



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 720 416 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
03.07.1996 Patentblatt 1996/27

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **H05B 3/14**, F23Q 7/00

(21) Anmeldenummer: **95120498.1**

(22) Anmeldetag: **22.12.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

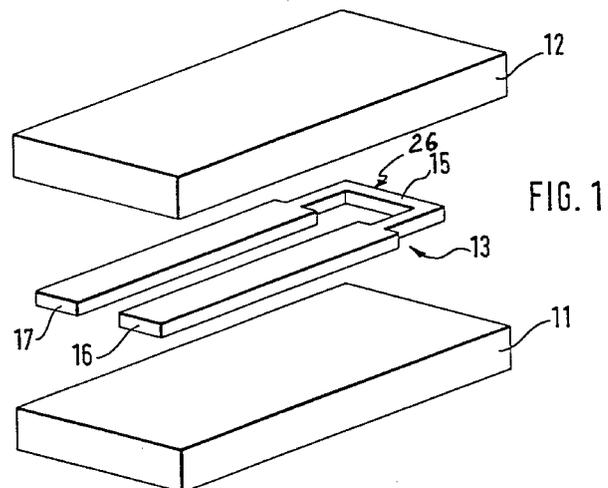
(30) Priorität: **29.12.1994 DE 4447074**  
**19.12.1995 DE 19547373**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Gruenwald, Werner, Dipl.-Phys.**  
**D-70839 Gerlingen (DE)**  
• **De la Prieta, Claudio**  
**D-70569 Stuttgart (DE)**  
• **Geissinger, Albrecht, Dipl.-Ing.**  
**D-75147 Muehlacker (DE)**  
• **Lindemann, Gert, Dipl.-Ing.**  
**D-72805 Lichtenstein (DE)**

(54) **Keramische Heizeinrichtung, Verfahren zu deren Herstellung und deren Verwendung**

(57) Es werden keramische Heizeinrichtungen vorgeschlagen, mit einem zwischen zwei Trägerfolien (11, 12) eingebetteten Heizelement (13) mit einem Heizleiter (15) und mit Zuleitungen (16, 17). Bei einer ersten Heizeinrichtung ist das gesamte Heizelement (13) aus einer elektrisch leitenden, keramischen Folie ausgestanzt und mit den Trägerfolien (11, 12) zusammenlaminiert. Bei einer zweiten Heizeinrichtung besteht das Heizelement aus einem in Dickschichttechnik hergestellten hochohmigen Heizleiter und aus ausgestanzten, niederohmigen Zuleitungen.



EP 0 720 416 A2

## Beschreibung

### Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine keramische Heizeinrichtung nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche, ein Verfahren zu deren Herstellung sowie deren Verwendung.

Aus der DE-OS 39 24 777 ist eine keramische Heizeinrichtung bekannt, bei der ein Heizleiter mit Zuleitungen aus einer keramischen Folie ausgestanzt ist. Der so erhaltene Rohling wird in eine Pulvermischung aus einem elektrisch isolierenden Pulver eingebettet, zu einem Körper gepreßt und anschließend gesintert. Beim Verpressen der Keramik kann insbesondere der im Querschnitt relativ dünn ausgeführte Heizleiter gequetscht werden. Das führt dazu, daß der Widerstandswert des Heizleiters verändert und dadurch die geforderte Heizleistung nicht erreicht wird.

### Vorteile der Erfindung

Die Heizeinrichtungen mit den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben den Vorteil, daß die Heizeinrichtung wirtschaftlich in Folien- und Laminieretechnik herstellbar ist. Die beim Laminieren aufzuwendenden Kräfte sind geringer als beim Pressen eines Keramikpulvers. Das bedeutet, daß das ausgestanzte Heizelement bei der Herstellung weniger stark mechanisch beansprucht wird. Dies bewirkt wiederum, daß ein gleichmäßiger Stromfluß durch das Heizelement vorliegt und damit eine besonders gleichmäßige Leistungseinspeisung erreicht wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen möglich. Eine besonders definierbare Einstellung der Heizleistung wird dadurch gewährleistet, wenn eine Ausgleichsschicht vorgesehen wird. Dadurch wird vermieden, daß das Heizelement beim Laminieren unter Druck gequetscht wird. Außerdem wird dadurch ein besserer Laminatverbund erreicht. Durch einen in der Heizleiterzone strukturierten Heizleiter wird die mechanische Stabilität des Heizleiters erhöht, wodurch das ausgestanzte Heizelement gut handhabbar ist.

Die weitere Erfindung mit einem in Dickschichttechnik ausgeführten Heizelement und mit aus einer Folie ausgestanzten Zuleitungen hat den Vorteil, daß die Zuleitungen besonders niederohmig ausbildbar sind. Dadurch ist es möglich, den ohmschen Widerstand des Heizleiters über die Zusammensetzung der Paste der Heizleitschicht unabhängig von den Materialien der Zuleitungen einzustellen. Diese Ausführung bietet weiterhin den Vorteil, daß die ausgestanzten Zuleitungen leichter zu handhaben sind als ein ausgestanztes Heizelement mit einem relativ dünn ausgebildeten Heizleiter. Außerdem ist durch die Dickschichttechnik der Heizleiter mit einfachen Mitteln verschiedenartig strukturierbar, zum Beispiel in Mäanderform.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindungen sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine vereinfachte Explosionsdarstellung einer ersten erfindungsgemäßen Heizeinrichtung, Figur 2 eine Folie zur Herstellung eines Hezelements, Figur 3 ein aus der Folie ausgestanztes Hezelement gemäß Figur 1, Figur 4 eine zusammenlamierte Heizeinrichtung gemäß Figur 1 im Querschnitt, Figur 5 einen Querschnitt einer runden Heizeinrichtung, Figur 6 eine Explosionsdarstellung einer zweiten erfindungsgemäßen Heizeinrichtung, Figur 7 einen Querschnitt der Heizeinrichtung gemäß Figur 6, Figur 8 eine Draufsicht auf ein Hezelement mit einer strukturierten Heizleiterzone, Figur 9 eine Draufsicht auf eine Ausgleichsschicht für ein Hezelement, Figur 10 einen Querschnitt durch eine Heizeinrichtung mit einer ersten Ausführungsform der Ausgleichsschicht und Figur 11 einen Querschnitt durch eine Heizeinrichtung mit einer zweiten Ausführungsform der Ausgleichsschicht.

### Ausführungsbeispiele

Die in Figur 1 vereinfacht und stark vergrößert dargestellte Heizeinrichtung besteht aus einer ersten keramischen Trägerfolie 11, einer zweiten keramischen Trägerfolie 12 und einem zwischen den beiden Trägerfolien 11, 12 angeordneten Hezelement 13. Die Trägerfolien 11, 12 bestehen aus einem elektrisch isolierenden keramischen Material. Das Hezelement 13 besitzt eine Heizleiterzone 26 mit einem Heizleiter 15, der mit einer ersten Zuleitung 16 und einer zweiten Zuleitung 17 verbunden ist. Die Heizleiterzone 26 ist an einem Ende der Trägerfolien 11, 12 positioniert. Die Zuleitungen 16, 17 führen vom Heizleiter 15 an das gegenüberliegende Ende der Trägerfolien 11, 12.

Das Hezelement 13 gemäß Figur 3 ist aus einer elektrisch leitenden, keramischen Folie, nachfolgend Hezelementfolie 19 genannt (Figur 2), ausgestanzt. Die Kontur des Hezelements 13 ist dabei so ausgebildet, daß die beiden Zuleitungen 16, 17 breiter ausgeführt sind als der Heizleiter 15, wodurch sich der Querschnitt der Zuleitungen 16, 17 gegenüber dem Querschnitt des Heizleiters 15 erhöht. Damit ist der ohmsche Widerstand der einzelnen Zuleitung 16, 17 geringer als der ohmsche Widerstand des Heizleiters 15. Dadurch ist gewährleistet, daß die Heizleistung im Heizleiter 15 entsteht und sich damit auf das mit dem Heizleiter 15 versehene Ende der Trägerfolien 11, 12 konzentriert. Die Hezelementfolie 19 hat eine Dicke von 20 µm bis 500µm.

Die Trägerfolien 11, 12 und das Hezelement 13 werden zu einem Sinterkörper 21, 22 gemäß den Figuren 4 und 5 zusammenlamiert und gesintert, wobei der Sinterkörper 22 gemäß Figur 5 vor dem Sintern zu einem rotationssymmetrischen Stift gepreßt wurde.

Bei der Heizleiterzone 26 gemäß Figur 8 sind in die Hezelementfolie 19 Vertiefungen 27 eingepreßt, so daß

an diesen Stellen der Querschnitt der Heizelementfolie 19 reduziert wird. Neben den Vertiefungen 27 sind Bereiche 28 vorhanden, die einen größeren Querschnitt als die Bereiche der Vertiefungen 27 aufweisen. Der Querschnitt der Bereiche 28 und der Vertiefungen 27 ist geringer als der Querschnitt der Zuleitungen 16, 17, wodurch die Heizleiterzone 26 hochohmiger als die Zuleitungen 16, 17 ist. Dadurch entsteht ein hochohmiger Strompfad in der Heizleiterzone 26, der als Heizleiter 15 wirkt.

Zur Herstellung der Heizeinrichtung wird das Heizelement 13 zunächst ausgestanzt und danach die Heizleiterzone 26 strukturiert, wobei wesentlich ist, daß nach dem Strukturieren ein Heizleiter vorliegt, dessen Querschnitt geringer ist als der Querschnitt der Zuleitungen 16, 17. Eine zweite Herstellungsmöglichkeit besteht darin, daß zuerst die Heizleiterfolie 19 im Bereich der späteren Heizleiterzone 26 mit einer Struktur gemäß den Vertiefungen 27 und den Bereichen 28 versehen wird und danach das Heizelement 13 aus der Heizleiterfolie ausgestanzt wird. Dadurch wird das beim Prägen seitlich weggedrückte Material beim Stanzen mit weggeschnitten. Damit ist leichter zu gewährleisten, daß der Querschnitt des Heizleiters 15 geringer und damit hochohmiger ist als der der Zuleitungen 16, 17.

Zur Herstellung der Heizeinrichtung werden die Trägerfolien 11 und 12 das dazwischen angeordneten Heizelement 13 mit den Zuleitungen 16, 17 und mit dem Heizleiter 15 unter Druck zusammenlaminiert. Der zusammenlaminierte Körper wird in einem Co-Sinterverfahren bei beispielsweise 1850° C unter Stickstoff beziehungsweise mit einem Formiergas gesintert. Danach entstehen die Sinterkörper 21 oder 22 mit den in den Figuren 4 und 5 dargestellten Querschnitten.

Zwei weitere Ausführungen der erfindungsgemäßen Heizeinrichtung gehen aus den Figuren 9, 10 und 11 hervor. Hierbei wird eine Ausgleichsschicht 30 um das Heizelement 13 angeordnet. Die Ausgleichsschicht 30 besteht aus einem elektrisch isolierenden, keramischen Material, beispielsweise  $Al_2O_3$  oder  $Si_3N_4$ . Die Dicke der Ausgleichsschicht 30 entspricht etwa der Dicke der Heizleiterfolie 19, aus der das Heizelement 13 ausgestanzt ist.

Zweckmäßig ist, die Ausgleichsschicht 30 gemäß Figur 10 aus einer weiteren keramischen Folie 31 herzustellen. Dazu wird aus der Folie 31 gemäß Figur 9 eine Aussparung 32 ausgestanzt, die der Kontur des Heizelements 13 entspricht.

Die zweite Ausführungsform der Ausgleichsschicht 30 geht aus Figur 11 hervor. Hier ist die Ausgleichsschicht 30 von einer der Trägerfolien 11, 12 gebildet, in die eine Vertiefung 36 eingeprägt ist, die die Kontur des Heizelements 13 besitzt. Die Tiefe der Vertiefung 36 entspricht im wesentlichen der Dicke der Heizleiterfolie 19. In die Vertiefung 36 wird das Heizelement 14 eingelegt und mit der anderen Trägerfolien 11, 12 zusammenlaminiert. Es ist jedoch auch möglich in beide Trägerfolien 11, 12 jeweils die Kontur einzuprägen, wobei die Dicke des dadurch gebildeten Hohlraumes im wesentlichen der Dicke der Heizleiterfolie 19 entsprechen sollte. Es ist

darüberhinaus ebenfalls denkbar, neben den Trägerfolien 11, 12 zusätzliche keramische Folien zu verwenden, in denen die Vertiefung 36 eingeprägt ist, so daß das ausgestanzte Heizelement 13 in der Großfläche mindestens einer der zusätzlichen Folien versenkt werden kann.

Eine weitere erfindungsgemäße Heizeinrichtung geht aus den Figuren 6 und 7 hervor. Gemäß Figur 6 ist auf einem Endabschnitt der ersten Trägerfolie 11 eine Heizleiter 20 bildenden Heizleiterschicht 24 mit beispielsweise einer U-förmigen Kontur aufgetragen. Die Heizleiterschicht 24 wird aus einer keramische Paste bildet, die eine keramische Komponente und ein elektrisch leitendes, hochtemperaturbeständiges Material, beispielsweise  $MoSi_2$  enthält. Die Paste wird mittels Sieb- oder Tampondrucktechnik auf mindestens eine der Trägerfolien 11, 12 aufgetragen. Die beiden Zuleitungen 16, 17 sind ebenfalls aus einer Heizelementfolie ausgestanzt und werden beispielsweise auf die erste Trägerfolie 11 aufgelegt, so daß die Zuleitungen 16, 17 die Heizleiterschicht 24 kontaktieren.

Die Schichtdicke der Heizleiterschicht 24 beträgt beispielsweise 20  $\mu m$ . Die Dicke der Zuleitungen 16, 17 entspricht der Dicke der Heizelementfolie 19 von beispielsweise 0,4 mm.

Nach dem Aufbringen der Heizleiterschicht 24 und dem Auflegen der Zuleitungen 16, 17 auf die Trägerfolie 11 wird die zweite Trägerfolie 12 mit der ersten Trägerfolie 11 unter Druck zusammenlaminiert und anschließend zu einem Sinterkörper 23 gesintert. Der Sinterkörper 23 kann auch zu einem Körper mit einem runden Querschnitt gemäß Figur 5 vor dem Sintern gepreßt werden.

Die Trägerfolien 11, 12 bestehen beispielsweise jeweils aus AlN. Es ist aber auch denkbar, andere elektrisch isolierende, keramische Materialien, wie beispielsweise  $Si_3N_4$  oder  $Al_2O_3$  oder ein Gemisch dieser Stoffe einzusetzen. Es ist ebenfalls denkbar, die beiden Trägerfolien 11, 12 aus unterschiedlichen Materialien herzustellen.

Die Heizelementfolie 19, aus der das Heizelement 13 bzw. die Zuleitungen 16, 17 ausgestanzt werden, besteht beispielsweise aus einem Gemisch aus 90 - 30 Mol.%  $MoSi_2$  und 10 - 70 Mol.% AlN. Anstelle von AlN kann auch  $Si_3N_4$  oder  $Al_2O_3$  oder ein Gemisch dieser Stoffe verwendet werden. Die Zugabe von  $Si_3N_4$ , AlN und/oder  $Al_2O_3$ , richtet sich nach dem Material der verwendeten Trägerfolien 11, 12, wobei durch die Zugabe des entsprechenden Materials der Trägerfolien 11, 12 die thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Trägerfolien 11, 12 und Heizelement 13 näher zusammenrücken und dadurch die Haftfestigkeit des Heizelements mit den Trägerfolien 11, 12 verbessert wird.

Die erfindungsgemäße Heizeinrichtung ist beispielsweise geeignet für den Einsatz als Glühkerze und Glühvorsatz oder Glühkörper, welche als Starthilfen das Anlassen von Dieselmotoren erleichtern. Dabei ragt das mit dem Heizleiter 15, 20 versehene Ende in den Brennraum beziehungsweise in die Vorkammer eines Dieselmotors

motors hinein. Die Aufnahme in ein Gehäuse und die Kontaktierung der Zuleitungen 16, 17 mit Anschlußkabeln ist allgemein bekannt und wird nicht näher beschrieben.

Es ist aber ebenso denkbar, die Heizeinrichtung mit anderen Bauelementen zu kombinieren, die auf eine bestimmte Temperatur aufgeheizt werden müssen.

### Patentansprüche

1. Keramische Heizeinrichtung mit einem in einem elektrisch isolierenden keramischen Körper eingebetteten Heizelement (13) mit einem Heizleiter (15) mit Zuleitungen (16, 17) und mit einer Heizleiterzone (26), die von dem an einem Ende zwischen den Zuleitungen (16, 17) ausgebildeten Heizleiter (15) gebildet ist, wobei das Heizelement (13) aus einer keramischen Folie ausgestanzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das aus der keramischen Folie (19) ausgestanzte Heizelement (13) zwischen einer ersten Trägerfolien (11) und einer zweiten Trägerfolie (12) angeordnet und die Trägerfolien (11, 12) und das Heizelement (14) zusammenlaminiert sind. 10
2. Heizeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Heizleiterzone (26) Vertiefungen (27) eingebracht sind, die in der Heizleiterzone (26) Bereiche mit unterschiedlichen Querschnitten derart ausbilden, daß eine strukturierter Heizleiter (15) mit mindestens einem gegenüber den Zuleitungen (16, 17) hochohmigeren Strompfad entsteht. 15
3. Heizeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen durch Prägen in die keramische Folie eingebracht sind. 20
4. Heizeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Heizelement (13) von einer Ausgleichsschicht (30) umgeben ist, die von mindestens einer elektrisch isolierenden, keramischen Folie (31) gebildet ist, und daß die Folie (31) eine Kontur aufweist, in der das Heizelement (13) zumindest annähernd versenkbar ist. 25
5. Heizeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontur von einer aus der Folie (31) ausgestanzten Aussparung (32) gebildet ist, in die das ausgestanzte Heizelement (14) versenkbar ist. 30
6. Heizeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Folie (31) von mindestens einer der beiden Trägerfolien (11, 12) gebildet ist, daß die Kontur von mindestens einer in mindestens eine der Trägerfolien (11, 12) eingebrachten Vertiefung (36) gebildet ist und daß in der Vertiefung (36) das Heizelement (13) versenkbar ist. 35
7. Keramische Heizeinrichtung mit einem in einem elektrisch isolierenden keramischen Körper eingebetteten Heizelement (14) mit einem Heizleiter (20) und mit Zuleitungen (16, 17) und mit einer Heizleiterzone, die von dem an einem Ende zwischen den Zuleitungen (16, 17) ausgebildeten Heizleiter (20) gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizleiter (20) von einer auf wenigstens eine der Trägerfolien (11, 12) in Dickschichttechnik aufgetragenen Heizleiterschicht (24) gebildet ist, daß die Zuleitungen (16, 17) aus einer elektrisch leitenden, keramischen Folie ausgestanzt sind, daß die ausgestanzten Zuleitungen (16, 17) auf einer der Trägerfolien (11, 12) derart angeordnet sind, daß die Zuleitungen (16, 17) mit der Heizleiterschicht (24) kontaktiert sind, und daß die Trägerfolien (11, 12) und das Heizelement (14) zusammenlaminiert sind. 40
8. Verfahren zur Herstellung einer Heizeinrichtung mit einem in mindestens zwei keramischen Trägerfolien eingebetteten Heizelement mit einem in einer Heizleiterzone angeordneten Heizleiter und mit Zuleitungen, nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Zuleitungen des Heizelements aus einer elektrisch leitenden, keramischen Folie ausgestanzt werden, daß das Heizelement zwischen den Trägerfolien angeordnet und mit den Trägerfolien zu einem Laminiertkörper zusammenlaminiert wird und daß anschließend der Laminiertkörper gesintert wird. 45
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in die Heizleiterzone Vertiefungen derart eingepreßt werden, daß ein strukturierter Heizleiter mit mindestens einem gegenüber den Zuleitungen hochohmigeren Strompfad entsteht. 50
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst das Heizelement ausgestanzt wird und anschließend die Heizleiterzone strukturiert wird. 55
11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die Folie im Bereich der Heizleiterzone strukturiert wird und daß anschließend das Heizelement aus der Folie ausgestanzt wird.
12. Verwendung der keramischen Heizeinrichtung nach Anspruch 1 bis 7 als Glühkerze, Glühvorsatz oder Glühkörper, welche zum Einsatz als Starthilfvorrichtungen in Verbrennungsmotoren geeignet sind.

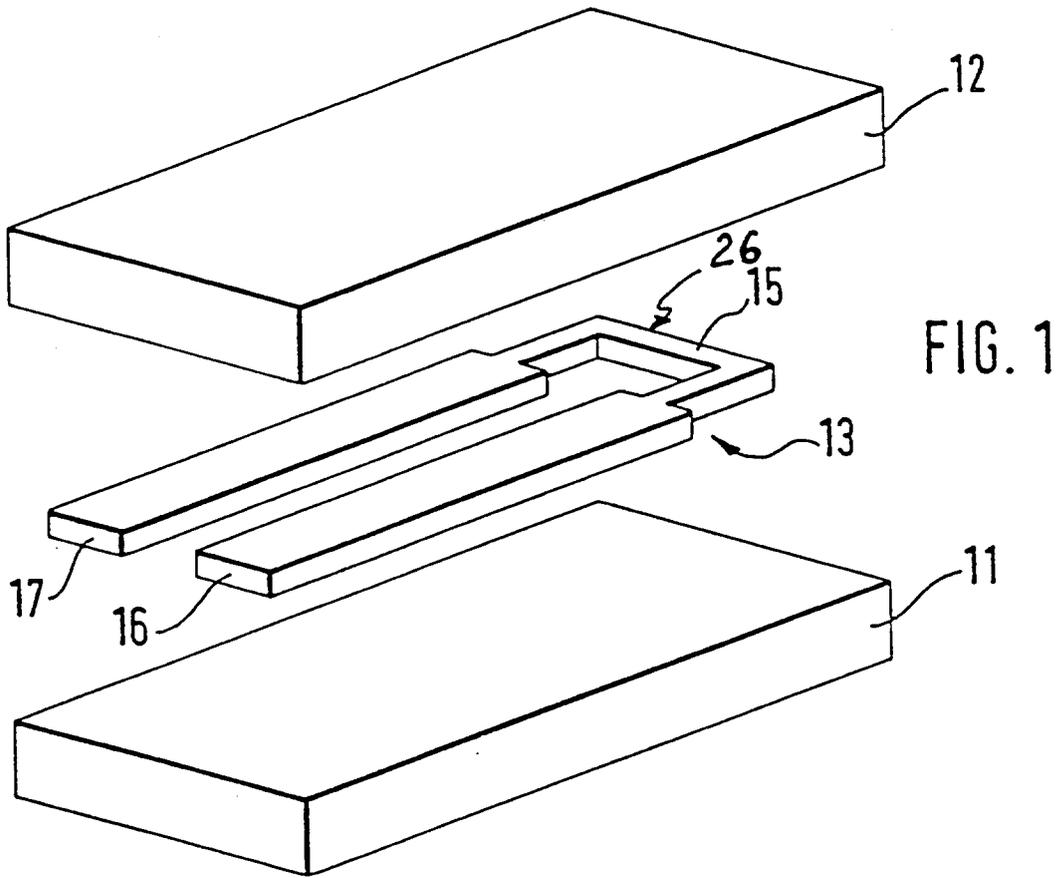


FIG. 1

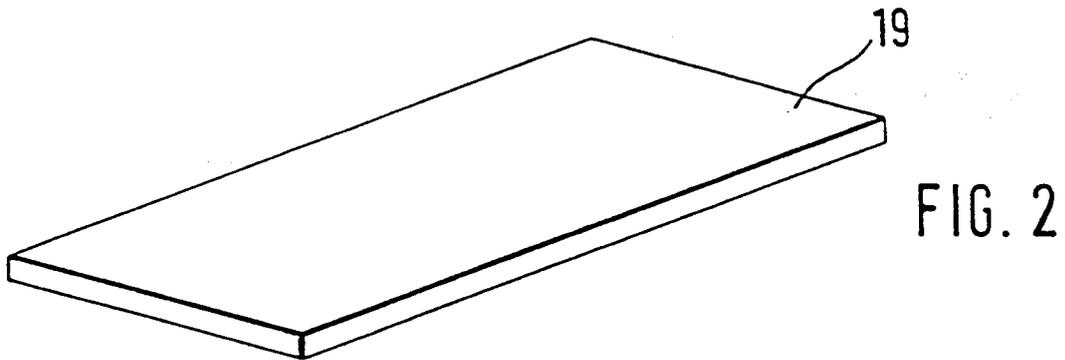


FIG. 2

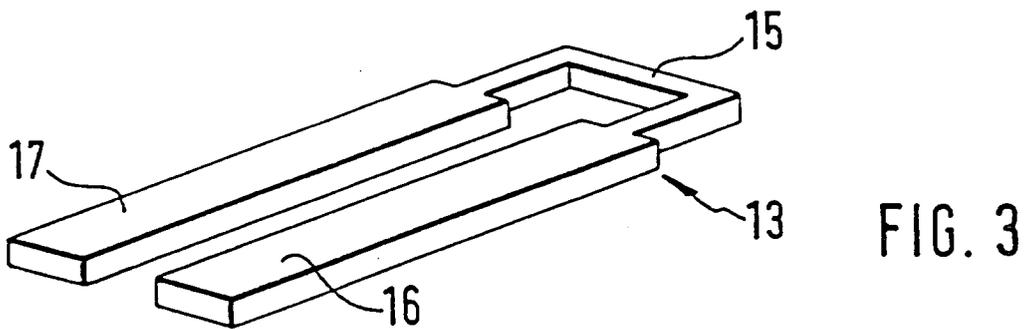


FIG. 3

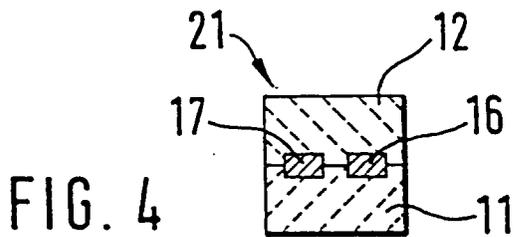


FIG. 4

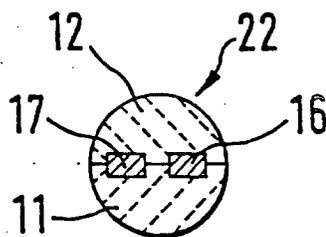


FIG. 5

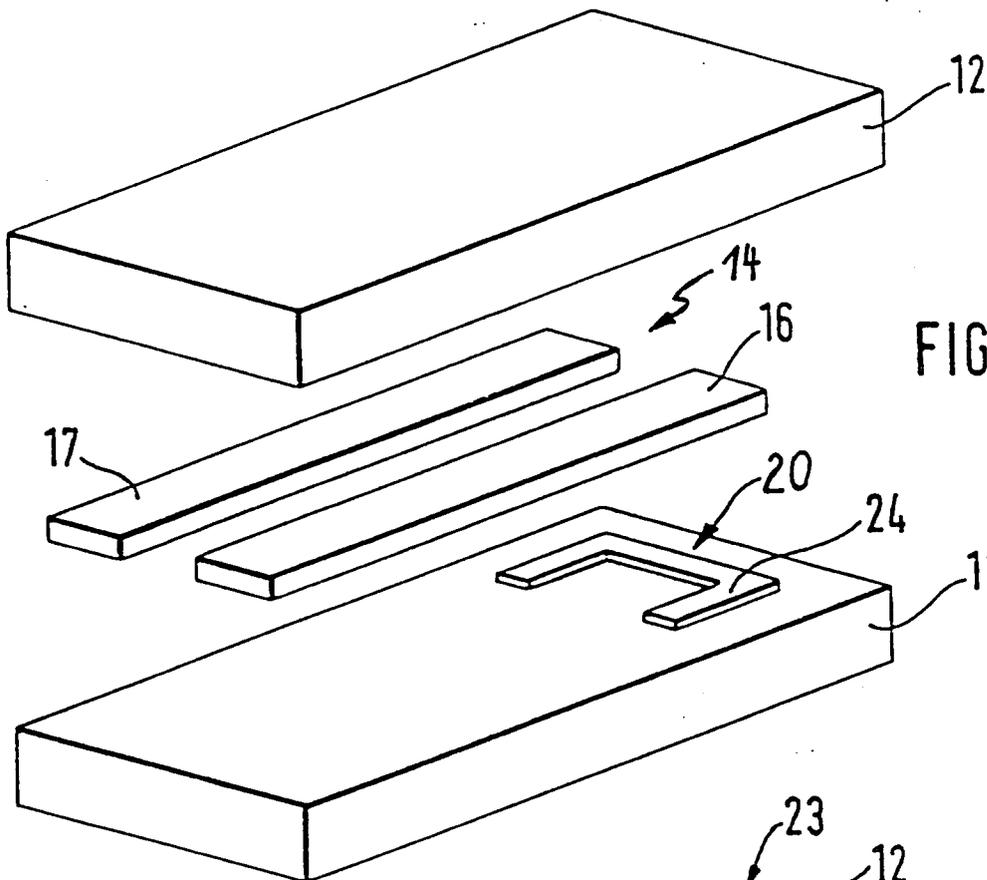


FIG. 6

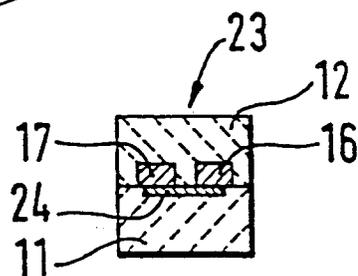


FIG. 7

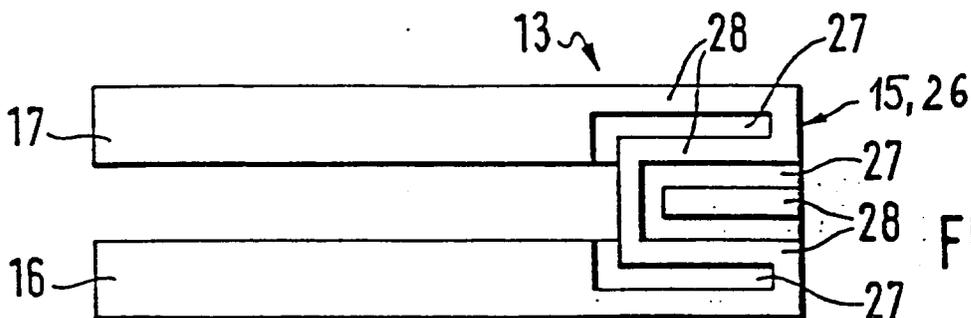


FIG. 8

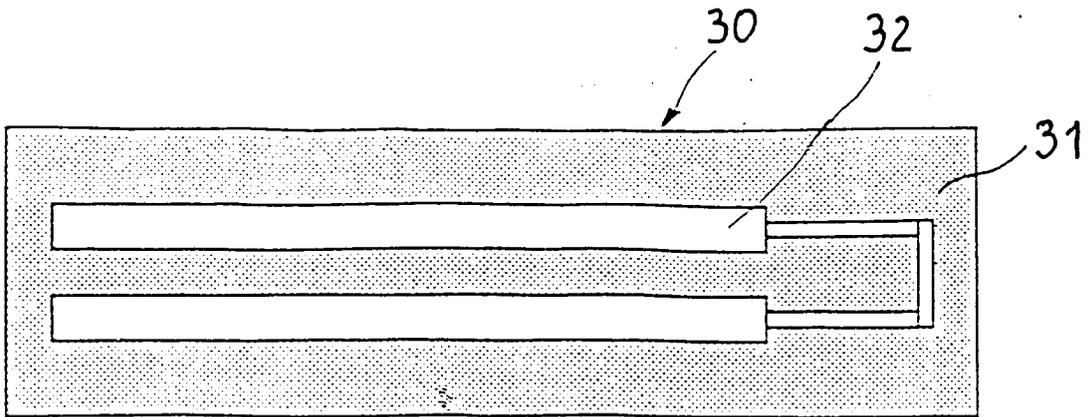


FIG. 9

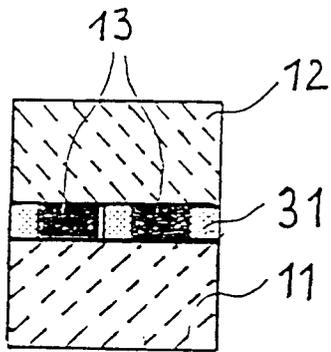


FIG. 10

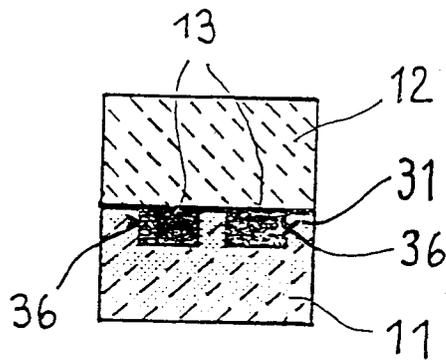


FIG. 11