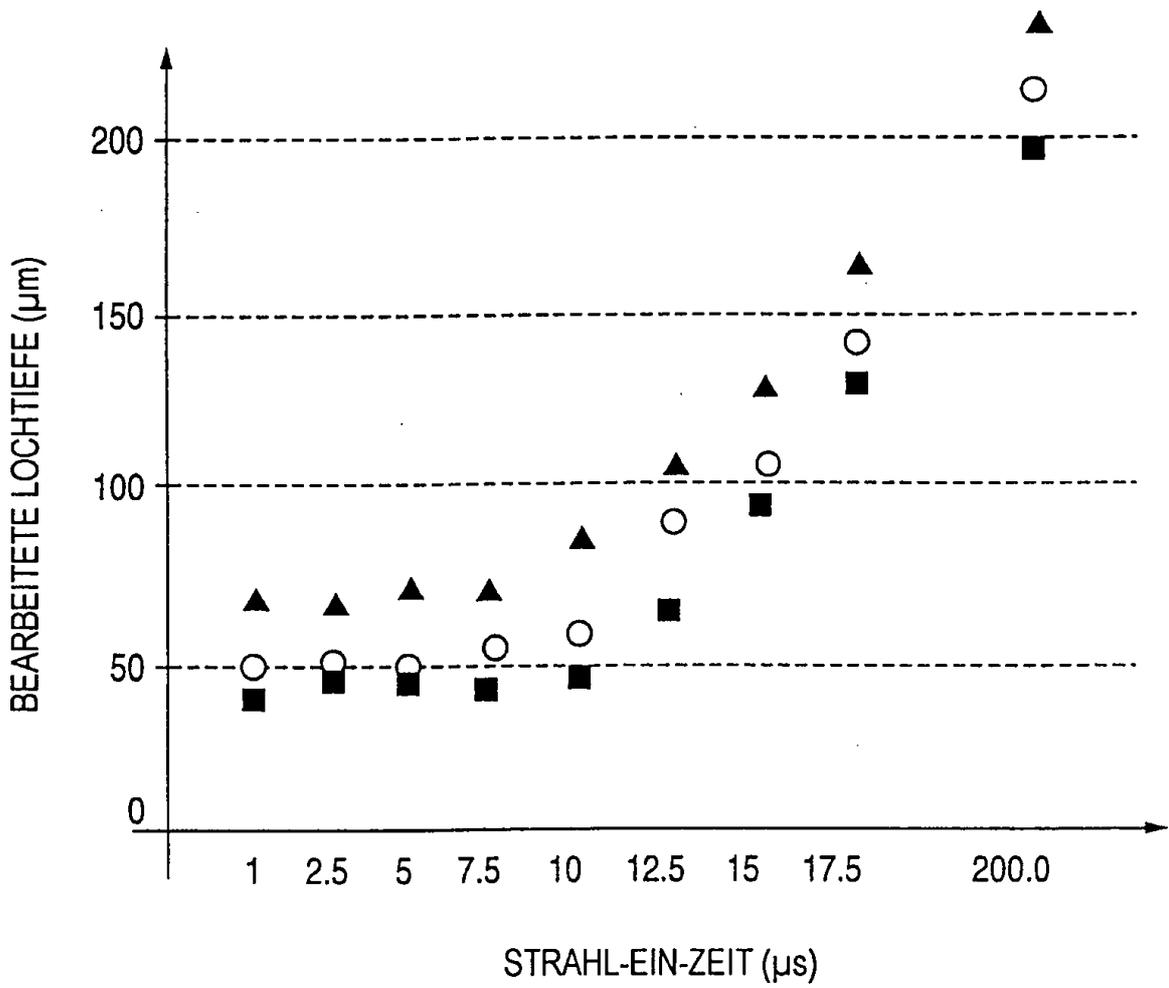


FIG. 4

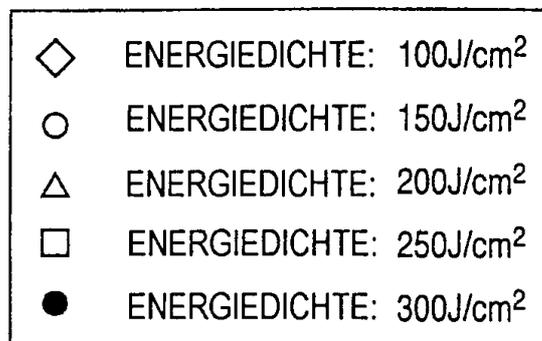
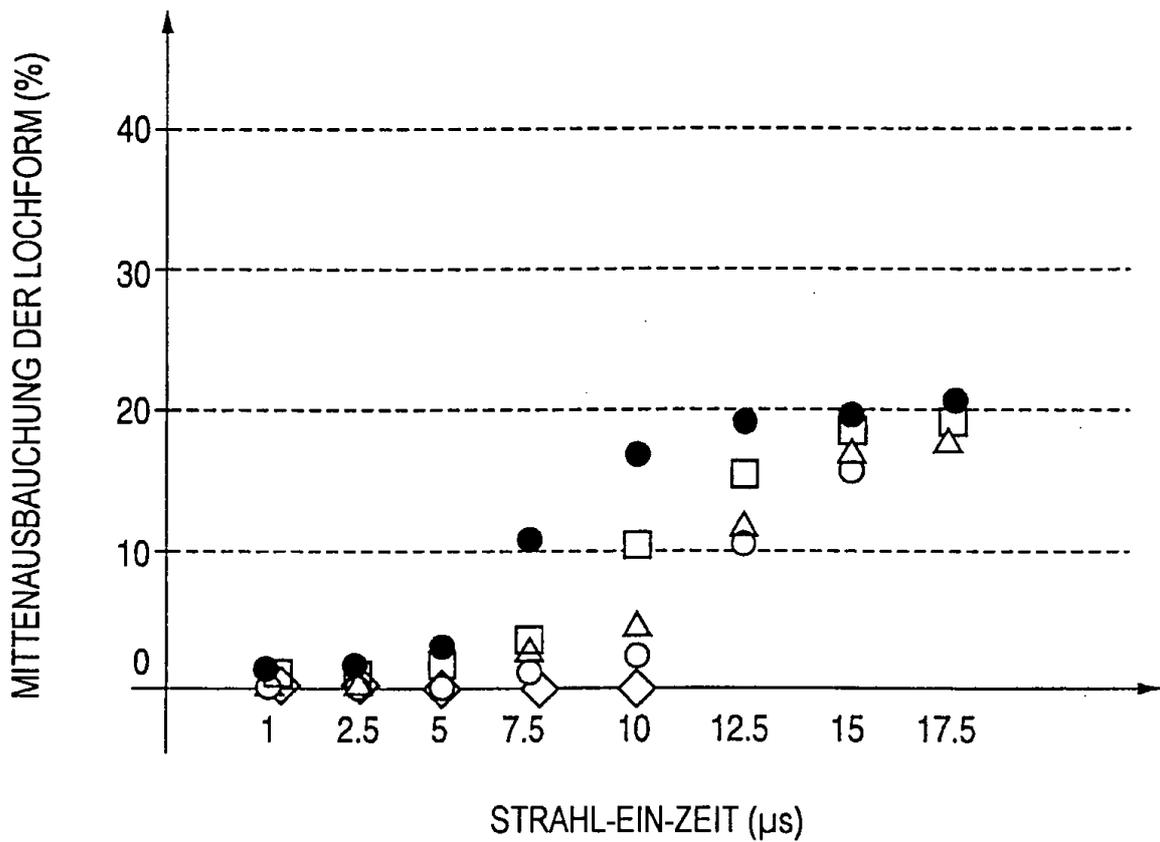
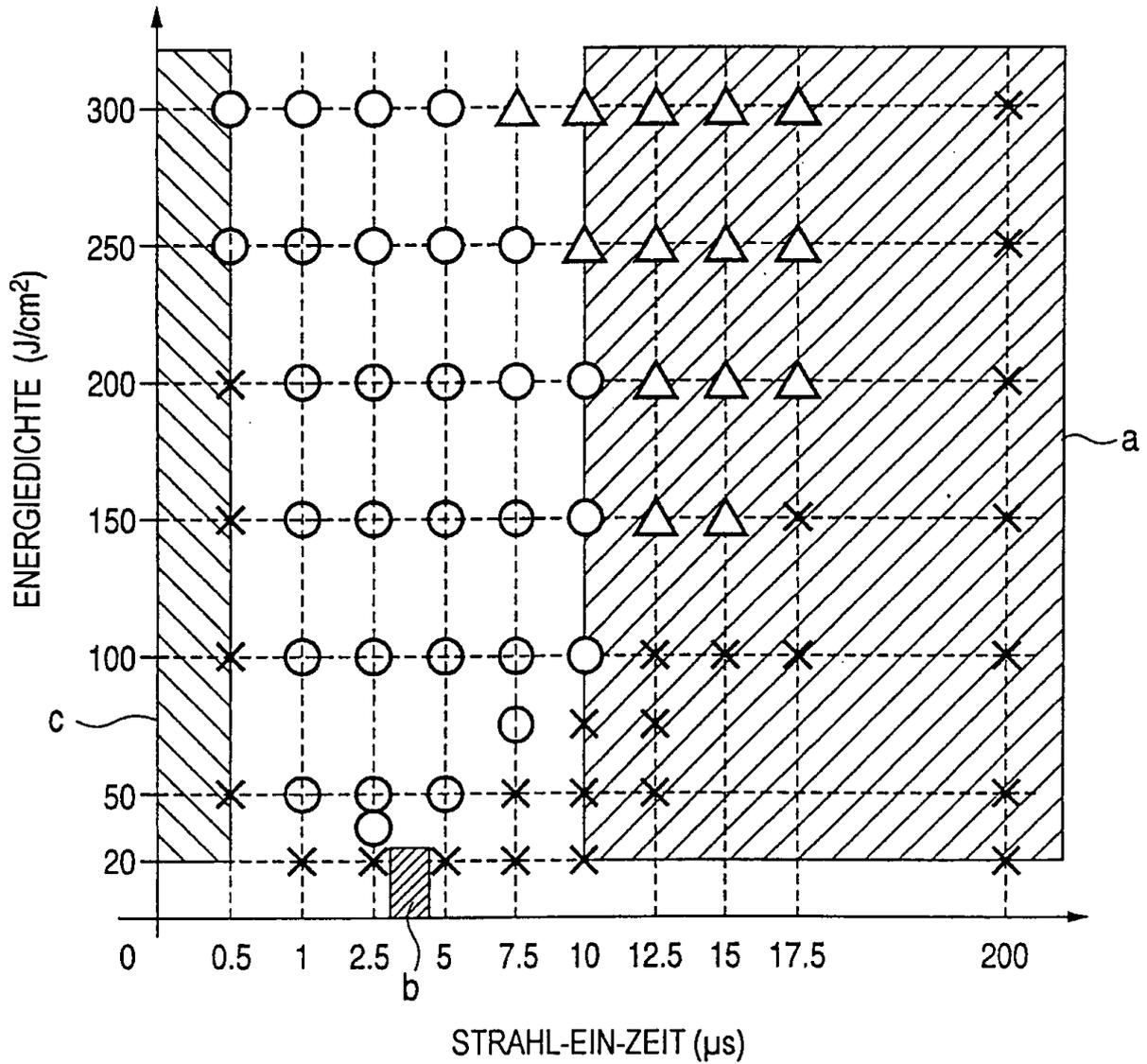


FIG. 5



- 12 µm DICKE KUPFERFOLIE KANN ENTFERNT WERDEN
- × 12 µm DICKE KUPFERFOLIE KANN NICHT ENTFERNT WERDEN
- △ PROZENTSATZ DER MITTENAUSBAUCHUNG (%) DER LOCHFORM BETRÄGT 10% ODER MEHR

FIG. 6A

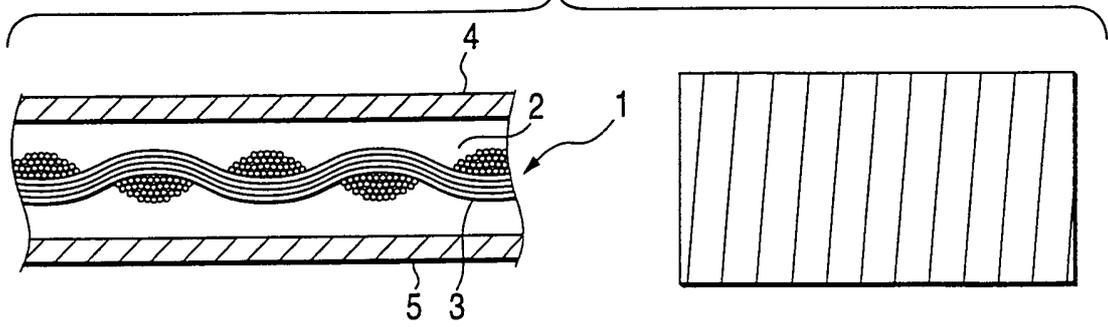


FIG. 6B

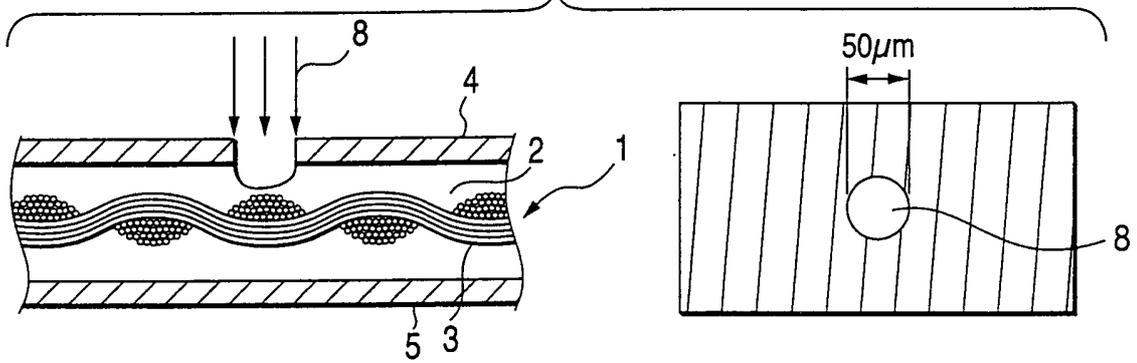


FIG. 6C

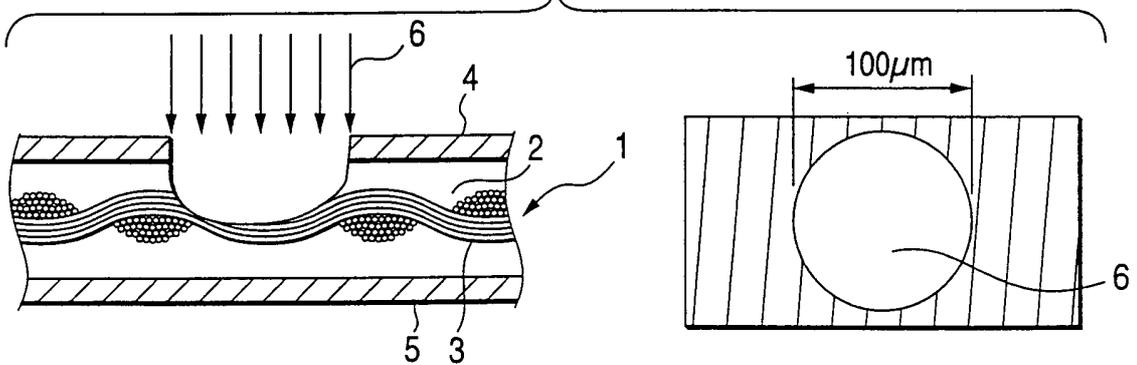


FIG. 6D

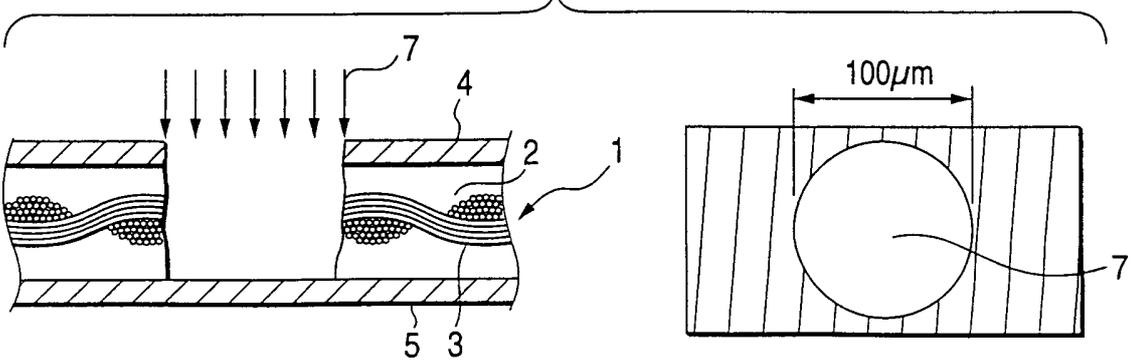
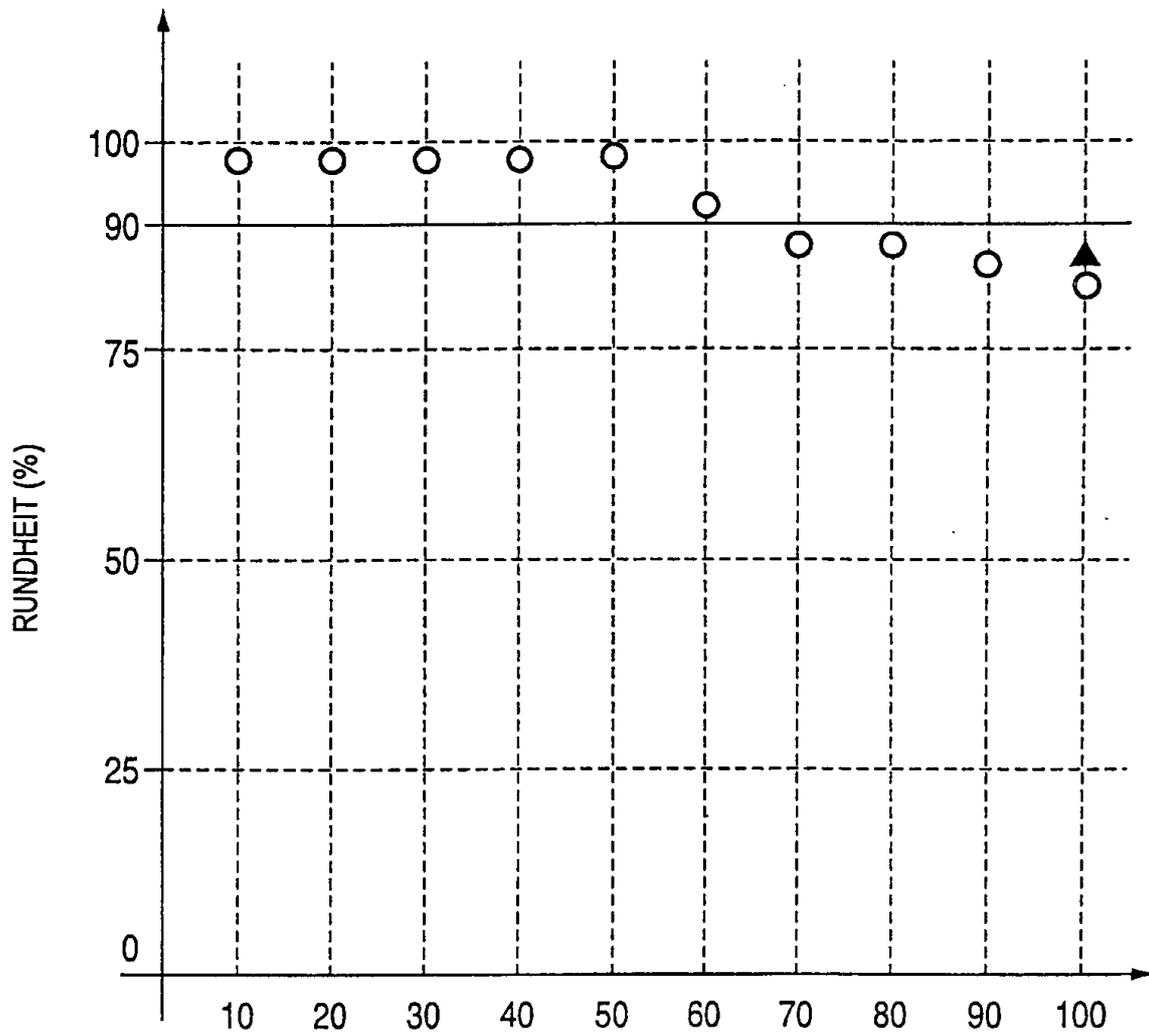


FIG. 7



LASERLICHT-ANLEGUNGSFLÄCHE DES ERSTEN PULSES (μm)

▲ BEARBEITUNG AUF EINE ANLEGUNG NUR DES ZWEITEN PULSES HIN

TEMPERATURVERTEILUNG, NACHDEM ZWEITER PULS ANGELEGT IST

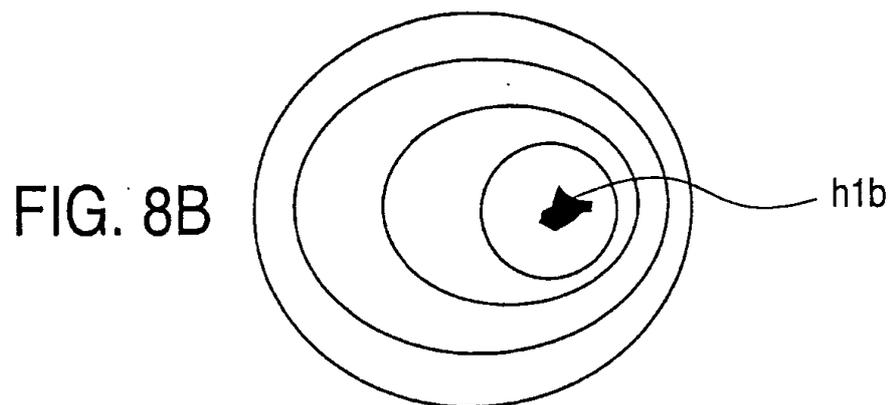
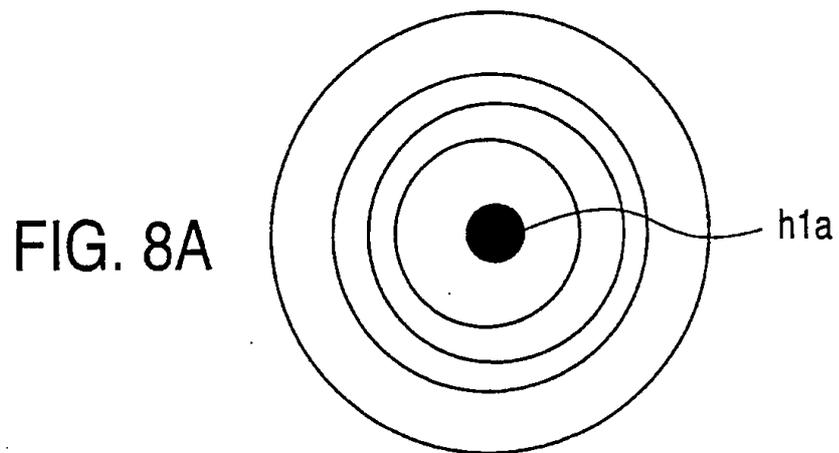


FIG.9

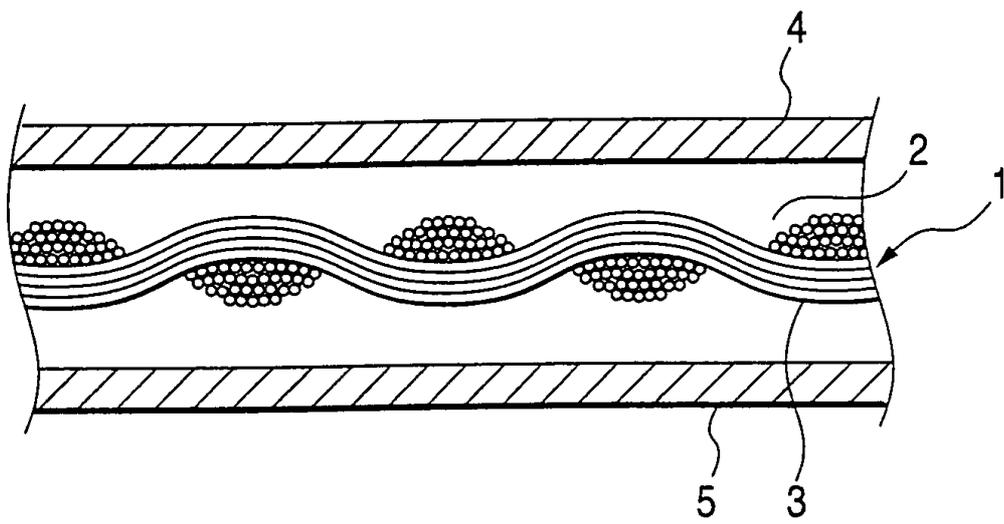


FIG.10

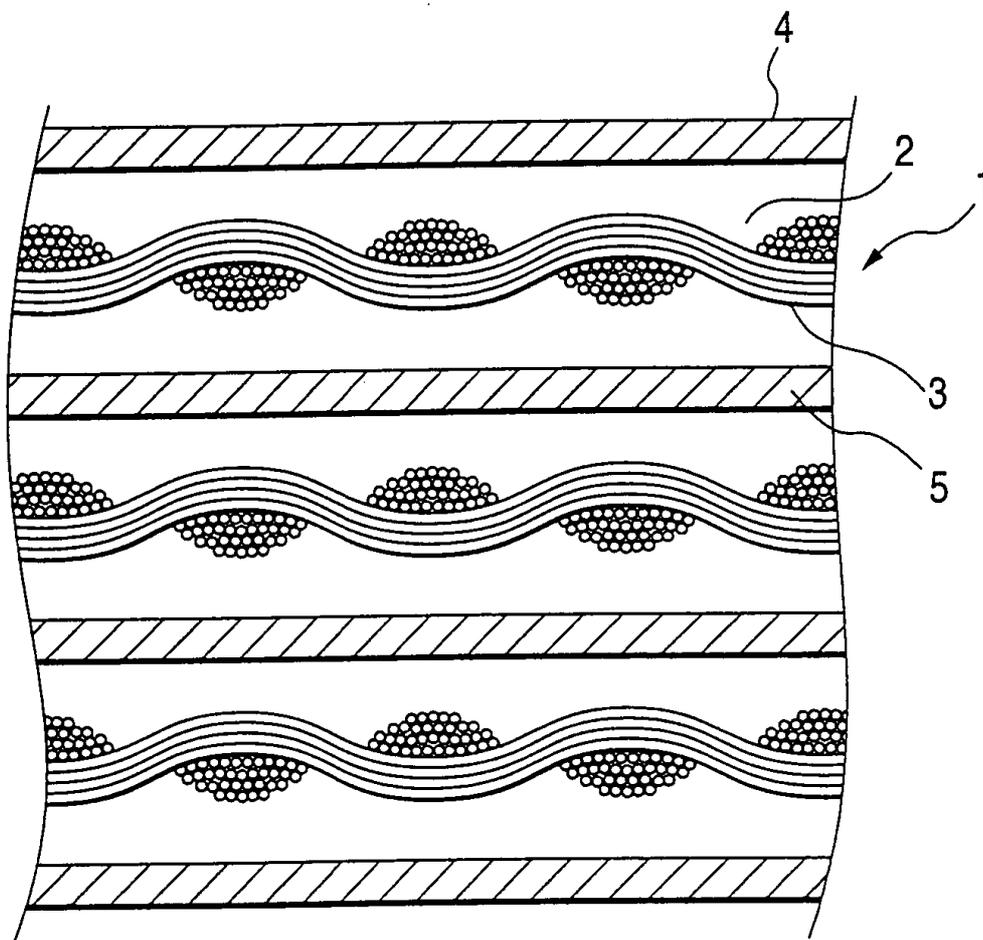


FIG. 11A

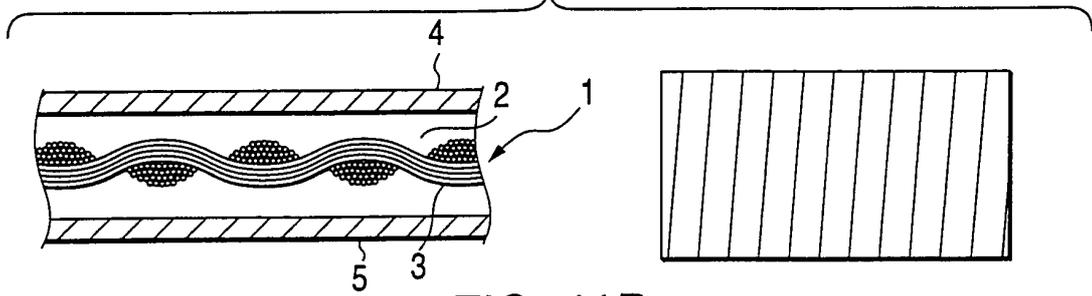


FIG. 11B

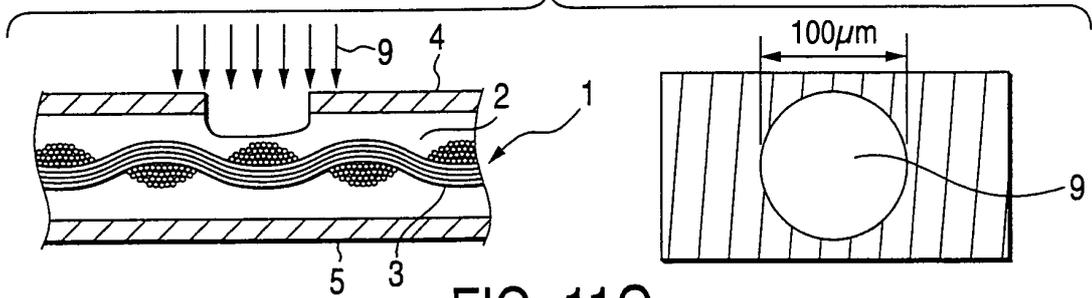


FIG. 11C

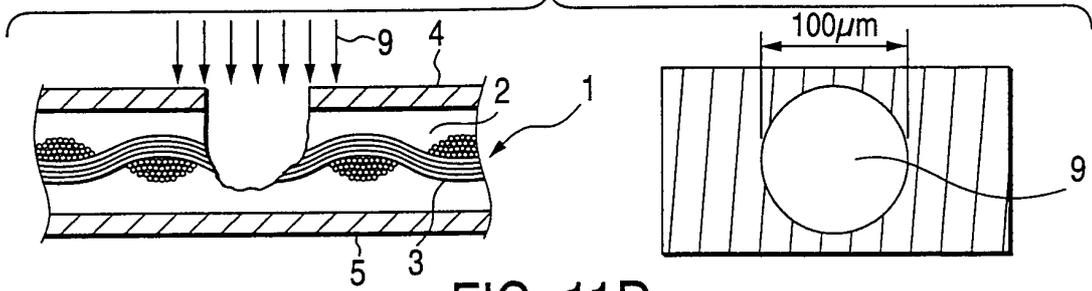


FIG. 11D

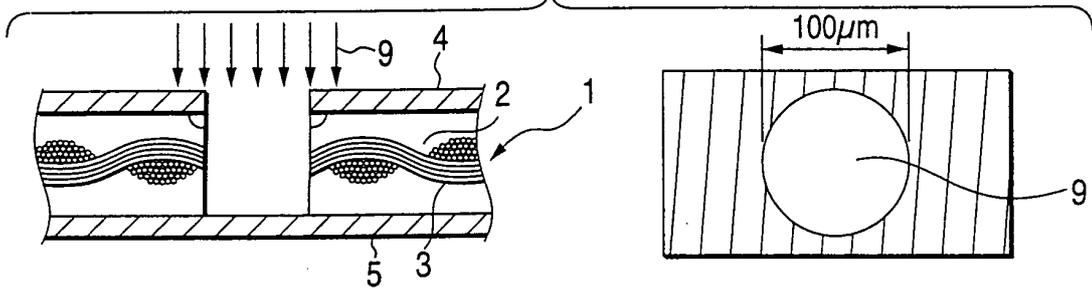


FIG. 11E

