



(10) **DE 103 92 748 B4** 2010.12.23

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **103 92 748.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP03/07579**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2031/007018**
(86) PCT-Anmeldetag: **13.06.2003**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.12.2003**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **21.07.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **23.12.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 15/20** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2002-177681 18.06.2002 JP

(73) Patentinhaber:
Asahi Kasei EMD Corporation, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**KRAMER - BARSKE - SCHMIDTCHEN, 80687
München**

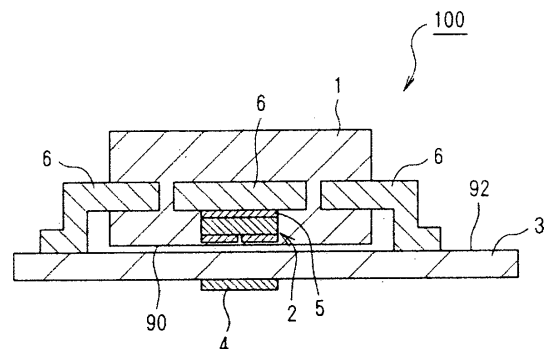
(72) Erfinder:
**Nagano, Shuichi, Numazu, Shizuoka, JP;
Shibahara, Koji, Machida, Tokio/Tokyo, JP;
Ishibashi, Kazutoshi, Fuji, Shizuoka, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	100 41 599	A1
US	59 42 895	A
EP	10 31 844	A2
JP	10-2 67 965	A
JP	08-2 33 865	A

(54) Bezeichnung: **Strommessverfahren und Strommessvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Strommessverfahren zum Messen eines Stroms, der durch einen auf einer Leiterplatte (3) aufgebrachtten Leiter (4) fließt, mit den Schritten: Detektieren von Magnetfeldern durch ein Hall Element (9) eines Stromsensors (100) auf der Seite der Leiterplatte (3), die einer Oberfläche der Leiterplatte (3), auf der auf der Leiter (4) aufgebracht ist, gegenüberliegt, und Konzentrieren eines Magnetflusses, der durch einen durch den Leiter (4) fließenden Strom erzeugt wird, auf eine Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements (9) unter Verwendung eines Magnetflusskonzentrierungsmittels (11), dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor (100) durch das Magnetflusskonzentrierungsmittel (11) und das Hall Element (9) gebildet wird, und das Konzentrieren des Magnetflusses auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements (9) auf der Seite der Leiterplatte (3) erfolgt, die der Oberfläche der Leiterplatte (3), auf der der Leiter (4) aufgebracht ist, gegenüberliegt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Messen eines Stroms, der durch einen Leiter fließt, zur Messung auf einer Leiterplatte, indem ein Stromsensor verwendet wird, der auf der Leiterplatte montiert ist, und insbesondere ein Strommessverfahren und eine Strommessvorrichtung, die in einfacher Weise eine elektrische Isolation sicherstellen, die die Größe eines Stromsensors reduzieren, und die Zuverlässigkeit durch Verhinderung von Wärmeentwicklung verbessern können.

Hintergrundtechnik

[0002] Als Techniken zum Messen eines Stroms auf einer gedruckten Leiterplatte ist die Verwendung eines Shuntwiderstandes, eines magnetwiderstandsbeständigen Elements oder eines Hall Elements allgemein bekannt.

[0003] Als Techniken zum Messen eines Stroms unter Verwendung eines Hall Elements, ist beispielsweise eine Stromdetektionseinheit bekannt, die in der JP 8-233865 A (im Folgenden als ein erstes herkömmliches Beispiels bezeichnet) offenbart ist, ein Strommessverfahren, das einen Stromsensor verwendet, das in der JP 10-267965 A (im Folgenden als ein zweites herkömmliches Beispiel bezeichnet) offenbart ist, und ein Strommessverfahren, das einen Stromsensor verwendet, der in der US 5942895 A (im Folgenden als ein drittes herkömmliches Beispiel bezeichnet) offenbart ist.

[0004] Das erste herkömmliche Beispiel enthält eine gedruckte Leiterplatte, auf deren einen Seite eine Wölbung gebildet ist, und von der anderen Seite eine Öffnung gebildet ist, die mit dieser Wölbung in Verbindung ist, einen Magnetsensor, der auf oder in der Öffnung auf einer Seite angeordnet ist, einen Spulenabschnitt, der in dem oberen Teil der gedruckten Leiterplatte gebildet ist, einen ersten Magnetmaterialkern, der in dem oberen Teil der Spule gebildet ist und einen Vorsprung auf der Seite aufweist, die dem Magnetsensor gegenüberliegt, und einen zweiten Magnetmaterialkern, der in der Wölbung gebildet ist, um dem Magnetsensor gegenüberzuliegen. Durch Verbinden des Spulenabschnitts der Stromdetektionseinheit direkt mit dem Stromleiter auf der gedruckten Leiterplatte, ist die Effizienz der Stromdetektion groß, und eine Struktur, die eine Oberflächenmontage erlaubt, wird geschaffen.

[0005] Das zweite herkömmliche Beispiel enthält einen Leiter, durch den ein zu messender Strom fließt, ein dünnes Teil aus einem magnetischen Material, und einen magnetoelektrischen Transducer. Eine flache Ausbuchtung ist im mittleren Bereich des Leiters

vorgesehen, und der magnetoelektrische Transducer ist an der Innenseite des unteren Teils der Ausbuchtung derart befestigt, dass er senkrecht zu einem zu messenden Strom ist. Ein dünnes Teil aus einem magnetischen Material zur Konzentrierung eines Magnetfelds, das von dem Strom erzeugt wird, auf den magnetoelektrischen Transducer ist bereitgestellt. Durch Montage des Leiters des Stromsensors, der zu messen ist, und des Stromleiters auf der gedruckten Leiterplatte, die in Reihe geschaltet sind, auf der Leiterplatte, ist es möglich einen hoch effizienten Stromsensor zu realisieren, der in der Lage ist Fremdrauschen auszublenden.

[0006] Wie man gemäß diesen herkömmlichen Beispielen sieht, werden ein Stromleiter, der innerhalb eines Stromsensors vorgesehen wird (im Folgenden als ein primärseitiger Stromleiter bezeichnet) und ein Stromleiter (im Folgenden als ein Leiter zur Messung bezeichnet), der auf einer gedruckten Leiterplatte vorgesehen und ein Messobjekt ist, direkt in Reihe geschaltet, und ein Stromfluss durch den primärseitigen Stromleiter ist eine allgemein bekannte Möglichkeit den Strom mit hoher Genauigkeit zu messen, der durch den Leiter zur Messung fließt. Dieses Verfahren ist weit verbreitet.

[0007] Bei einem Strommessverfahren, bei dem ein Shuntwiderstand verwendet wird, sind der Shuntwiderstand und ein Leiter zur Messung direkt in Reihe geschaltet, wobei ein Stromfluss zu dem Shuntwiderstand einen Abfall erzeugt, und der Strom, der durch den Leiter zur Messung fließt, mit hoher Genauigkeit gemessen werden kann, indem die Potentialdifferenz gemessen wird.

[0008] Bei der neuesten Technik haben sich Verfahren entwickelt zum Messen eines Stroms in einer kontaktlosen Weise, indem ein hochempfindlicher Magnetsensor, beispielsweise GMR an einen Stromleiter angeklebt wird.

[0009] Da in dem ersten bis dritten herkömmlichen Beispiel der primärseitige Stromleiter und der Leiter zur Messung direkt verbunden sind, ist es notwendig eine ausreichende elektrische Isolation zwischen einer Signalleitung, die in dem Stromsensor gebildet ist und zur Ausgabe von Sensorsignalen verwendet wird (im Folgenden als der sekundärseitige Stromleiter bezeichnet) und dem Leiter zur Messung zu gewährleisten, wodurch ein Problem dahingehend entsteht, dass die Montage des Stromsensors Einschränkungen unterworfen wird. Wenn die elektrische Isolation nicht ausreichend ist, besteht die Möglichkeit, dass Rauschen und ein übermäßiges Eingangssignal auf die Seite einer Schaltung übertragen werden können, die Sensorsignale vom dem Stromsensor verwendet. Wenn ein Strom, der durch den Leiter zur Messung fließt, groß ist, ist es ebenfalls notwendig die Größe des primärseitigen Stromleiters zu erhöhen, zur An-

passung an den großen Strom, wodurch das Problem entsteht, dass der Stromsensor groß wird. Wenn der primärseitige Stromleiter und der Leiter zur Messung darüber hinaus direkt miteinander verbunden sind, wird Wärme erzeugt, da ein Strom durch einen Kontaktwiderstand an der Verbindungsstelle fließt, wodurch das Problem entsteht, dass es möglich ist, dass die Zuverlässigkeit des Stromsensors beeinträchtigt wird, wenn der Wärmewert groß ist.

[0010] In ähnlicher Weise ist es bei einem Strommessverfahren, bei dem ein Shuntwiderstand verwendet wird, unmöglich eine elektrische Isolation zwischen einer Signalleitung zur Ausgabe von Sensorsignalen und dem Leiter zur Messung sicherzustellen, wodurch das Problem entsteht, dass sich bezüglich der Montage Einschränkungen ergeben. Wenn ein Strom, der durch den Leiter zur Messung fließt, groß ist, ist es ebenfalls notwendig die Größe einer Wärmesenke des Shuntwiderstandes zu erhöhen, um eine Anpassung an den großen Strom vorzunehmen, wodurch das Problem entsteht, dass der Stromsensor groß wird. Wenn der Shuntwiderstand und der Leiter zur Messung darüber hinaus direkt miteinander verbunden werden, wird Wärme erzeugt, aufgrund eines Stromflusses durch den Widerstand, wodurch das Problem entsteht, dass es möglich ist, dass die Zuverlässigkeit des Stromsensors beeinträchtigt wird, wenn der Wärmewert groß ist. Da im Falle des Shuntwiderstandes eine Auswahl erforderlich ist, ist es notwendig einen genauen Widerstandswert zu haben.

[0011] Ferner bringen die kontaktlosen Strommessverfahren durch neueste hoch empfindlichen Magnetsensoren, beispielsweise GMR, Probleme dahingehend mit sich, dass eine ausreichende Genauigkeit nicht gewährleistet werden kann, da die magnetische Hysterese groß, die Anbringengenauigkeit problematisch, und der Montageort begrenzt ist, und da die Richtung eines Stroms nicht detektiert werden kann, da es notwendig ist einen Vormagneten zu verwenden.

[0012] Die EP 1 031 844 A2 offenbart die Merkmale des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

[0013] Die DE 100 41 599 A1 betrifft einen Stromsensor zum Erfassen eines Stroms, der durch einen elektrischen Schaltkreis fließt, der an einer Ausrüstung, wie einem Auto, befestigt ist, und einen elektrischen Schaltkreis, der diesen Stromsensor verwendet, und insbesondere eine Technik, um die Erfassungspräzision für einen Strom zu erhöhen.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist es derartige ungelöste Probleme bei den herkömmlichen Techniken zu überwinden, und ein Strommessverfahren und eine Strommessvorrichtung zu schaffen, die in einfacher Weise eine elektrische Isolation sicherstellen, die

Größe eines Stromsensors reduzieren und geeignet sind die Zuverlässigkeit durch Verhinderung von Wärmeentwicklung zu verbessern.

Offenbarung der Erfindung

[0015] Die oben genannte Aufgabe wird durch das Strommessverfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Es ist ein Strommessverfahren, das eine Montage eines Stromsensors auf einer Leiterplatte aufweist, die einen Leiter zur Messung enthält, und ein Messen eines Stroms, der durch den Leiter zur Messung fließt, wobei der Stromsensor auf einer Oberfläche der Leiterplatte auf der Seite montiert ist, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter zur Messung versehen ist, der Stromsensor ein Hall Element aufweist, das magnetische Felder detektiert, und ein Magnetflusskonzentrierungsmittel, das einen Magnetfluss veranlasst sich in eine vorbestimmte Richtung zu konzentrieren, und das Magnetflusskonzentrierungsmittel derart bereitgestellt ist, dass ein Magnetfluss, der durch einen Strom, der durch den Leiter zur Messung fließt, erzeugt wird, auf eine Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements auf der Seite der Leiterplatte konzentriert wird, die der Oberfläche der Leiterplatte, auf der der Leiter aufgebracht ist, gegenüberliegt.

[0016] Es sei hier erwähnt, dass das Messen eines Stroms die Schritte enthält: Gewinnen eines Werts des Stroms, der durch einen Leiter zur Messung fließt, detektieren, ob ein Strom existiert und ein Stromwert einen vorgeschriebenen Wert überschreitet. Das Gleiche gilt im Folgenden für die Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 10.

[0017] Der Aspekt des Strommessverfahrens nach Anspruch 2, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in dem Strommessverfahren nach Anspruch 1, das die Erfindung betrifft, der Stromsensor auf eine Oberfläche der Leiterplatte auf der Seite montiert ist, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter zur Messung versehen ist, und an einer Position symmetrisch zu dem Leiter zur Messung im Bezug zu der Leiterplatte.

[0018] Der Aspekt des Strommessverfahrens nach Anspruch 3, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in dem Strommessverfahren nach Anspruch 1 oder 2 ein Weichmagnetmaterial auf einer äußeren Oberfläche des Leiters zur Messung auf der Seite bereitgestellt ist, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte weist.

[0019] Der Aspekt des Strommessverfahrens nach Anspruch 4, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in dem Strommessverfahren nach Anspruch 1 oder 2 ein Weichmagnetmaterial auf einer äußeren Oberfläche des Stromsensors auf der Seite bereitgestellt ist, die einer äußeren Oberfläche gegenüber-

liegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte weist.

[0020] Der Aspekt des Strommessverfahrens nach Anspruch 5, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in dem Strommessverfahren nach Anspruch 1 oder 2 zwischen dem Stromsensor und der Leiterplatte mehrere Weichmagnetmaterialien vorgesehen sind, um parallel zu der Richtung eines Stroms zu sein, der durch den Leiter zur Messung fließt.

[0021] Der Aspekt des Strommessverfahrens nach Anspruch 6, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in dem Strommessverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 der Stromsensor das Hall Element und das Magnetflusskonzentrierungsmittel in integrierter Weise enthält, und dass das Magnetflusskonzentrierungsmittel zwischen dem Hall Element und der zugewandten Oberfläche bereitgestellt ist.

[0022] Der Aspekt des Strommessverfahrens nach Anspruch 7, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in dem Strommessverfahren gemäß Anspruch 6 das Magnetflusskonzentrierungsmittel mehrere Magnetflusskonzentrierungsplatten enthält, und derart angeordnet ist, dass, wenn der Stromsensor montiert ist, Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten zu der Oberfläche in der Leiterplatte weisen.

[0023] Der Aspekt des Strommessverfahrens gemäß Anspruch 8, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in dem Strommessverfahren gemäß Anspruch 7 die mehreren Magnetflusskonzentrierungsplatten derart beabstandet sind, dass, wenn der Stromsensor montiert ist, Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten der Oberfläche der Leiterplatte gegenüberliegen, und die mehreren Magnetflusskonzentrierungsplatten auf beiden Seiten einer Mittelachse des Leiters zur Messung angeordnet sind, bei Betrachtung von einer Richtung senkrecht zu der Ebene der Leiterplatte.

[0024] Der Aspekt des Strommessverfahrens gemäß Anspruch 9, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in dem Strommessverfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 der Leiter zur Messung eine gedruckte Verdrahtung ist, und die Leiterplatte eine gedruckte Leiterplatte ist.

[0025] Zur Lösung der oben beschriebenen Aufgabe ist dagegen die Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 10 ausgeführt. Sie enthält eine Leiterplatte, die einen Leiter zur Messung aufweist, und einen Stromsensor, der auf der Oberfläche der Leiterplatte zu montieren ist und einen Strom misst, der durch den Leiter zur Messung fließt, der Stromsensor auf der Oberfläche der Leiterplatte auf der Seite montiert ist, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter zur Messung versehen ist, der Stromsensor ein Hall Element enthält, das magnetische Felder detektiert,

und ein Magnetflusskonzentrierungsmittel, das einen Magnetfluss in eine vorbestimmte Richtung konzentriert, und das Magnetflusskonzentrierungsmittel derart bereitgestellt ist, dass ein Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, auf eine Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements konzentriert wird, die der Oberfläche der Leiterplatte, auf der der Leiter angebracht ist, gegenüberliegt.

[0026] Wenn ein Strom durch den Leiter zur Messung fließt, wird gemäß diesem Aufbau ein Magnetfeld durch den Strom, der durch den Leiter zur Messung fließt, erzeugt, das erzeugte Magnetfeld erreicht die Oberfläche der Leiterplatte auf der Seite, die der Seite des Leiters zur Messung gegenüberliegt, und der Strom, der durch den Leiter zur Messung fließt, wird kontaktlos durch den Stromsensor gemessen, der das Magnetfeld empfängt, das die gegenüberliegende Seite der Leiterplatte erreicht. Durch Montage des Stromsensors auf der Oberfläche der Leiterplatte auf der Seite, die der Seite des Leiters zur Messung gegenüberliegt, kann der Strom von der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte aus gemessen werden.

[0027] Ein magnetischer Fluss, der durch einen Strom, der durch den Leiter zur Messung fließt, erzeugt wird, wird ebenfalls auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements durch das Magnetflusskonzentrierungsmittel konzentriert, und der Magnetfluss, der konzentriert worden ist, wird in Spannung umgewandelt. Folglich kann der Strom, der durch den Leiter zur Messung fließt, kontaktlos durch eine Ausgangsspannung des Hall Elements gemessen werden.

[0028] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 11, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 10 der Stromsensor an einer Position symmetrisch zu dem Leiter zur Messung im Bezug auf die Leiterplatte montiert ist.

[0029] Gemäß diesem Aufbau kann ein magnetischer Fluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, leicht eine Position symmetrisch zu dem Leiter zur Messung im Bezug zur Leiterplatte erreichen, die auf der Oberfläche der Leiterplatte auf der Seite liegt, die dem Leiter zur Messung gegenüberliegt. Durch Ausbilden des Stromsensors an dieser Position kann der Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, leicht unter Verwendung des Stromsensors detektiert werden.

[0030] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 12, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 10 oder 11 ein Weichmagnetmaterial auf einer

äußeren Oberfläche des Leiters zur Messung auf der Seite bereitgestellt wird, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte weist.

[0031] Gemäß diesem Aufbau, da ein Weichmagnetmaterial auf einer äußeren Oberfläche des Leiters zur Messung auf der Seite gebildet ist, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte weist, kann der magnetische Fluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, leicht auf die Stromsensorseite durch das Weichmagnetmaterial konzentriert werden.

[0032] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 13, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 10 oder 11 ein Weichmagnetmaterial auf einer äußeren Oberfläche des Stromsensors auf der Seite gebildet wird, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte weist.

[0033] Gemäß diesem Aufbau, da ein Weichmagnetmaterial auf einer äußeren Oberfläche des Stromsensors auf der Seite bereitgestellt wird, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Leiterplatte weist, werden zumindest externe Magnetfelder, die die Oberfläche des Stromsensors auf der gegenüberliegenden Seite erreichen, durch das Weichmagnetmaterial abgeschirmt.

[0034] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 14, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 10 oder 11 zwischen dem Stromsensor und der Leiterplatte mehrere Weichmagnetmaterialien bereitgestellt werden, derart, dass sie parallel zu der Richtung eines Stroms sind, der durch den Leiter zur Messung fließt.

[0035] Gemäß diesem Aufbau, da mehrere Weichmagnetmaterialien zwischen dem Stromsensor und der Leiterplatte angeordnet werden, kann der magnetische Fluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, in einfacher Weise auf die Stromsensorseite durch die mehreren Weichmagnetmaterialien konzentriert werden.

[0036] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 15, der die Erfindung betrifft, liegt darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 10 oder 11 der Stromsensor das Hall Element und das Magnetflusskonzentrierungsmittel integriert enthält, und das Magnetflusskonzentrierungsmittel zwischen dem Hall Sensor und der zugewandten Oberfläche gebildet ist.

[0037] Gemäß diesem Aufbau, da das Magnetflusskonzentrierungsmittel zwischen dem Hall Element

und der zugewandten Oberfläche gebildet ist, kann der Magnetfluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, leicht von dem Magnetflusskonzentrierungsmittel empfangen werden. Aus diesem Grund kann der Magnetfluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, effizient auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements konzentriert werden.

[0038] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 16, der die Erfindung betrifft, liegt ferner darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 15 das Magnetflusskonzentrierungsmittel mehrere Magnetflusskonzentrierungsplatten enthält, und derart ausgebildet ist, dass, wenn der Stromsensor montiert ist, Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten zu der Oberfläche der Leiterplatte weisen.

[0039] Da gemäß diesem Aufbau die Magnetflusskonzentrierungsplatten derart angeordnet sind, dass Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten zu der Oberfläche der Leiterplatte weisen, kann der Magnetfluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, leicht von den Magnetflusskonzentrierungsplatten empfangen werden. Aus diesem Grund kann der Magnetfluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, effektiv auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements konzentriert werden.

[0040] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 17, die die Erfindung betrifft, liegt ferner darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 16 die mehreren Magnetflusskonzentrierungsplatten derart beabstandet sind, dass, wenn der Stromsensor montiert ist, Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten zu der Oberfläche der Leiterplatte weisen, und die Magnetflusskonzentrierungsplatten auf beiden Seiten einer Mittelachse des Leiters zur Messung positioniert sind, bei einer Betrachtung von der Richtung senkrecht zu der Ebene der Leiterplatte.

[0041] Da gemäß diesem Aufbau die Magnetflusskonzentrierungsplatten beabstandet sind, um auf beiden Seiten einer Mittelachse des Leiters zur Messung positioniert zu sein, bei einer Betrachtung von der Richtung senkrecht zur Ebene der Leiterplatte, kann der Magnetfluss, der von den Magnetflusskonzentrierungsplatten empfangen wird, effektiv auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements konzentriert werden.

[0042] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 18, der die Erfindung betrifft, liegt darüber hinaus darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 17 die Leiterplat-

te mehrere Leiter aufweist, die zu messen sind, und der Stromsensor an einer Position montiert ist, wo der Abstand der Leiterplatte von jedem der Leiter, der zu messen ist, eine vorbestimmte Beziehung aufweist.

[0043] Da gemäß diesem Aufbau der Stromsensor an einer Position montiert ist, wo der Abstand der Leiterplatte von jedem der Leiter, die zu messen sind, eine vorbestimmte Beziehung aufweist, wenn der Magnetfluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch jeden der Leiter, der zu messen ist, fließt, von dem Sensor empfangen wird, kann der Strom, der durch jeden der Leiter, der zu messen ist, fließt, basierend auf einem Ausgangswert des Stromsensors und der vorbestimmten Beziehung gemessen werden. Die Messung jedes Stroms kann beispielsweise durch Berechnung erfolgen.

[0044] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 19, der die Erfindung betrifft, liegt darüber hinaus darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 18 der Leiter zur Messung eine gedruckte Verdrahtung und die Leiterplatte eine gedruckte Leiterplatte ist.

[0045] Der Aspekt der Strommessvorrichtung gemäß Anspruch 20, der die Erfindung betrifft, liegt darüber hinaus darin, dass in der Strommessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 10 bis 19 ein Magnetflusserfassungsteil des Hall Elements aus Si, GaAs, InAs oder InSb gebildet ist.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0046] [Fig. 1](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0047] [Fig. 2](#) zeigt eine Querschnittsansicht des Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0048] [Fig. 3](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Schnittlinie A-A' gemäß [Fig. 2](#).

[0049] [Fig. 4](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Falls, bei dem der Stromsensor **100** auf einer gedruckten Leiterplatte **3** montiert ist.

[0050] [Fig. 5](#) zeigt einen Graph, der zeigt, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors **100** sich ändert, wenn der Abstand zwischen dem Stromsensor **100** und einem Leiter zur Messung **4** geändert wird.

[0051] [Fig. 6](#) zeigt einen Graph, der zeigt, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors **100** sich ändert, wenn die Länge des Leiters zur Messung **4** geändert wird.

[0052] [Fig. 7](#) zeigt einen Graph, der zeigt, wie die

Sensorempfindlichkeit des Stromsensors **100** sich ändert, wenn die Montageposition des Stromsensors **100** in Breitenrichtung des Leiters zur Messung **4** basierend auf einer Zentrumsposition geändert wird, bei Betrachtung von der Richtung senkrecht zur Ebene des Leiters zur Messung **4**.

[0053] [Fig. 8](#) zeigt einen Graph, der die Beziehung zwischen der Montageposition und der Empfindlichkeit des Stromsensors **100** zeigt, wenn ein Leiter zur Messung **4** mit einer Breite von 2 mm verwendet wird.

[0054] [Fig. 9](#) zeigt einen Graph, der die Beziehung zwischen der Montageposition und der Empfindlichkeit des Stromsensors **100** zeigt, wenn ein Leiter zur Messung **4** mit einer Breite von 15 mm verwendet wird.

[0055] [Fig. 10](#) zeigt einen Graph, der zeigt, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors **100** sich ändert, wenn die Montageposition des Stromsensors **100** in Längsrichtung des Leiters zur Messung **4** basierend auf einer Zentrumsposition geändert wird, bei Betrachtung von der Richtung senkrecht zur Ebene des Leiters zur Messung **4**.

[0056] [Fig. 11](#) zeigt einen Graph, der zeigt, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors **100** sich ändert, wenn die Montageposition des Stromsensors **100** in Breitenrichtung (x-Koordinate) und in Dickenrichtung (y-Koordinate) des Leiters zur Messung **4** geändert wird.

[0057] [Fig. 12](#) zeigt einen Graph, der zeigt, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors **100** sich ändert, wenn die Stromdichte des Leiters zur Messung **4** sich ändert.

[0058] [Fig. 13](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0059] [Fig. 14](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0060] [Fig. 15](#) zeigt eine Querschnittsansicht des Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0061] [Fig. 16](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0062] [Fig. 17](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Stromsensors **100**, der auf der Rückseite einer gedruckten Leiterplatte **3** montiert ist.

Beste Ausführungsform der Erfindung

[0063] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 12](#) zeigen das erste Ausführungsbeispiel des Strommessverfahrens

und der Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung.

[0064] Zuerst werden die [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#), die die Erfindung betreffen, im Folgenden beschrieben. Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) sind jeweils Querschnittsansichten eines Stromsensors **100** in Dickenrichtung. [Fig. 3](#) zeigt eine Querschnittsansicht entlang der Schnittlinie A-A' gemäß [Fig. 2](#).

[0065] Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt, enthält eine Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung eine gedruckte Leiterplatte **3**, die einen Leiter zur Messung **4** aufweist und einen Stromsensor **100**, der auf der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** zu montieren ist, wobei der Stromsensor **100** auf einer Oberfläche **92** (im Folgenden einfach als Rückseite bezeichnet) der gedruckten Leiterplatte **3** auf der Seite montiert wird, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter zur Messung **4** versehen ist.

[0066] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, ist der Stromsensor **100** derart aufgebaut, dass er einen Hall ASIC **2** mit Magnetflussskonzentrierungsplatten innerhalb eines mold package **1** (im Folgenden auch als Formeinheit bezeichnet) enthält. Im Inneren der Formeinheit **1** ist der Hall ASIC **2** mit den Magnetflussskonzentrierungsplatten auf der Seite einer äußeren Oberfläche **90** der Formeinheit **1** (im Folgenden einfach als die zugewandte Oberfläche bezeichnet) gebildet, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** bei der Montage weist.

[0067] Die Formeinheit **1** ist mit Führungsrahmen **6** versehen, um den Hall ASIC **2**, der die Magnetflussskonzentrierungsplatten aufweist, die zu bonden. Enden des Führungsrahmens **6** sind gebogen, um eine Montage auf der gedruckten Leiterplatte **3** zu ermöglichen. Der Hall ASIC **2** mit den Magnetflussskonzentrierungsplatten wird mit einer Klebepaste **5** an den Führungsrahmen **6**, der in der Formeinheit **1** gebildet ist, gebondet.

[0068] Wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigt, wird der Hall ASIC **2** mit den Magnetflussskonzentrierungsplatten gebildet, indem zwei Hall Elemente **9** auf der äußeren Oberfläche einer Signalverarbeitungsschaltung **10** bereitgestellt werden, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** bei der Montage weist, und indem zwei Magnetflussskonzentrierungsplatten **11** zwischen der Signalverarbeitungsschaltung **10** und der zugewandten Oberfläche **90** gebildet sind. Wenn die Hall Elemente **9** ein Paar von zwei Sätzen sind, dann können zwei Sätze oder mehr bereitgestellt werden. Die Magnetflussskonzentrierungsplatten **11** sind mit vorbestimmten Abständen an optimalen Positionen dort angeordnet, wo die Oberflächen der Magnetflussskonzentrierungsplatten **11** zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** bei der Montage weisen, und die Magnetflussskonzentrierungsplatten **11** sind auf beiden Seiten einer Mittelachse des Vorsprungs ei-

nes Leiters zur Messung **4** auf der sensormontierten Oberfläche positioniert, oder zumindest sehr nahe am Vorsprung eines Leiters zur Messung **4** auf der sensormontierten Oberfläche. Durch Beabstandung der Magnetflussskonzentrierungsplatten **11** wird ein Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, durch die Magnetflussskonzentrierungsplatten **11** auf beide Seiten der Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements **9** konzentriert. Im übrigen ist der Aufbau des Hall ASIC **2** mit den Magnetflussskonzentrierungsplatten im Einzelnen in dem dritten herkömmlichen Beispiels beschrieben.

[0069] Die gedruckte Leiterplatte **3** ist aus Materialien gebildet, wie etwa Papierphenol, Papierepoxy und Glasepoxy. Die Materialien sind natürlich nicht darauf beschränkt. Wenn jedoch Polyimid basierte Materialien verwendet werden, ist dies von Vorteil, da die Dicke der gedruckten Leiterplatte **3** reduziert werden kann. Obwohl die Dicke der gedruckten Leiterplatte **3** beliebig sein kann, ist eine möglichst dünne zu bevorzugen, da die Empfindlichkeit des Sensors um so besser ist, je kleiner die Dicke ist. Ein notwendiges Minimum ist erforderlich, um Isolierungseigenschaften und den Freiheitsgrad bei der Montageposition zu erhalten.

[0070] Der Leiter zur Messung **4** ist ein Strom leitender Draht, der beispielsweise aus einer Kupfer-Metall-Folie gebildet ist, und dem eine entsprechende Form gemäß dem Wert eines Stroms gegeben werden kann, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, und gemäß der erforderlichen Stromempfindlichkeit. Wenn der Stromwert groß ist, wird die Dicke des Leiters zur Messung **4** erhöht. Wenn die Stromempfindlichkeit verbessert wird, wird die Breite des Leiters zur Messung **4** reduziert. Um die Empfindlichkeit des Sensors fast auf konstantem Pegel zu halten, ist es lediglich notwendig, dass die Länge des Leiters zur Messung **4** nicht kleiner als eine vorgeschriebene Länge ist. Im übrigen ist die Breite des Leiters zur Messung **4** eine Länge entlang der Ebenenrichtung der gedruckten Leiterplatte **3** und orthogonal zu der Richtung eines Stroms, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt; die Länge des Leiters zur Messung **4** ist eine Länge entlang der Ebenenrichtung der gedruckten Leiterplatte **3**, in Richtung eines Stroms, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt; und die Dicke des Leiters zur Messung **4** ist eine Länge entlang der Richtung orthogonal zu der Ebenenrichtung der gedruckten Leiterplatte **3**. Das Gleiche gilt für das Folgende.

[0071] [Fig. 4](#) zeigt eine perspektivische Ansicht eines Falls, bei dem der Stromsensor **100** auf der gedruckten Leiterplatte **3** montiert ist.

[0072] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, ist der Stromsensor **100** auf der Rückseite **92** montiert, und an einer Po-

sition auf der Seite, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter zur Messung **4** versehen ist, wobei die gedruckte Leiterplatte **3** dazwischen positioniert ist. In diesem Fall ist der Zustand der Magnetfelder, die durch einen Strom erzeugt werden, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, durch die Bezugszeichen **12** und **13** in [Fig. 2](#) und durch das Bezugszeichen **13** in [Fig. 4](#) gezeigt. Unterhalb der Hall Elemente **9** sind die Magnetflusskonzentrierungsplatten **11** mit vorbestimmten Abständen beabstandet, um parallel zu den Hall Elementen **9** zu sein. Wenn ein Strom durch den Leiter zur Messung **4** von der Rückseite gemäß der Figur zu der Frontseite gemäß der Figur fließt, sind die Magnetfelder, die durch den Strom erzeugt werden, wie sie durch das Bezugszeichen **13** in den [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) angedeutet sind, und insbesondere das Magnetfeld nahe den Hall Elementen **9** ist durch Magnetflusskonzentrierungsplatten **11** konzentriert, wie durch das Bezugszeichen **12** angedeutet. Als Ergebnis kann die Magnetflussdichte der Magnetflusserfassungsoberflächen der Hall Elemente **9** vergrößert werden.

[0073] Die Signalverarbeitungsschaltung **10** führt eine Summierungsverstärkung einer elektromotorischen Hall-Kraft durch, die durch die magnetoelektrische Weitergabe durch die Hall Elemente **9** erhalten wird. Im übrigen müssen die Hall Elemente **9** und die Signalverarbeitungsschaltung **10** nicht immer monolithisch aufgebaut sein, wie beispielsweise das Hall ASIC **2** mit den Magnetflusskonzentrierungsplatten, und kann in Hybridweise konstruiert sein. Darüber hinaus kann die Stromempfindlichkeit weiter verbessert werden, indem hoch empfindliche Mischhalbleiter der Gruppe IIIV aus InSb, InAs, GaAs, etc. verwendet werden, zusätzlich zu Si als Material für den Magnetflusserfassungsteil des Hall Elements **9**.

[0074] Der Stromsensor **100** wird aufgebaut durch Integrieren des Hall ASIC **2** mit den Magnetflusskonzentrierungsplatten und des Führungsrahmens **6** mit einem Formharz, und hat eine Struktur, die geeignet ist für eine Massenproduktion durch einen allgemeinen Prozess.

[0075] Im übrigen wird der Führungsrahmen **6** in diesem Ausführungsbeispiel verwendet. Selbst wenn der Führungsrahmen **6** nicht verwendet wird, kann ein Flip-Chip ausgewählt werden, solange die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements **9** sehr nahe an den Leiter zur Messung **4** kommt, oder in Kontakt mit diesem über eine Isolierungsschicht, und der Stromsensor **100** kann als ein Flip-Chip Bondingtyp konstruiert sein. In diesem Fall kann der in [Fig. 1](#) gezeigte Face-Down Bondingtyp nicht verwendet werden, und Teile können in folgender Reihenfolge montiert werden: Magnetflusskonzentrierungsplatte, Hall Element, Leiterplatte, Stromleiter. In diesem Fall müssen die Teile nicht immer mit einem Formharz integriert ausgebildet werden. Wenn darü-

ber hinaus ein Magnetfeld parallel zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** detektiert werden kann, mit einer Performance, die äquivalent oder besser ist als gemäß diesem Ausführungsbeispiel, kann der Stromsensor **100** in einer anderen Art und Weise, als hier beschrieben, verwendet werden.

(Beispiele)

[0076] Als nächstes werden Beispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die [Fig. 5](#) bis [Fig. 12](#) beschrieben.

[0077] Ein Leiter zur Messung **4**, der aus einer Kupferspule mit 35 µm Dicke und 15 mm Breite gebildet ist, wurde auf einer gedruckten Leiterplatte **3** mit einer Dicke von 1,6 mm gebildet und ein Stromsensor **100** wurde auf einer Rückseite **92** an einer Position symmetrisch zu dem Leiter zur Messung **4** im Bezug auf die gedruckte Leiterplatte **3** montiert. Diese Montage erlaubt die Sicherstellung einer ausreichenden elektrischen Isolation zwischen dem Stromsensor **100** und dem Leiter zur Messung **4**.

[0078] In dem Stromsensor **100** wurde als Formeinheit **1** ein TSSOP-16 Package verwendet, das allgemein verbreitet ist. Die Dicke der Formeinheit **1** betrug ungefähr 1 mm, und die Hall Elemente **9** wurden an Positionen angeordnet ungefähr 300 µm von der Bodenfläche entfernt, um so nahe wie möglich an den Leiter zur Messung **4** zu kommen. Auf der Oberfläche des Hall Elements **9** wurden mehrere Magnetflusskonzentrierungsplatten **11** aus einem Weichmagnetmaterial gebildet, wodurch die Funktion der Konzentrierung eines Magnetflusses parallel zu einer zugewandten Oberfläche **90** auf dem Hall Element **9** bereitgestellt wurde. Durch Unterwerfen eines Sensorsignals, das von dem Hall Element **9** erhalten wurde, einer Operationsverstärkung durch Verwendung einer Signalverarbeitungsschaltung **10**, die in der Formeinheit **1** untergebracht ist, kann der verwendete Stromsensor **100** eine magnetische Empfindlichkeit von 160 mV/mT sicherstellen für den endgültigen Stromsensor **100** als eine einzelne Einheit. Obwohl magnetische Empfindlichkeiten von bis zu 1600 mV/mT realisiert werden könnten, durch Änderung der Verstärkungsrate der Signalverarbeitungsschaltung **10** oder einer magnetischen Schaltung innerhalb des Stromsensors **100**, wird gemäß der Erfindung ein Stromsensor **100** mit einer magnetischen Empfindlichkeit von 160 mV/mT als Standardstromsensor verwendet.

[0079] [Fig. 5](#) zeigt einen Graph, der verdeutlicht, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors **100** sich ändert, wenn der Abstand zwischen dem Stromsensor **100** und dem Leiter zur Messung **4** geändert wird. Die Dicke des Leiters zur Messung **4** ist ungefähr 35 µm und der Abstand von der Abszisse ist gleich dem Abstand zwischen dem Leiter zur Mes-

sung 4 und dem Magnetflusserfassungsteil des Stromsensors. In [Fig. 5](#) wurden Änderungen der Sensorempfindlichkeit untersucht, wenn die Breite W des Leiters zur Messung 4 gleich 2 mm, 4 mm, 6 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 40 mm, 50 mm und 60 mm betrug. Gemäß dem Graph in [Fig. 5](#) wird deutlich, dass je kleiner der Abstand zwischen dem Stromsensor 100 und dem Leiter zur Messung 4 und je kleiner die Breite W des Leiters zur Messung 4, desto besser die Sensorempfindlichkeit. Vom Standpunkt einer Verbesserung der Sensorempfindlichkeit aus ist es folglich vorzuziehen, dass der Abstand zwischen dem Stromsensor 100 und dem Leiter zur Messung 4 gering ist, und dass die Breite W des Leiters zur Messung 4 klein ist. Wenn dagegen die Breite W des Leiters zur Messung 4 groß ausgebildet wird, werden Änderungen der Empfindlichkeit klein, selbst wenn der Abstand sich ändert, was eine gleichmäßige Empfindlichkeit im Bezug auf Änderungen des Abstandes zur Folge hat.

[0080] [Fig. 6](#) zeigt einen Graph, der zeigt, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors 100 sich ändert, wenn sich die Länge des Leiters zur Messung 4 ändert. Die Dicke des Leiters zur Messung 4 betrug 35 μm und die Dicke der gedruckten Leiterplatte 3 betrug 1,6 mm. Die Sensorempfindlichkeit gibt Werte an, wenn der Stromsensor 100 in der zentralen Position des Leiters zur Messung 4 angeordnet ist, bei einer Betrachtung von der Richtung senkrecht zur Ebene der Leiterplatte. In [Fig. 6](#) wurden Änderungen der Sensorempfindlichkeit untersucht bei einer Breite W des Leiters zur Messung 4 von 2 mm, 4 mm, 6 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 40 mm, 50 mm und 60 mm. Gemäß dem Graph in [Fig. 6](#) wird deutlich, dass je größer die Länge des Leiters zur Messung 4 und je kleiner die Breite W des Leiters zur Messung 4, desto mehr wird die Sensorempfindlichkeit verbessert. Für die Länge des Leiters zur Messung 4 ergibt sich jedoch kaum eine Änderung im Bezug auf Sensorempfindlichkeit, wenn die Länge des Leiters zur Messung 4 größer als 10 mm bei einer beliebigen Breite W wird. Vom Standpunkt der Verbesserung der Sensorempfindlichkeit aus ist es folglich vorzuziehen, dass die Länge des Leiters zur Messung 4 größer als 10 mm ist und die Breite W des Leiters zur Messung 4 reduziert wird.

[0081] [Fig. 7](#) zeigt einen Graph, der verdeutlicht, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors 100 sich ändert, wenn die Montageposition des Stromsensors 100 in Breitenrichtung des Leiters zur Messung 4 basierend auf einer zentralen Position geändert wird, bei einer Betrachtung von der Richtung senkrecht zur Ebene des Leiters zur Messung 4. Die Dicke des Leiters zur Messung 4 betrug 35 μm und die Dicke der gedruckten Leiterplatte 3 betrug 1,6 mm. In [Fig. 7](#) wurden Änderungen der Sensorempfindlichkeit untersucht, bei einer Breite W des Leiters zur Messung 4 von 2 mm, 4 mm, 6 mm, 10 mm, 15

mm, 20 mm, 25 mm, 40 mm, 50 mm und 60 mm. Gemäß dem Graph in [Fig. 7](#) wird deutlich, dass je näher die Montageposition des Stromsensors 100 an der zentralen Position in Breitenrichtung des Leiters zur Messung 4 ist, und je schmaler die Breite W des Leiters zur Messung 4 ist, desto besser wird die Sensorempfindlichkeit. Für die Montageposition des Stromsensors 100 kann in Abhängigkeit von einer erforderlichen Messgenauigkeit eine Verschlechterung der Sensorempfindlichkeit erlaubt sein, wenn eine Abweichung der Montageposition bis zu 1/2 der Breite W des Leiters zur Messung 4 ist, also bis zur Umgebung beider Enden des Leiters zur Messung 4, wenn der Leiter zur Messung 4 in Breitenrichtung betrachtet wird. Dies bedeutet, dass der Stromsensor 100 nicht immer unmittelbar unter dem Leiter zur Messung 4 angeordnet sein muss, und dass die Montageposition frei bestimmt werden kann bis zur Umgebung beider Enden des Leiters zur Messung 4, wenn der Leiter zur Messung 4 in Breitenrichtung betrachtet wird, und es wird deutlich, dass der Freiheitsgrad der Montage verbessert wird. Vom Standpunkt einer Verbesserung der Sensorempfindlichkeit aus ist es folglich vorzuziehen, dass die Montageposition des Stromsensors 100 nahe an der zentralen Position in Breitenrichtung des Leiters zur Messung 4 liegt, und dass die Breite W des Leiters zur Messung 4 reduziert ist.

[0082] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, gilt dagegen, je größer die Breite W des Leiters zur Messung 4, desto größer ist die Gleichförmigkeit eines Magnetfeldes, das durch den Leiter zur Messung 4 auf der gedruckten Leiterplatte 3 erzeugt wird, und durch Verwendung des hoch genauen Stromsensors 100 gemäß der Erfindung werden Empfindlichkeitsänderungen aufgrund von Positionsabweichungen in Querrichtung (x-Richtung) sehr klein. Wenn ein Strom von mehreren Ampere fließt, wird die Breite des Leiters zur Messung 4 mehrere Millimeter groß, und in diesem Fall werden große Empfindlichkeitsänderungen selbst dann nicht beobachtet, wenn die Montageposition um nicht weniger als 1 mm in Querrichtung abweicht. Es wird folglich unnötig sich Sorgen zu machen über Positionsabweichungen des Stromsensors 100 bei der Montage. Wenn eine Stromempfindlichkeit mit einer gewünschten Genauigkeit bestimmt ist, wird der Freiheitsgrad im Bezug auf die Montageposition des Stromsensors erhöht, indem die Breite des Leiters zur Messung 4 etwas größer entworfen wird, ohne die Breite zu verschmälern.

[0083] [Fig. 8](#) zeigt einen Graph, der die Beziehung zwischen der Montageposition und der Empfindlichkeit des Stromsensors 100 verdeutlicht, wenn der Leiter zur Messung 4 eine Breite von 2 mm aufweist. [Fig. 9](#) zeigt einen Graph, der die Beziehung zwischen einer Montageposition und der Empfindlichkeit des Stromsensors 100 verdeutlicht, wenn der Leiter zur Messung 4 eine Breite von 15 mm aufweist. In

beiden [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) betrug die Dicke des Leiters zur Messung **4** gleich 35 μm und die Dicke der gedruckten Leiterplatte **3** betrug 1,6 mm. In beiden Figuren sind die Positionsabweichungen solche in Querrichtung des Leiters zur Messung **4** von der zentralen Position des Leiters zur Messung **4** aus, bei einer Betrachtung von der Richtung senkrecht zu der Ebene der Leiterplatte.

[0084] Man erkennt in [Fig. 7](#), dass die höchste Stromempfindlichkeit erhalten wird, wenn die Abweichung zwischen dem Stromsensor **100** und dem Leiter zur Messung **4** gleich Null ist. Selbst wenn eine Positionsabweichung bis zu einem bestimmten Grad vorliegt, in einem Fall, bei dem die Abweichung ein Ausmaß aufweist entsprechend der Breite des Leiters zur Messung **4**, ist die Empfindlichkeitsänderungsrate gering, selbst verglichen mit dem Fall der Oberflächenmontage, bei der der Stromsensor auf der gleichen Seite montiert wird, die mit dem Leiter zur Messung **4** versehen ist. Selbst wenn eine Positionsabweichung entsprechend ungefähr der halben Breite des Leiters zur Messung **4** auftritt, ist es möglich nicht weniger als 50% der maximalen Stromempfindlichkeit zu gewährleisten, verglichen mit einem Fall, bei dem keine Positionsabweichung vorliegt. Man hat ferner festgestellt, dass wenn das Ausmaß einer Positionsabweichung ungefähr der Breite des Leiters zur Messung **4** entspricht, Empfindlichkeitsänderungen aufgrund einer Positionsabweichung um die Bedingung klein sind, obwohl eine Verschlechterung der Empfindlichkeit groß ist. Folglich kann ein Strom mit ausreichender Genauigkeit gemessen werden, indem der Stromsensor **100** mit Absicht mit einem Abstand von nahe dem Ende oder dem Ende des Leiters zur Messung **4** montiert wird (an einer Position, die in Breitenrichtung des Leiters zur Messung **4** versetzt ist). Dies bedeutet, dass durch Montage des Stromsensors **100** auf der Oberfläche entgegengesetzt zu der Montageoberfläche des Leiters zur Messung **4** es möglich wird, den Freiheitsgrad zur Anordnung des Stromsensors **100** im Bezug auf den Leiter zur Messung **4** zu verbessern, und dies führt zu einer signifikanten Verbesserung des Freiheitsgrades beim Design für Designer der Leiterplatten. Die gedruckte Leiterplatte **3** ist folglich derart konfiguriert, dass der Strom in dem Leiter zur Messung **4** auf der Oberfläche, die der Montagefläche gegenüberliegt, kontaktlos gemessen wird, wodurch eine Isolation gewährleistet wird, während die Gleichförmigkeit der Magnetfeldkomponente parallel zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** verbessert wird und der Stromsensor **100** das gleichförmige magnetische Feld parallel zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** messen kann, was zu einer Verbesserung des Freiheitsgrades im Bezug auf die Montageposition führt.

[0085] [Fig. 10](#) zeigt einen Graph, der verdeutlicht, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors **100**

sich ändert, wenn die Montageposition des Stromsensors **100** in Längsrichtung des Leiters zur Messung **4** geändert wird, basierend auf einer Zentrumsposition, bei Betrachtung von der Richtung senkrecht zur Ebene des Leiters zur Messung **4**. Die Dicke des Leiters zur Messung **4** betrug 35 μm , die Dicke der gedruckten Leiterplatte **3** betrug 1,6 mm und die Länge des Leiters zur Messung **4** betrug 20 mm. In [Fig. 10](#) wurden Sensorempfindlichkeitsänderungen untersucht bei der Breite W des Leiters zur Messung **4** von 2 mm, 4 mm, 6 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm, 40 mm, 50 mm und 60 mm. Gemäß dem Graph in [Fig. 10](#) erkennt man, dass je näher die Montageposition des Stromsensors **100** zur Zentrumsposition in Längsrichtung des Leiters zur Messung **4** ist und je kleiner die Breite W des Leiters zur Messung **4** ist, desto mehr wird die Sensorempfindlichkeit verbessert. Vom Standpunkt der Verbesserung der Sensorempfindlichkeit ist es folglich vorzuziehen, dass die Montageposition des Stromsensors **100** nahe an der zentralen Position in Längsrichtung des Leiters zur Messung **4** ist, und dass die Breite W des Leiters zur Messung **4** reduziert ist.

[0086] [Fig. 11](#) zeigt einen Graph, der verdeutlicht, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors **100** sich ändert, wenn die Montageposition des Stromsensors **100** in Breitenrichtung (x -Koordinate) und in Dickenrichtung (y -Koordinate) des Leiters zur Messung **4** geändert wird. Eine Bedingung, bei der der Stromsensor **100** auf der 1,6 mm dicken Leiterplatte **3** montiert ist, entspricht einer y -Koordinate = 0 mm, und die y -Achsrichtung zeigt an, in wie weit der Abstand zwischen dem Leiter zur Messung **4** und der gedruckten Leiterplatte **3** zunimmt. Eine x -Koordinate, bei der die Sensorempfindlichkeit ein Maximum wird, entspricht der Zentrumsposition des Leiters zur Messung **4**. Die [Fig. 5](#) und [Fig. 7](#) zeigen Figuren, die erhalten werden, wenn der Graph gemäß [Fig. 11](#) von der x -Achsrichtung und der y -Achsrichtung betrachtet wird.

[0087] Bezugnehmend auf den Graph in [Fig. 5](#), wenn der Leiter zur Messung **4** ausreichend breit ist für die Dicke der gedruckten Leiterplatte **3**, ist die Änderungsrate der Sensorempfindlichkeit selbst dann klein, wenn der Abstand zwischen dem Stromsensor **100** und der gedruckten Leiterplatte **3** ein wenig abweicht, und diese Änderungsrate betrug ungefähr 1,3%/0,1 mm, wenn die Breite W des Leiters zur Messung gleich 15 mm betrug. Darüber hinaus, unter Bezugnahme auf den Graphen gemäß [Fig. 7](#), betrug die Änderung der Sensorempfindlichkeit ungefähr 0,3%/1 mm, wenn die Breite W des Leiters zur Messung gleich 15 mm war, wenn die Position des Stromsensors **100** in Querrichtung abweicht, die 90° mit dem Fluss eines Stroms bildet, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt. Selbst wenn die Länge des Leiters zur Messung **4**, die zur Messung der Menge eines Stroms notwendig ist, nicht kleiner als 20 mm ist,

haben Längen, die nicht kleiner als 20 mm sind, wenig Einfluss auf die Sensorempfindlichkeit. Aus diesem Grund ist es notwendig, wie durch den Graphen in [Fig. 6](#) verdeutlicht, dass nur für die Länge des Leiters zur Messung 4 eine Länge von 20 mm oder dergleichen sichergestellt wird, und diese Länge ist ausreichend.

[0088] In einem Strommessverfahren gemäß diesem Beispiel wird die Sensorempfindlichkeit durch die Form und die relative Position des Leiters zur Messung 4 bestimmt. Die Sensorempfindlichkeit betrug 5,6 mV/A, wenn ein 15 mm breiter Leiter zur Messung 4 durch den Stromsensor 100 gemessen wurde. Der Stromsensor 100 kann ausreichend wirkungsvoll sein als allgemeiner Stromschalter. Wenn ein hoch empfindlicher Stromsensor 100 verwendet wird, kann nebenbei dieses Strommessverfahren die Sensorempfindlichkeit dieses Stromsensor 100 um das 10-fache verbessert werden, und in Steueranwendungen ausreichend verwendet werden.

[0089] [Fig. 12](#) zeigt einen Graph, der verdeutlicht, wie die Sensorempfindlichkeit des Stromsensors 100 sich ändert, wenn die Stromdichte des Leiters zur Messung 4 geändert wird. Die Ergebnisse gemäß [Fig. 12](#) wurden gewonnen, bei einer Dicke der gedruckten Leiterplatte 3 von 1,6 mm, wobei der Wert eines Stroms, der durch den Leiter zur Messung 4 fließt, konstant war ($I = 5, 10, 30$ und 60 A).

[0090] Wie in den [Fig. 5](#) bis [Fig. 10](#) gezeigt, um die Sensorempfindlichkeit zu verbessern, ist es wünschenswert die Breite W des Leiters zur Messung 4 so weit wie möglich zu minimieren. Der Leiter zur Messung 4, der im Allgemeinen aus einem $35 \mu\text{m}$ dicken Kupferblech gebildet wird, ist auf der Basis von 1 A Maximum als Wert eines Stroms ausgelegt, der für jeden Millimeter in der Breite fließt. Der Grund hierfür liegt darin, dass Probleme aufgrund der Wärmeentwicklung berücksichtigt worden sind. Bei manchen Strommengen ist es also unmöglich die Breite W des Leiters zur Messung 4 mehr als notwendig zu reduzieren. Wenn die Breite W des Leiters zur Messung 4 reduziert wird, ist es notwendig die Dicke des Leiters zur Messung 4 zu erhöhen, um Probleme im Bezug auf Wärmeentwicklung zu vermeiden. Wie in [Fig. 12](#) gezeigt, wird die Sensorempfindlichkeit nicht so sehr verbessert, selbst wenn die Stromdichte auf nicht weniger 15 A/mm erhöht wird, unabhängig von dem Strommessbereich. Um eine Stromdichte von 15 A/mm sicherzustellen, wenn ein Strom von I_{max} (A) Maximum fließt, ist es notwendig, dass die Breite des Leiters zur Messung 4 gleich $I_{\text{max}}/15$ mm beträgt.

[0091] Wenn der maximale Stromwert gleich 60 A beträgt, dann ist es folglich angemessen, dass die Breite W des Leiters zur Messung 4 ungefähr 4 mm beträgt. In diesem Fall ist es jedoch notwendig, dass die Dicke des Leiters zur Messung 4 auf nicht weni-

ger als das 15-fache des Werts von $35 \mu\text{m}$ vergrößert wird. Wenn die Dicke des Leiters zur Messung 4 ungefähr $500 \mu\text{m}$ bis 1 mm beträgt, dann ist die Breite W des Leiters zur Messung 4 gleich 4 bis 5 mm, um einen Strom von ungefähr 60 A mit guter Sensorempfindlichkeit zu messen. Da die Sensorempfindlichkeit verbessert wird, wenn die Breite W des Leiters zur Messung 4 in einem derartigen Bereich liegt, ist es möglich, den Strom, der durch den Leiter zur Messung 4 fließt, mit größerer Genauigkeit zu messen.

[0092] Wenn der Stromsensor 100 verwendet wird, ist eine Stromdichte von 15 A/mm als Strom notwendig, der durch den Leiter zur Messung 4 fließt, um eine Sensorempfindlichkeit von 15 mV/A zu erhalten. Um eine Stromdichte von 15 A/mm sicherzustellen, wenn ein Strom von I_{max} (A) Maximum fließt, ist es notwendig, dass die Breite des Leiters zur Messung 4 $I_{\text{max}}/15$ mm beträgt. Es ist jedoch notwendig, dass die Dicke des Leiters zur Messung 4 nicht weniger als $35 \mu\text{m} \times 15$ ist, als ein kleinster Wert. Da eine Verschlechterung der Sensorempfindlichkeit gering wird, wenn die Dicke so klein wie möglich ist, ist die Dicke vorzugsweise nicht kleiner als 0,5 mm, jedoch nicht größer als 1 mm. Wenn ein Strom von einigen zehn Ampere betrachtet wird, ist es folglich angemessen, dass die Form des Leiters zur Messung 4 derart ist, dass die Breite nicht größer als $I_{\text{max}}/15$ mm, die Länge nicht kleiner als 10 mm und die Dicke nicht größer als 1,0 mm ist, wenn der maximale Strom gleich I_{max} (A) ist.

[0093] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel sind die gedruckte Leiterplatte 3 mit dem Leiter zur Messung 4 und der Stromsensor 100 vom kontaktlosen Typ, der auf der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte 3 zu montieren ist, geschaffen, und der Stromsensor 100 ist auf der Rückseite 92 montiert.

[0094] Da der Stromsensor 100 auf der Rückseite 92 montiert wird, kann im Ergebnis eine elektrische Isolierung relativ einfach zwischen dem sekundärseitigen Leiter des Stromsensors 100 und dem Leiter zur Messung 4 sichergestellt werden, verglichen zu herkömmlichen Techniken. Da ein Strom, der durch den Leiter zur Messung 4 fließt, kontaktlos gemessen wird, ist es nicht notwendig, die Größe des Stromsensors 100 zu erhöhen, selbst wenn der Strom, der durch den Leiter zur Messung 4 fließt, groß wird. Folglich kann eine Miniaturisierung des Stromsensors 100 erfolgen. Da ein Strom, der durch den Leiter zur Messung 4 fließt, kontaktlos gemessen wird, tritt folglich aufgrund eines Kontakts mit dem Leiter zur Messung 4 keine Wärmeentwicklung auf. Folglich kann, verglichen mit herkömmlichen Techniken die Wahrscheinlichkeit, dass die Zuverlässigkeit des Stromsensors 100 beeinträchtigt wird, reduziert werden.

[0095] Bei einem herkömmlichen Stromsensor, bei

dem der Leiter zur Messung **4** gebildet ist, um einen Strom mit hoher Genauigkeit zu messen, war es notwendig, einen primären Leiter und den Magnetsensor monolithisch zu bilden, oder nach dem Zusammenbauen eine Kalibrierung durchzuführen, so dass keine Positionsabweichung zwischen dem primären Leiter und dem Magnetsensor auftrat. Wenn insbesondere ein Magnetsensor verwendet wird, der einen Vormagneten verwendet, um einen Strom genau zu messen, ist es notwendig, die Positionsgenauigkeit der Komponententeile sicherzustellen, wie etwa des Vormagneten, des primären Leiters und des Magnetsensors, und weiter eine Kalibrierung durchzuführen aufgrund der Wirkungen der Eigenschaften des Vormagneten, Änderungen der Empfindlichkeit des Magnetsensors, etc. Wenn ein Stromsensor auf der gleichen Oberfläche montiert wird, die mit einem Leiter zur Messung **4** einer gedruckten Leiterplatte **3** versehen ist, ist es notwendig den Montageplatz auszuwählen, da die Montage auf einem Muster aufgrund der Probleme der Package-Größe und des Package-Typs (SOP, QFP, QFN, BGA, etc.) unmöglich wird, wenn die Breite des Leiters zur Messung **4** groß ist, und da sich die Stromempfindlichkeit in Abhängigkeit von der Montageposition stark ändert.

[0096] Es hat sich herausgestellt, dass das Strommessverfahren und die Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung sehr wirkungsvoll sind bei der Lösung dieser Probleme, und die Erfinder konnten das Strommessverfahren und die Strommessvorrichtung realisieren. Bei einer rückseitigen Montage gibt es keine Positionseinschränkungen durch Package-Größe oder Package-Typ und eine Stromempfindlichkeit, die sich über einen großen Bereich wenig ändert und relativ gleichförmig ist, wird erhalten. Durch Verwendung eines Stromsensors, der Magnetfelder parallel zu der Oberfläche der Leiterplatte detektiert, auf der der Stromsensor montiert ist, mit guter Genauigkeit ohne Hysterese oder dergleichen, wird es möglich, eine ausreichende Genauigkeit zu realisieren, selbst ohne Kalibrierung der Stromempfindlichkeit. Als Ergebnis kann gesagt werden, dass der Freiheitsgrad im Bezug auf die Montageposition größer wird, und Benutzer des Stromsensors einen großen Freiheitsgrad bei dem Design von Schaltung auf der gedruckten Leiterplatte **3** haben.

[0097] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist darüber hinaus der Stromsensor **100** auf der Rückseite **92** montiert und an einer Position symmetrisch zu dem Leiter zur Messung **4** im Bezug auf die gedruckte Leiterplatte **3**.

[0098] Als ein Ergebnis, da der Stromsensor **100** auf der Rückseite **92** und an einer Position symmetrisch zu dem Leiter zur Messung **4** im Bezug zu der gedruckten Leiterplatte **3** montiert ist, wird es einfach einen Magnetfluss zu detektieren, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Mes-

sung **4** fließt, indem der Stromsensor **100** verwendet wird, und es wird möglich die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Zuverlässigkeit des Stromsensors **100** beeinträchtigt wird, selbst wenn der Sensor **100** von der gegenüberliegenden Seite der gedruckten Leiterplatte **3** im Bezug auf den Leiter zur Messung **4** montiert wird.

[0099] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält darüber hinaus der Stromsensor **100** ein Hall Element **9**, das magnetische Felder detektiert, und eine Magnetflusskonzentrierungsplatte **11**, die einen Magnetfluss in eine vorbestimmte Richtung konzentriert, wobei das Hall Element **9** auf der äußeren Oberfläche des Stromsensors **100** auf der Seite gebildet ist, die zu der Seite der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** bei der Montage weist, und die Magnetflusskonzentrierungsplatte **11** derart bereitgestellt ist, dass der Magnetfluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, auf die Magneterfassungsoberfläche des Hall Elements **9** konzentriert wird.

[0100] Da der Magnetfluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, einfach auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements **9** konzentriert werden kann, ist es im Ergebnis möglich die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Zuverlässigkeit des Stromsensors **100** beeinträchtigt wird, selbst wenn der Sensor **100** von der gegenüberliegenden Seite der gedruckten Leiterplatte **3** aus montiert wird, im Bezug auf den Leiter zur Messung **4**. Da der Stromsensor **100** durch die gleiche Technik hergestellt werden kann, etwa durch einen herkömmlichen LSI Prozess, und ein Strom, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, in kontaktloser Weise gemessen werden kann, kann eine Miniaturisierung realisiert werden. Gleichzeitig ist es möglich mit relativ hoher Genauigkeit einen Strom zu messen, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, einschließlich der Richtung des Stroms. Da das Hall Element **9** und die Magnetflusskonzentrierungsplatte **11** darüber hinaus durch die gleiche Technik, beispielsweise durch den herkömmlichen LSI Prozess hergestellt werden können, ist es möglich, die Produktionseffizienz zu verbessern. Da der primärseitige Leiter nicht in dem gleichen Package gebildet wird, ist es darüber hinaus nicht notwendig Platz in dem Leitermuster der gedruckten Leiterplatte **3** vorzusehen, und den primärseitigen Leiter in Reihe zu montieren, wodurch die Größe relativ klein wird. Da darüber hinaus Strom indirekt über dem Leitermuster gemessen werden kann, sind eine Modifikation und Änderung des Leitermusters nicht notwendig, selbst wenn Teile nach dem Design entfernt werden, und es ist relativ einfach die Montage zu stoppen.

[0101] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel enthält der Stromsensor **100** integriert das Hall Element **9** und die Magnetflusskonzentrierungsplatte **11**, und

die Magnetflusskonzentrierungsplatte **11** ist zwischen dem Hall Element **9** und der zugewandten Oberfläche **90** gebildet.

[0102] Da der magnetische Fluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, effizient auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements **9** konzentriert werden kann, ist es im Ergebnis möglich die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Zuverlässigkeit des Stromsensors **100** beeinträchtigt werden kann, selbst wenn der Sensor **100** auf der gegenüberliegenden Seite der gedruckten Leiterplatte **3** im Bezug auf den Leiter zur Messung **4** montiert ist.

[0103] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel sind die mehreren Magnetflusskonzentrierungsplatten derart beabstandet, dass wenn der Stromsensor **100** montiert ist, Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten **11** zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte **3** weisen, und die mehreren Magnetflusskonzentrierungsplatten **11** auf beiden Seiten einer Mittelachse des Leiters zur Messung **4** positioniert sind, bei Betrachtung von der Richtung senkrecht zur Ebene der gedruckten Leiterplatte **3**.

[0104] Da der magnetische Fluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, effektiv auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements **9** konzentriert werden kann, ist es im Ergebnis möglich die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Zuverlässigkeit des Stromsensors **100** beeinträchtigt werden kann, selbst wenn der Sensor **100** auf der gegenüberliegenden Seite der gedruckten Leiterplatte **3** im Bezug zu dem Leiter zur Messung **4** montiert ist.

[0105] Gemäß dem oben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel entspricht die Magnetflusskonzentrierungsplatte **11** dem Magnetflusskonzentrierungsmittel gemäß Anspruch 1, 6, 7, 10, 15 oder 16.

[0106] Als Nächstes wird ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. [Fig. 13](#) zeigt eine Darstellung, die das zweite Ausführungsbeispiel des Strommessverfahrens und der Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung verdeutlicht. Im Folgenden werden nur diejenigen Teile beschrieben, die von dem ersten Ausführungsbeispiel verschieden sind, und einander entsprechende Teile werden mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0107] Der Aufbau der Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung wird unter Bezugnahme auf [Fig. 13](#) beschrieben. [Fig. 13](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0108] Wie in [Fig. 13](#) gezeigt, enthält die Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung eine gedruck-

te Leiterplatte **3** mit einem Leiter zur Messung **4** und einen Stromsensor **100**, der auf einer Rückseite **92** und an einer Position auf der Seite montiert ist, die dem Leiter zur Messung **4** gegenüberliegt, wobei die gedruckte Leiterplatte **3** zwischen Beiden angeordnet ist, und ein Weichmagnetmaterial **20** in der Form eines dünnen Blatts ist auf einer äußeren Oberfläche des Leiters zur Messung **4** auf der Seite vorgesehen, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** weist. Für das Weichmagnetmaterial **20** gilt, je kleiner die Remanenz, desto besser.

[0109] Gemäß diesem Aufbau wird das Magnetfeld, das durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, und das zu der Seite strahlt, die dem Stromsensor **100** gegenüberliegt, bei Betrachtung von dem Leiter zur Messung **4** aus, einfach auf die Seite des Stromsensors **100** konzentriert. Das Weichmagnetmaterial **20** dient auch zur Reduzierung der Wirkung einer Beeinträchtigung durch ein Magnetfeld, das eine anderes ist als die Magnetfelder, die durch den Leiter zur Messung **4** erzeugt werden.

[0110] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird folglich ein Weichmagnetmaterial **20** auf der äußeren Oberfläche des Leiters zur Messung **4** bereitgestellt, die der äußeren Oberfläche von diesem, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** weist, gegenüberliegt.

[0111] Im Ergebnis kann der Magnetfluss, der durch den Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, wirkungsvoll durch das Weichmagnetmaterial **20** auf die Seite des Stromsensors **100** konzentriert werden, wodurch es möglich ist, die Sensorempfindlichkeit zu verbessern und eine Magnetfeldbeeinträchtigung zu reduzieren, selbst wenn der Sensor **100** von der gegenüberliegenden Seite der gedruckten Leiterplatte **3** im Bezug auf den Leiter zur Messung **4** montiert wird.

[0112] Als Nächstes wird ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. [Fig. 14](#) zeigt eine Darstellung, die das dritte Ausführungsbeispiel des Strommessverfahrens und der Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung verdeutlicht. Im Folgenden werden nur die Teile beschrieben, die vom ersten Ausführungsbeispiel verschieden sind, und einander entsprechenden Teilen werden gleiche Bezugszeichen gegeben. Zuerst wird der Aufbau der Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung unter Bezugnahme auf [Fig. 14](#) beschrieben. [Fig. 14](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0113] Wie in [Fig. 14](#) gezeigt, enthält die Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung eine gedruckte Leiterplatte **3** mit einem Leiter zur Messung **4** und einen Stromsensor **100**, der auf einer Rückseite **92**

und an einer Position auf der Seite montiert ist, die dem Leiter zur Messung **4** gegenüberliegt, wobei die gedruckte Leiterplatte **3** zwischen Beiden positioniert ist, und ein Weichmagnetmaterial **20** in der Form eines dünnen Blatts auf einer äußeren Oberfläche des Leiters zur Messung **4** auf der Seite, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** weist. Gleichzeitig ist ein Weichmagnetmaterial **22** in der Form eines dünnen Blatts auf einer äußeren Oberfläche des Stromsensors **100** auf der Seite gebildet, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** weist. Für die Weichmagnetmaterialien **20**, **22** gilt, je kleiner die Remanenz, desto besser.

[0114] Gemäß diesem Aufbau werden externe Magnetfelder, die in Richtung einer äußeren Oberfläche des Stromsensors **100** auf der Seite, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** weist, gelangen, zumindest durch das Weichmagnetmaterial **22** abgeschirmt. Aufgrund des Weichmagnetmaterials **20** wird das Magnetfeld, das durch den Strom erzeugt wird, der durch die Leiter zur Messung **4** fließt, und das zu der Seite sich ausbreitet, die dem Stromsensor **100** gegenüberliegt, bei einer Betrachtung von dem Leiter zur Messung **4** aus, in einfacher Weise auf die Seite des Stromsensors **100** konzentriert.

[0115] Als Nächstes wird das erste Beispiel gemäß der Erfindung beschrieben.

[0116] Als eine Technik zur Reduzierung der Wirkung einer Magnetfeldbeeinträchtigung wurde ein Weichmagnetmaterial **22** auf einer Oberfläche einer Formeinheit **1**, wie in [Fig. 14](#) gezeigt, montiert. Durch eine magnetische Abschirmung wurde eine Magnetfeldbeeinträchtigung in Ebenenrichtung des Weichmagnetmaterials **22** konzentriert, um die Wirkung einer Magnetfeldbeeinträchtigung auf ein Hall Element **9** zu reduzieren. Das Weichmagnetmaterial **22**, das verwendet wurde, hatte eine Größe von $4 \times 4 \times 0,15$ mm und wurde aus 78,7% Ni Permalloy gebildet. Das größte Problem ist die Wirkung einer Magnetfeldbeeinträchtigung von oberhalb der Formeinheit **1**. Eine Untersuchung erfolgte im Bezug auf die Wirkung auf einen Stromleiter 5 cm über der Formeinheit **1**, und die Wirkung einer Magnetfeldbeeinträchtigung konnte auf 1/3 reduziert werden, verglichen mit einem Fall, bei dem das Weichmagnetmaterial **22** nicht vorgesehen war. Eine Untersuchung erfolgte auf die Wirkung auf einen Stromleiter 8 cm über der Formeinheit **1**, und die Wirkung einer Magnetfeldbeeinträchtigung konnte auf 1/5 reduziert werden, verglichen mit dem Fall, bei dem das Weichmagnetmaterial **22** nicht vorgesehen war.

[0117] Als Nächstes wird ein zweites Beispiel gemäß der Erfindung beschrieben.

[0118] Obwohl in dem Strommessverfahren gemäß dem oben beschriebenen ersten Beispiel die Wirkung einer Magnetfeldbeeinträchtigung durch magnetische Abschirmung reduziert werden kann, reduziert die Montage des Weichmagnetmaterials **22** auch die Sensorempfindlichkeit für den Leiter zur Messung **4**, der in erster Linie gemessen werden soll. Die Verschlechterung der Sensorempfindlichkeit kann auch unterdrückt werden, wenn das Weichmagnetmaterial **22** um nicht weniger als ungefähr 1 mm von dem Hall Element **9** beabstandet ist. Da das TS-SOP-16 Package zur Miniaturisierung verwendet wurde, betrug jedoch der Abstand zwischen dem Hall Element **9** und dem Weichmagnetmaterial **22** 0,7 mm, und in dem oben beschriebenen ersten Beispiel reduzierte sich die Sensorempfindlichkeit um ungefähr 50%, verglichen mit einem Fall, bei dem kein Weichmagnetmaterial **22** vorgesehen war.

[0119] Aus diesem Grund wurde eine Verbesserung der Sensorempfindlichkeit untersucht. Um die Sensorempfindlichkeit durch ausreichende Konzentrierung eines Magnetflusses, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch einen Leiter **4** zur Messung fließt, zu verbessern, wurde ein Weichmagnetmaterial **20** mit einer Größe von $10 \times 7 \times 0,4$ mm und aus 78,7% Ni Permalloy gebildet auf einen Leiter zur Messung **4** mit einem Klebemittel geklebt, so dass das Weichmagnetmaterial **22** eng an den zu messenden Leiter **4** gebracht wurde, um dadurch eine Anordnung sicherzustellen, die es erlaubt den Magnetfluss auf einen Stromsensor **100** effektiv zu konzentrieren. Die Anordnung des Weichmagnetmaterials **20** kann in gleicher Weise erfolgen, wie in dem oben genannten zweiten Ausführungsbeispiel. Wenn das Weichmagnetmaterial **20** angeordnet wird, konnte die Sensorempfindlichkeit um ungefähr 50% verbessert werden, verglichen mit der Ausgangssensorempfindlichkeit. Wenn die Größe des Weichmagnetmaterials **20** auf $20 \times 20 \times 1$ mm erhöht wird, verbessert sich die Sensorempfindlichkeit um 80%. Selbst wenn das Weichmagnetmaterial **22** angeordnet wurde, wurde die Sensorempfindlichkeit, die auf 50% reduziert war, auf 10% bis 20% Reduzierung verbessert.

[0120] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist folglich das Weichmagnetmaterial **22** auf einer äußeren Oberfläche des Stromsensors **100** auf der Seite gebildet, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** weist.

[0121] Da Magnetfelder von außen, die zu einer äußeren Oberfläche des Stromsensors **100** gelangen, auf der Seite, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** weist, zumindest durch das Weichmagnetmaterial **22** abgeschirmt werden, ist es im Ergebnis möglich, die Resistenz gegenüber externen Magnetfeldern zu verbessern.

[0122] In diesem Ausführungsbeispiel ist darüber hinaus ein Weichmagnetmaterial **20** auf einer äußeren Oberfläche des Leiters zur Messung **4** bereitgestellt, auf der Seite, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der gedruckten Leiterplatte **3** weist.

[0123] Da der Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, wirkungsvoll auf das Weichmagnetmaterial **20** auf der Seite des Stromsensors **100** konzentriert werden kann, ist es möglich die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Sensorempfindlichkeit beeinträchtigt werden kann, selbst wenn der Sensor **100** auf der gegenüberliegenden Seite der gedruckten Leiterplatte **3** im Bezug auf den Leiter zur Messung **4** montiert wird.

[0124] Als Nächstes wird ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. [Fig. 15](#) zeigt eine Darstellung, die das vierte Ausführungsbeispiel des Strommessverfahrens und der Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung verdeutlicht. Im Folgenden werden nur diejenigen Teile beschrieben, die vom ersten Ausführungsbeispiel verschieden sind, und entsprechenden Teilen werden gleiche Bezugsziffern gegeben.

[0125] Der Aufbau der Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung wird als erstes unter Bezugnahme auf [Fig. 15](#) beschrieben. [Fig. 15](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0126] Wie in [Fig. 15](#) gezeigt, enthält die Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung eine gedruckte Leiterplatte **3** mit einem Leiter zur Messung **4** und einen Stromsensor **100**, der auf einer Rückseite **92** und an einer Position auf der Seite montiert ist, die dem Leiter zur Messung **4** gegenüberliegt, wobei die gedruckte Leiterplatte **3** zwischen Beiden positioniert ist, und zwischen dem Stromsensor **100** und der gedruckten Leiterplatte **3** befinden sich mehrere Weichmagnetmaterialien **24** derart, dass sie parallel zur Richtung eines Stroms sind, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt. Für das Weichmagnetmaterial **24** gilt, je kleiner die Remanenz, desto besser.

[0127] Gemäß diesem Aufbau kann der Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, einfach durch die mehreren Weichmagnetmaterialien **24** auf der Seite des Stromsensors **100** konzentriert werden.

[0128] Als Nächstes wird ein Beispiel gemäß der Erfindung beschrieben.

[0129] Um die Sensorempfindlichkeit weiter zu verbessern, wurde das Weichmagnetmaterial **24** zwi-

schen dem Stromsensor **100** und der gedruckten Leiterplatte **3** montiert, wie in [Fig. 15](#) gezeigt. Das Weichmagnetmaterial **22**, das verwendet wurde, hat eine Größe von $4 \times 4 \times 0,15$ mm und ist aus 78,7% Ni Permalloy. Die Anzahl der Weichmagnetmaterialien betrug Zwei. Mit einem Spalt von 2 mm zwischen beiden Materialien wurden die zwei Weichmagnetmaterialien an die Unterseite der Formeinheit **1**, die eine Breite von 5 mm hatte, gebondet. Als Ergebnis konnte die Anfangssensorempfindlichkeit um ungefähr 40% verbessert werden.

[0130] Wenn Ni Permalloy mit einer Größe von $20 \times 20 \times 1$ mm auf der Seite des Leiters zur Messung **4** montiert wurde, konnte die Sensorempfindlichkeit um ungefähr 210% verbessert werden.

[0131] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel sind zwischen dem Stromsensor **100** und der gedruckten Leiterplatte **3** folglich mehrere Weichmagnetmaterialien **24** gebildet, derart, dass sie parallel zu der Richtung eines Stroms sind, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt.

[0132] Da der Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, wirkungsvoll durch das Weichmagnetmaterial **24** auf die Seite des Stromsensors **100** konzentriert werden kann, ist es möglich die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Sensorempfindlichkeit beeinträchtigt wird, selbst wenn der Sensor **100** von der gegenüberliegenden Seite der gedruckten Leiterplatte **3** im Bezug auf den Leiter zur Messung **4** montiert wird.

[0133] Als Nächstes wird das fünfte Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. [Fig. 16](#) zeigt eine Darstellung, die das fünfte Ausführungsbeispiel des Strommessverfahrens und der Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung verdeutlicht. Im Folgenden werden nur diejenigen Teile beschrieben, die vom ersten Ausführungsbeispiel verschieden sind, und entsprechende Teile werden mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0134] Zuerst wird der Aufbau der Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung unter Bezugnahme auf [Fig. 16](#) beschrieben. [Fig. 16](#) zeigt eine Querschnittsansicht eines Stromsensors **100** in Dickenrichtung.

[0135] Wie in [Fig. 16](#) gezeigt, enthält die Strommessvorrichtung gemäß der Erfindung eine gedruckte Leiterplatte **3** mit einem Leiter zur Messung **4** und einen Stromsensor **100**, der auf einer Rückseite **92** und an einer Position auf der Seite montiert ist, die dem Leiter zur Messung **4** gegenüberliegt, wobei die gedruckte Leiterplatte **3** dazwischen positioniert ist. Der Stromsensor **100** ist an einer Position montiert, wo der Abstand zu jedem der mehreren zu messenden Leiter **4** eine vorbestimmte Beziehung aufweist.

[0136] Die gedruckte Leiterplatte **3** hat eine Vier-Schicht Struktur, die durch Laminieren einer Isolationsschicht, einer Verdrahtungsschicht, einer Isolationsschicht und einer Verdrahtungsschicht in dieser Reihenfolge erhalten wird, und in den Verdrahtungsschichten sind die zu messenden Leiter **4** parallel gebildet.

[0137] Im Übrigen ist mit dem Stromsensor **100** eine arithmetische Schaltung (nicht gezeigt) verbunden, die Ströme misst, die durch jeden der mehreren zu messenden Leiter **4** fließen, basierend auf Sensorsignalen von dem Stromsensor **100**. Die arithmetische Schaltung empfängt die Sensorsignale von dem Stromsensor **100** und berechnet den Wert eines Stroms, der durch jeden der mehreren zu messenden Leiter **4** fließt, durch eine arithmetische Operation basierend auf den eingegebenen Sensorsignalen und der Positionsbeziehung zwischen dem Stromsensor **100** und jedem der mehreren zu messenden Leiter **4**.

[0138] Gemäß diesem Aufbau ist der Stromsensor **100** an einer Position montiert, wo der Abstand zu jedem der Leiter, die zu messen sind, eine vorbestimmte Beziehung aufweist, und wenn der Stromsensor **100** das Magnetfeld empfängt, das durch einen Strom erzeugt wird, der durch jeden der zu messenden Leiter **4** fließt, kann die arithmetische Schaltung den Wert eines Stroms berechnen, der durch jeden der mehreren Leiter, die zu messen sind, fließt, durch eine arithmetische Operation basierend auf den Sensorsignalen von dem Stromsensor **100** und der Positionsbeziehung zwischen dem Stromsensor **100** und jedem der mehreren zu messenden Leiter **4**.

[0139] Als Nächstes wird ein Beispiel gemäß der Erfindung beschrieben.

[0140] In den Strommessverfahren gemäß dem oben beschriebenen ersten bis vierten Ausführungsbeispielen, wird der Strom gemessen durch Umwandeln von schwachen Magnetfeldern, die durch einen Strom erzeugt werden, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt, und folglich wird es möglich einen Strom zu messen, der sich durch einen relativ weiten Raum ausbreitet, der ein 10 cm Quadrat ist, zusätzlich zu einem Strom, der durch den Leiter zur Messung **4** fließt. Dies beachtend untersuchten die Erfinder ein Messen jedes der Ströme, die durch mehrere zu messende Leiter **4** fließen, durch Verwendung eines einzelnen Stromsensors **100**.

[0141] Wie in [Fig. 16](#) gezeigt, sind in einer gedruckten Leiterplatte **3** mit vier Schichten, die aus einer 35 µm breiten inneren Schicht und einer 175 µm breiten äußeren Schicht gebildet ist, und die eine Gesamtleiterplattendicke von 3,2 mm aufweist, zwei 15 mm breite zu messende Leiter **4**, durch die verschiedene Ströme fließen, parallel zueinander gebildet, und ein Stromsensor **100** ähnlich zu dem oben beschriebe-

nen ersten Beispiel, wurde auf der Rückseite **92** der gedruckten Leiterplatte montiert. Der Stromsensor **100** wurde dabei an einer Position montiert, wo der Abstand von jedem der zu messenden Leiter **4** eine vorbestimmte Beziehung aufweist. Der Abstand zu dem Hall Element **9** beträgt ungefähr 9 mm für einen Leiter zur Messung **4** und ungefähr 3,2 mm für den anderen Leiter zur Messung **4**. Zu diesem Zeitpunkt betragen die Sensorempfindlichkeit, die jedem der zu messenden Leiter **4** gegeben wurde, 50,4 mV/A und 43,2 mV/A, jeweils.

[0142] Ein AC Strom mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Amplitude von 10 A wurde durch einen Leiter zur Messung **4** geschickt, und ein Rechteckstrom mit einer Frequenz von 1 Hz und einer Amplitude von 10 A wurde durch den anderen Leiter zur Messung **4** geschickt. Ein Ausgangswert sehr nahe an einem theoretischen erwarteten Wert konnte vom Stromsensor **100** erfasst werden. Durch Unterwerfen der Sensorsignale einer analogen Signalverarbeitung oder einer digitalen Signalverarbeitung, ist es möglich die zwei Signale zu trennen. Folglich ist es möglich die Strömung, die durch zwei zu messende Leiter **4** fließen, durch Verwendung des Stromsensors **100** zu messen.

[0143] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel hat die gedruckte Leiterplatte **3** mehrere zu messende Leiter **4**, und der Stromsensor **100** ist an einer Position montiert, wo der Abstand zu jedem der mehreren zu messenden Leiter **4** eine vorbestimmte Beziehung aufweist.

[0144] Der Stromsensor **100** ist an einer Position montiert, wo der Abstand zu jedem der mehreren Leiter, die zu messen sind, eine vorbestimmte Beziehung aufweist, und wenn der Stromsensor **100** das Magnetfeld empfängt, das durch einen Strom erzeugt wird, der durch jeden der zu messenden Leiter **4** fließt, kann folglich die arithmetische Schaltung den Wert eines Stroms berechnen, der durch jeden der mehreren zu messenden Leiter **4** fließt durch eine arithmetische Operation basierend auf den Sensorsignalen von dem Stromsensor **100** und der Positionsbeziehung zwischen dem Stromsensor **100** und jedem der mehreren zu messenden Leiter **4**.

[0145] In dem oben beschriebenen fünften Ausführungsbeispiel ist in einem Fall, bei dem zwei zu messende Leiter **4** in Dickenrichtung der gedruckten Leiterplatte **3** gebildet sind, der Stromsensor **100** auf der Rückseite **92** und an einer Position auf der Seite montiert, die der Seite der zu messenden Leiter gegenüberliegt, wobei die gedruckte Leiterplatte **3** zwischen den zu messenden Leitern und dem Stromsensor positioniert ist. Das Montieren des Stromsensors ist nicht darauf beschränkt, und, wie in [Fig. 17](#) gezeigt, in einem Fall, bei dem mehrere zu messende Leiter **4** in Ebenenrichtung der gedruckten Leiterplat-

te 3 gebildet sind, kann der Stromsensor 100 auf der Rückseite 92 und an einer Position nahe den zu messenden Leitern 4 montiert werden.

[0146] Fig. 17 zeigt eine perspektivische Ansicht des Stromsensors 100, der auf der Rückseite der gedruckten Leiterplatte 3 montiert ist.

Industrielle Anwendbarkeit

[0147] Wie oben beschrieben, wird bei dem Strommessverfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 9 und der Strommessvorrichtung gemäß den Ansprüchen 10 bis 20 der Stromsensor auf der Oberfläche der Leiterplatte auf der Seite montiert, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter zur Messung versehen ist, was den Vorteil liefert, dass eine elektrische Isolierung relativ einfach zwischen dem sekundärseitigen Leiter des Stromsensors und dem Leiter zur Messung sichergestellt werden kann, verglichen mit herkömmlichen Techniken. Das Messen eines Stroms, der durch den Leiter zur Messung fließt, in kontaktloser Weise macht eine Vergrößerung des Stromsensors unnötig, selbst wenn ein Strom, der durch den Leiter zur Messung fließt, groß wird. Dies liefert auch den Vorteil, dass die Größe des Stromleiters reduziert werden. Darüber hinaus verursacht das Messen eines Stroms, der durch den Leiter zur Messung fließt, in kontaktloser Weise, keine Wärmezeugung aufgrund eines Widerstands eines Kontakts mit dem Leiter zur Messung, was den Vorteil liefert, dass es möglich wird die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Zuverlässigkeit des Stromsensors beeinträchtigt wird, verglichen mit herkömmlichen Techniken. Darüber hinaus wird der Stromsensor auf der Oberfläche der Leiterplatte auf der Seite montiert, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter zur Messung versehen ist, was den Vorteil liefert, dass es möglich wird gleichmäßige Magnetfelder zu detektieren, die durch einen Strom erzeugt werden, der durch den Leiter zur Messung fließt, durch Verwendung des Stromsensors. Aufgrund von Magnetflusskonzentrierungsmitteln wird ein Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, einfach auf eine Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements konzentriert werden, was den Vorteil liefert, dass die Sensorempfindlichkeit verbessert werden kann, indem der Stromsensor von der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte im Bezug auf den Leiter zur Messung montiert wird.

[0148] Gemäß dem Strommessverfahren nach Anspruch 2 oder der Strommessvorrichtung nach Anspruch 11 wird der Stromsensor auf der Oberfläche der Leiterplatte auf der Seite montiert, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter zur Messung versehen ist, und an einer Position symmetrisch zu dem Leiter zur Messung im Bezug auf die Leiterplatte, was den Vorteil liefert, dass Magnetfelder, die durch einen Strom erzeugt werden, der durch den Leiter zur Mes-

sung fließt, leichter durch den Stromsensor detektiert werden können, wodurch es möglich wird die Wahrscheinlichkeit weiter zu reduzieren, dass die Sensorempfindlichkeit beeinträchtigt wird, selbst wenn der Stromsensor auf der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte im Bezug auf den Leiter zur Messung montiert wird.

[0149] Gemäß dem Strommessverfahren nach Anspruch 3 oder der Strommessvorrichtung nach Anspruch 12 kann ein Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, wirkungsvoll auf die Seite des Stromsensors konzentriert werden, durch das Weichmagnetmaterial, das auf einer äußeren Oberfläche des Leiters zur Messung auf der Seite bereitgestellt ist, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte weist, was den Vorteil liefert, dass es möglich ist die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Sensorempfindlichkeit beeinträchtigt wird, selbst wenn der Stromsensor von der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte im Bezug auf den Leiter zur Messung montiert wird.

[0150] Gemäß dem Strommessverfahren nach Anspruch 4 oder der Strommessvorrichtung nach Anspruch 13 schirmt das Weichmagnetmaterial, das auf einer äußeren Oberfläche des Stromsensors auf der Seite vorgesehen ist, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte weist, zumindest die externen Magnetfelder ab, die diese äußere Oberfläche des Stromsensors auf der gegenüberliegenden Seite erreichen, was den Vorteil liefert, dass es möglich ist, die Widerstandsfähigkeit gegenüber externen Magnetfeldern zu verbessern, verglichen mit herkömmlichen Techniken.

[0151] Gemäß dem Strommessverfahren nach Anspruch 5 oder der Strommessvorrichtung nach Anspruch 14 kann ein Magnetfluss, der durch den Leiter zur Messung erzeugt wird, wirkungsvoll auf der Seite des Stromsensors durch mehrere Weichmagnetmaterialien, die zwischen dem Stromsensor und der Leiterplatte gebildet sind, gesammelt werden und dies liefert den Vorteil, dass es möglich ist die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Sensorempfindlichkeit beeinträchtigt wird, selbst wenn der Stromsensor von der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte im Bezug auf den Leiter zur Messung montiert wird.

[0152] Gemäß dem Strommessverfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8 oder der Strommessvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 15 bis 17 kann ein Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, wirkungsvoll auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements konzentriert werden, was den Vorteil liefert, dass es möglich ist die Wahrscheinlichkeit weiter zu reduzieren, dass die Sensorempfindlichkeit beein-

trächtig wird, selbst wenn der Stromsensor von der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte im Bezug auf den Leiter zur Messung montiert wird.

[0153] Gemäß dem Strommessverfahren nach Anspruch 7 und 8 oder der Strommessvorrichtung nach Anspruch 16 oder 17 kann ein magnetischer Fluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, wirkungsvoller auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements konzentriert werden, was den Vorteil liefert, dass es möglich ist weiter die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Sensorempfindlichkeit beeinträchtigt werden kann, selbst wenn der Stromsensor von der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte im Bezug auf den Leiter zur Messung montiert wird.

[0154] Gemäß der Strommessvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 20 wird aufgrund des Magnetflusskonzentrierungsmittels ein Magnetfluss, der durch einen Strom erzeugt wird, der durch den Leiter zur Messung fließt, einfach auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements konzentriert, was den Vorteil liefert, dass es möglich ist die Wahrscheinlichkeit zu reduzieren, dass die Sensorempfindlichkeit beeinträchtigt wird, selbst wenn der Stromsensor von der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte im Bezug auf den Leiter zur Messung montiert wird. Der Stromsensor kann auch durch Techniken hergestellt werden, die ähnlich sind zu dem herkömmlichen LSI Prozess, und ein Strom in dem Leiter zur Messung kann kontaktlos gemessen werden, was den Vorteil liefert, dass eine Miniaturisierung möglich ist, und ein Strom in dem Leiter zur Messung, einschließlich die Richtung des Stroms, mit relativ hoher Genauigkeit gemessen werden kann, während eine elektrische Isolierung zwischen dem Leiter zur Messung und dem Stromsensor erfolgt und eine Wärmeerzeugung verhindert wird. Das Hall Element und das Magnetflusskonzentrierungsmittel können darüber hinaus durch Techniken hergestellt werden, die ähnlich sind zu dem herkömmlichen LSI Prozess, was den Vorteil liefert, dass die Produktionseffizienz verbessert werden kann. Der primärseitige Leiter ist darüber hinaus nicht in dem gleichen Package gebildet, was den Vorteil liefert, dass es nicht notwendig ist einen Platz in dem Leitermuster auf der Leiterplatte vorzusehen, und den primärseitigen Leiter in Reihe damit zu montieren, was den Vorteil liefert, dass die Größe relativ klein. Da der Strom indirekt über dem Leitermuster gemessen werden kann, sind Modifikationen und Änderungen des Leitermusters nicht notwendig, selbst wenn Teile nach dem Design entfernt werden, was den Vorteil liefert, dass es relativ einfach ist die Montage zu stoppen.

[0155] Gemäß der Strommessvorrichtung nach Anspruch 18 ist der Stromsensor an einer Position montiert, wo der Abstand von jedem der Leiter, der zu messen ist, eine vorbestimmte Beziehung aufweist.

Dies liefert folglich den Vorteil, dass wenn ein Magnetfeld, dass durch einen Strom erzeugt wird, der durch jeden der Leiter, die zu messen sind, fließt, durch den Stromsensor empfangen wird, der Strom, der durch jeden der Leiter, die zu messen sind, fließt, basierend auf einem Ausgabewert des Stromsensors und der vorbestimmten Beziehung gemessen werden kann.

Patentansprüche

1. Strommessverfahren zum Messen eines Stroms, der durch einen auf einer Leiterplatte (3) aufgebrachten Leiter (4) fließt, mit den Schritten:
Detektieren von Magnetfeldern durch ein Hall Element (9) eines Stromsensors (100) auf der Seite der Leiterplatte (3), die einer Oberfläche der Leiterplatte (3), auf der auf der Leiter (4) aufgebracht ist, gegenüberliegt, und
Konzentrieren eines Magnetflusses, der durch einen durch den Leiter (4) fließenden Strom erzeugt wird, auf eine Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements (9) unter Verwendung eines Magnetflusskonzentrierungsmittels (11),
dadurch gekennzeichnet, dass
der Stromsensor (100) durch das Magnetflusskonzentrierungsmittel (11) und das Hall Element (9) gebildet wird, und
das Konzentrieren des Magnetflusses auf die Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements (9) auf der Seite der Leiterplatte (3) erfolgt, die der Oberfläche der Leiterplatte (3), auf der der Leiter (4) aufgebracht ist, gegenüberliegt.
2. Strommessverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor (100) auf einer Oberfläche der Leiterplatte (3) auf der Seite montiert wird, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter (4) zur Messung versehen ist, und an einer Position symmetrisch zu dem Leiter (4) zur Messung im Bezug zur Leiterplatte (3).
3. Strommessverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Weichmagnetmaterial (20) auf einer äußeren Oberfläche des Leiters (4) zur Messung auf der Seite bereitgestellt wird, die einer äußeren Oberfläche, die zu der Oberfläche der Leiterplatte (3) weist, gegenüberliegt.
4. Strommessverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Weichmagnetmaterial (22) auf einer äußeren Oberfläche des Stromsensors (100) auf der Seite bereitgestellt wird, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte (3) weist.
5. Strommessverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Stromsensor (100) und der Leiterplatte (3) mehrere Weich-

magnetmaterialien (24) vorgesehen werden, derart, dass sie parallel zu der Richtung eines Stroms sind, der durch den Leiter (4) zur Messung fließt.

6. Strommessverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor (100), das Hall Element (9) und das Magnetflusskonzentrierungsmittel (11) integriert ausgebildet werden, und das Magnetflusskonzentrierungsmittel (11) zwischen dem Hall Element (9) und der zugewandten Oberfläche der Leiterplatte (3) bereitgestellt wird.

7. Strommessverfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetflusskonzentrierungsmittel (11) mehrere Magnetflusskonzentrierungsplatten enthält, und derart bereitgestellt wird, dass, wenn der Stromsensor (100) montiert ist, Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten zu der Oberfläche der Leiterplatte (3) weisen.

8. Strommessverfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Magnetflusskonzentrierungsplatten derart beabstandet sind, dass, wenn der Stromsensor montiert wird, Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten der Oberfläche der Leiterplatte (3) gegenüberliegen, und die mehreren Magnetflusskonzentrierungsplatten auf beiden Seiten einer Mittelachse des Leiters (4) zur Messung positioniert werden, bei Betrachtung von der Richtung senkrecht zu der Ebene der Leiterplatte (3) aus.

9. Strommessverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiter (4) zur Messung eine gedruckte Verdrahtung und die Leiterplatte (3) eine gedruckte Leiterplatte ist.

10. Strommessvorrichtung, die eine Leiterplatte (3) mit einem Leiter (4) zur Messung und einen Stromsensor (100) enthält, der auf der Oberfläche der Leiterplatte (3) montierbar ist, und einen Strom misst, der durch den Leiter (4) zur Messung fließt, wobei der Stromsensor (100) auf der Oberfläche der Leiterplatte (3) auf der Seite montiert ist, die der Seite gegenüberliegt, die mit dem Leiter (4) zur Messung versehen ist, und der Stromsensor (100) ein Hall Element (9), das Magnetfelder detektiert, enthält, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor ein Magnetflusskonzentrierungsmittel (11), das einen Magnetfluss in eine vorbestimmte Richtung konzentriert, enthält, und das Magnetflusskonzentrierungsmittel (11) derart bereitgestellt ist, dass ein Magnetfluss, der durch einen durch den Leiter (4) fließenden Strom erzeugt wird, auf eine Magnetflusserfassungsoberfläche des Hall Elements (9) auf der Seite der Leiterplatte (3) konzentriert wird, die der Oberfläche der Leiterplatte (3), auf der der Leiter (4) angebracht ist, gegenüberliegt.

11. Strommessvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor (100) an einer Position symmetrisch zu dem Leiter (4) zur Messung im Bezug zur Leiterplatte (3) montiert ist.

12. Strommessvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Weichmagnetmaterial (20) auf einer äußeren Oberfläche des Leiters (4) zur Messung auf der Seite bereitgestellt ist, die der Seite einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte (3) weist.

13. Strommessvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Weichmagnetmaterial (22) auf einer äußeren Oberfläche des Stromsensors (100) auf der Seite bereitgestellt ist, die einer äußeren Oberfläche gegenüberliegt, die zu der Oberfläche der Leiterplatte (3) weist.

14. Strommessvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Stromsensor (100) und der Leiterplatte (3) mehrere Weichmagnetmaterialien (24) derart bereitgestellt sind, dass sie parallel zu der Richtung eines Stroms sind, der durch den Leiter (4) zur Messung fließt.

15. Strommessvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor (100) integriert das Hall Element (9) und das Magnetflusskonzentrierungsmittel (11) enthält, und das Magnetflusskonzentrierungsmittel (11) zwischen dem Hall Element (9) und der zugewandten Oberfläche bereitgestellt ist.

16. Strommessvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetflusskonzentrierungsmittel (11) mehrere Magnetflusskonzentrierungsplatten enthält und derart bereitgestellt ist, dass, wenn der Stromsensor (100) montiert ist, Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten zu der Oberfläche der Leiterplatte (3) weisen.

17. Strommessvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Magnetflusskonzentrierungsplatten derart beabstandet sind, dass, wenn der Stromsensor (100) montiert ist, Oberflächen der Magnetflusskonzentrierungsplatten der Oberfläche der Leiterplatte (3) gegenüberliegen, und die mehreren Magnetflusskonzentrierungsplatten auf beiden Seiten einer Mittelachse des Leiters (4) zur Messung positioniert sind, bei Betrachtung von der Richtung senkrecht zu der Ebene der Leiterplatte (3) aus.

18. Strommessvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (3) mehrere zu messende Leiter enthält,

und der Stromsensor (**100**) an einer Position montiert ist, wo der Abstand der Leiterplatte (**3**) von jedem der zu messenden Leiter eine vorbestimmte Beziehung aufweist.

19. Strommessvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiter (**4**) zur Messung eine gedruckte Verdrahtung ist, und die Leiterplatte (**3**) eine gedruckte Leiterplatte ist.

20. Strommessvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein Magnetflusserfassungsteil des Hall Elements (**9**) aus Si, GaAs, InAs oder InSb gebildet ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

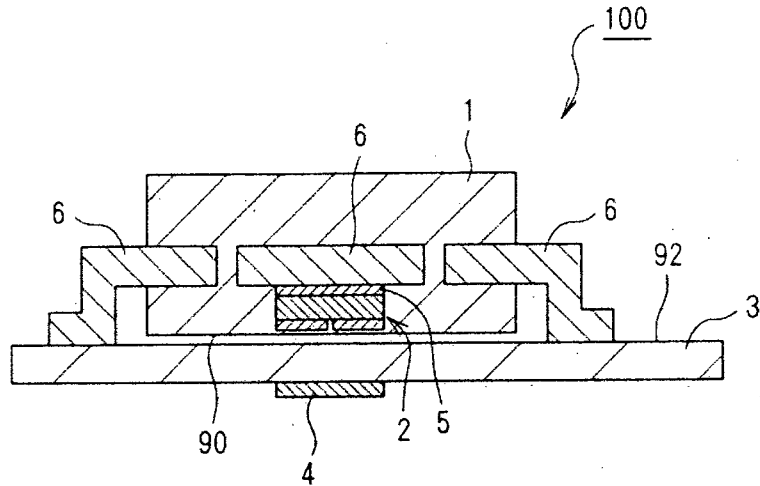


FIG. 2

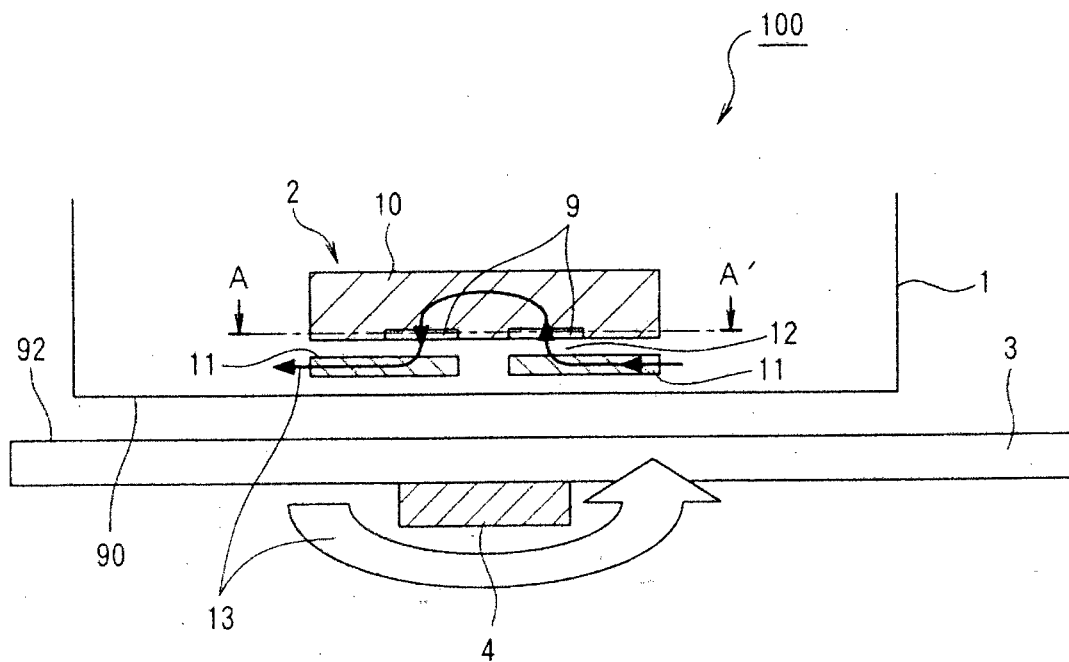


FIG. 3

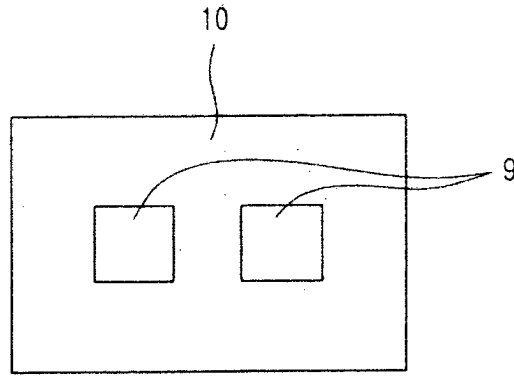


FIG. 4

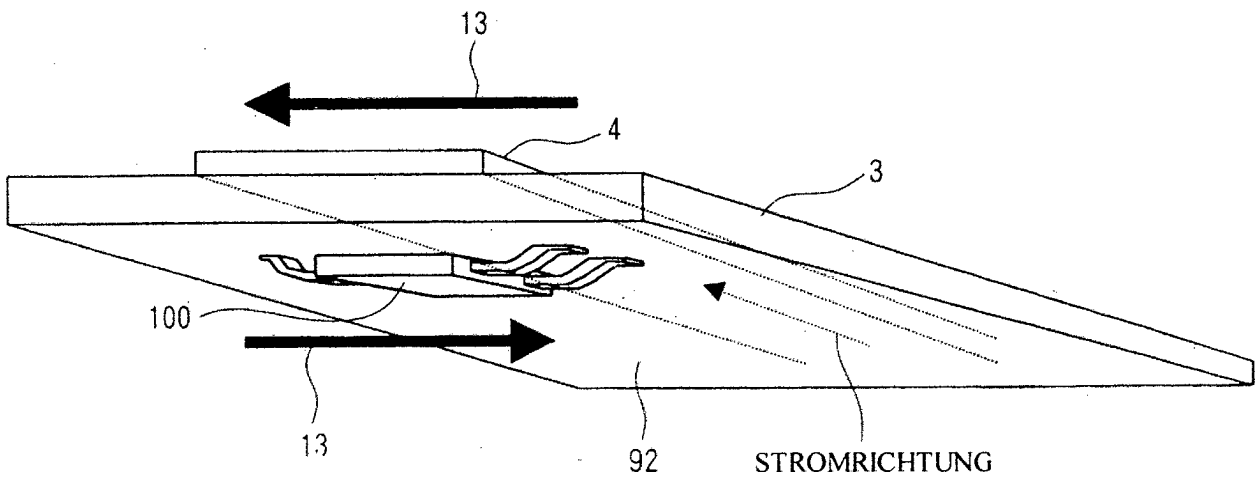


FIG. 5

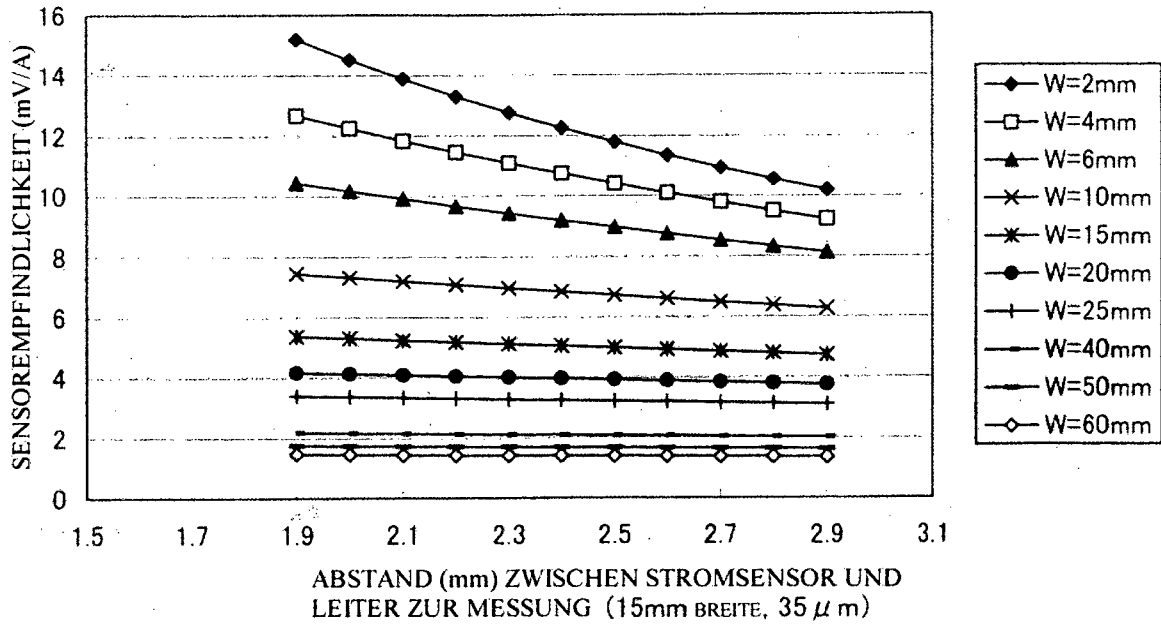


FIG. 6

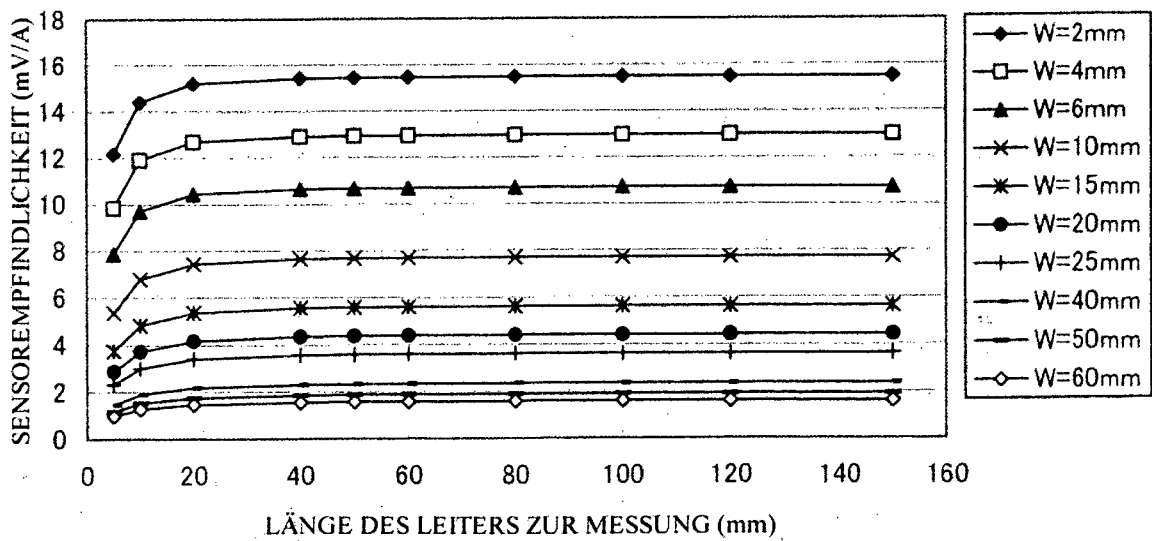


FIG. 7

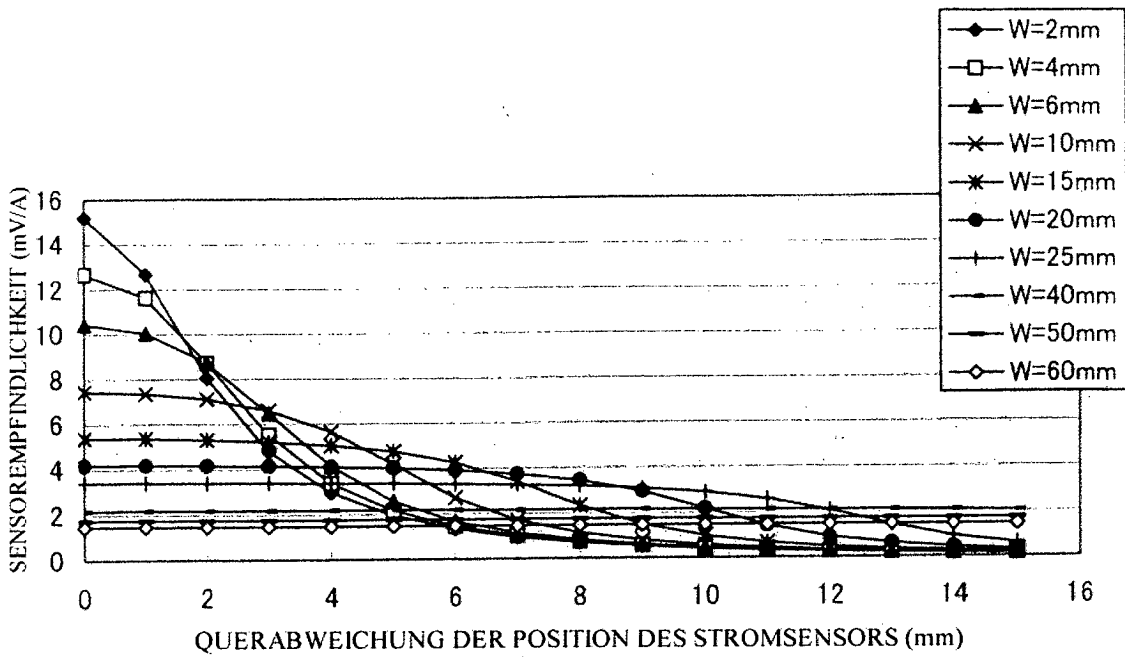


FIG. 8

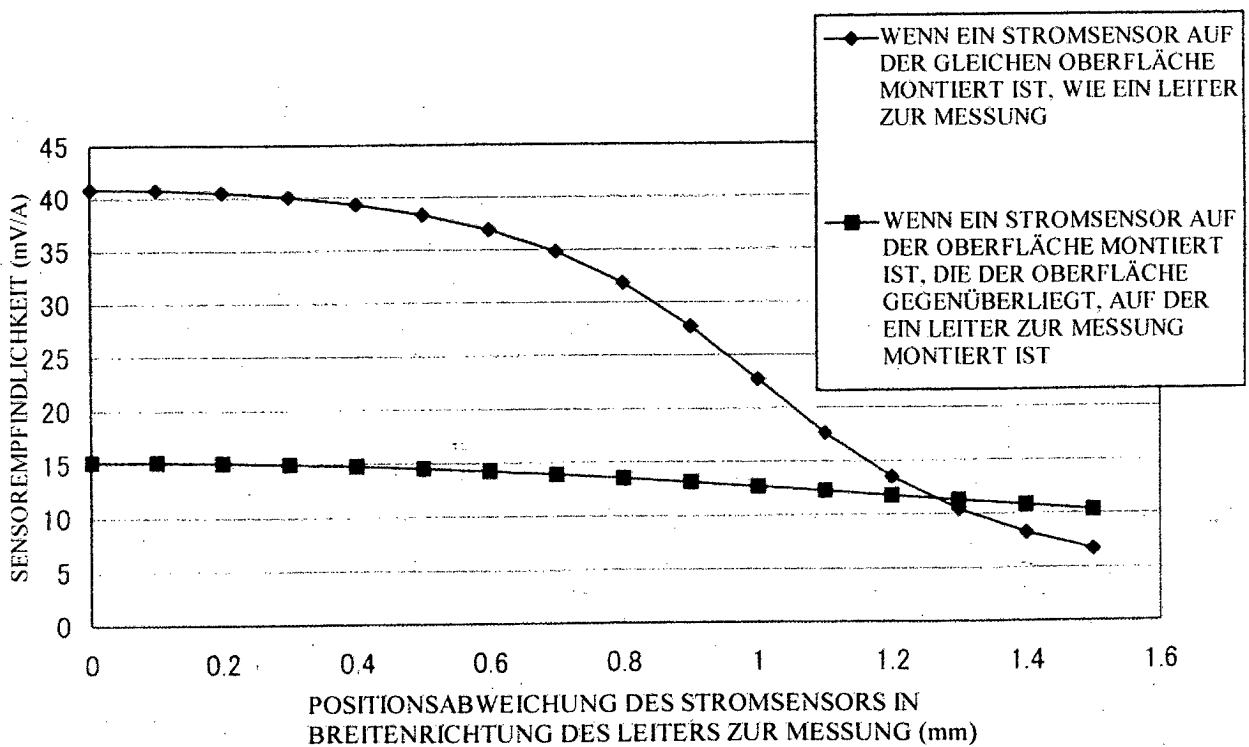


FIG. 9

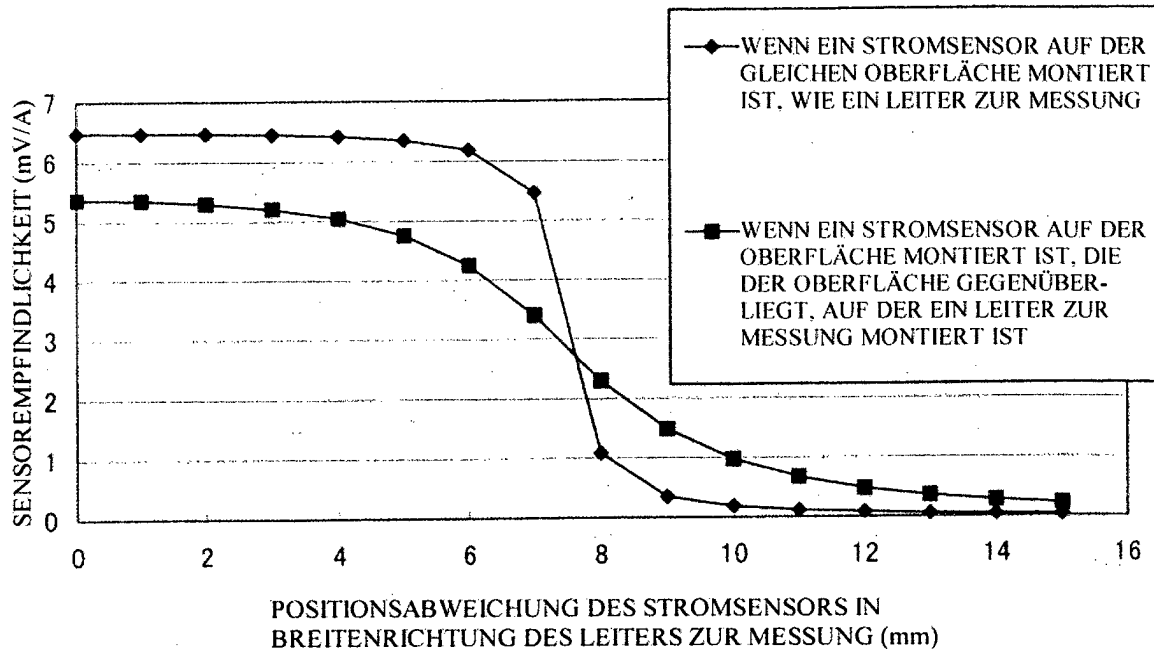


FIG. 10

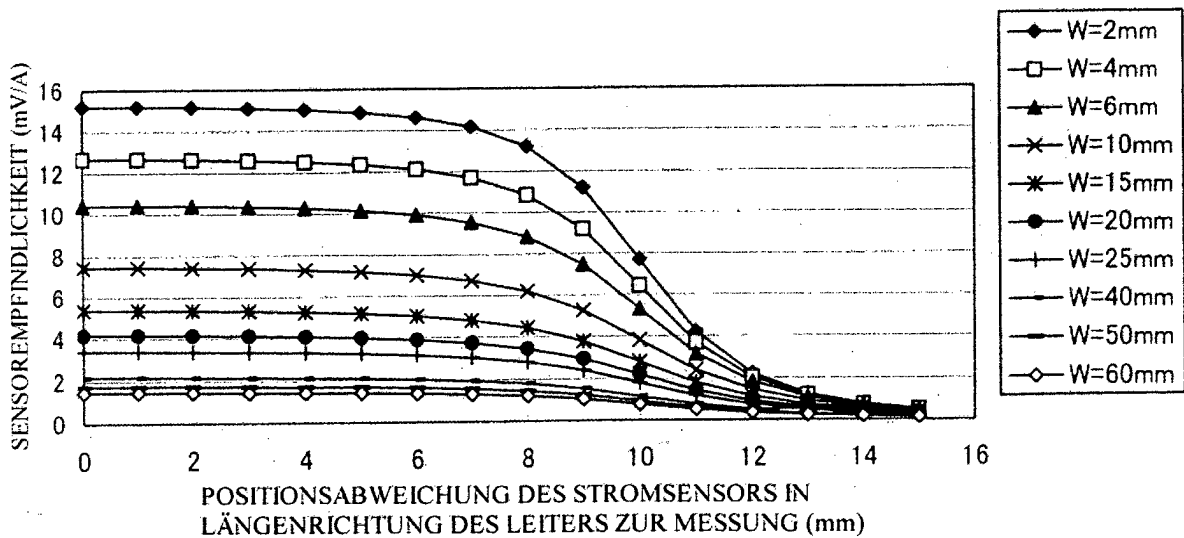


FIG. 11

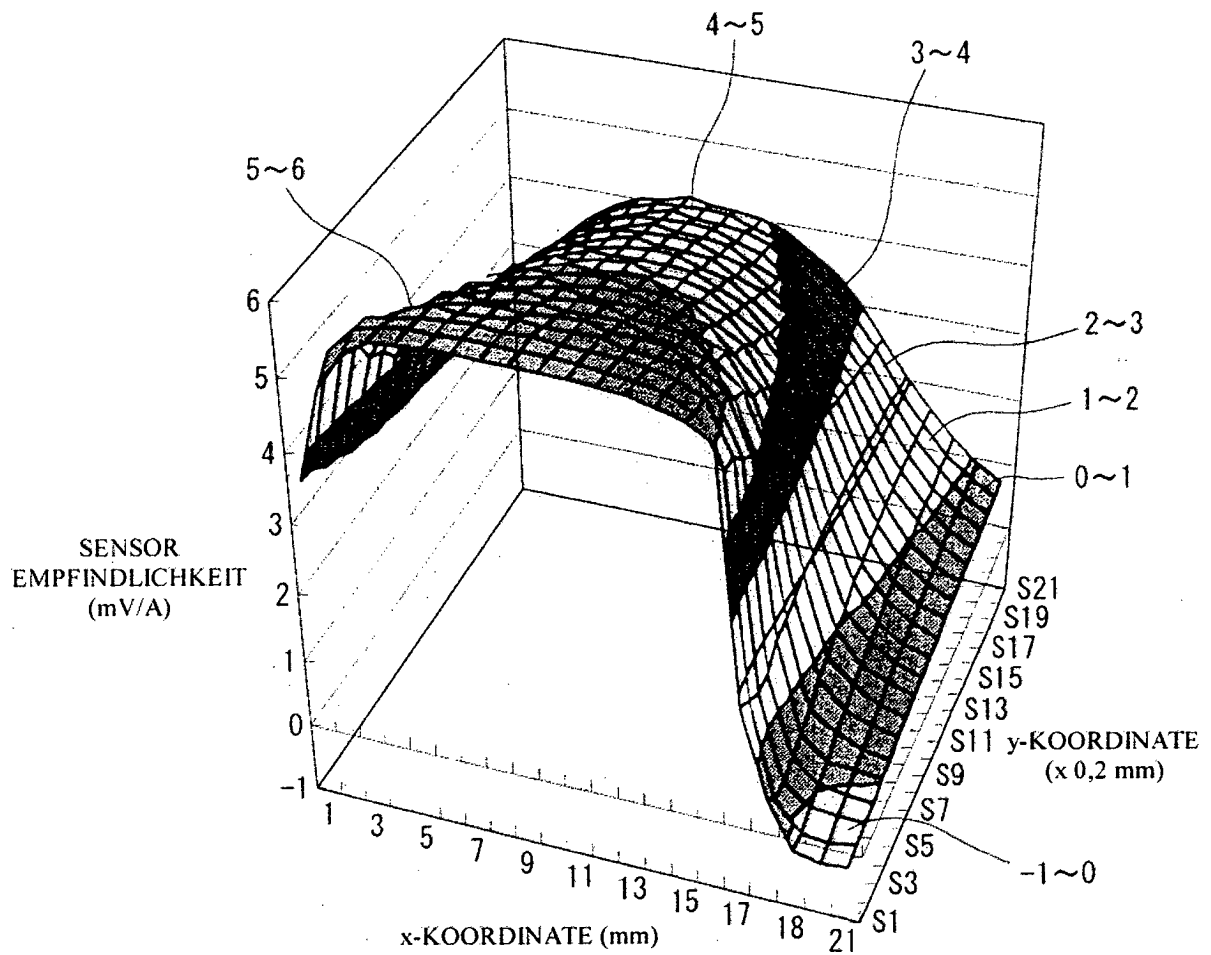


FIG. 12

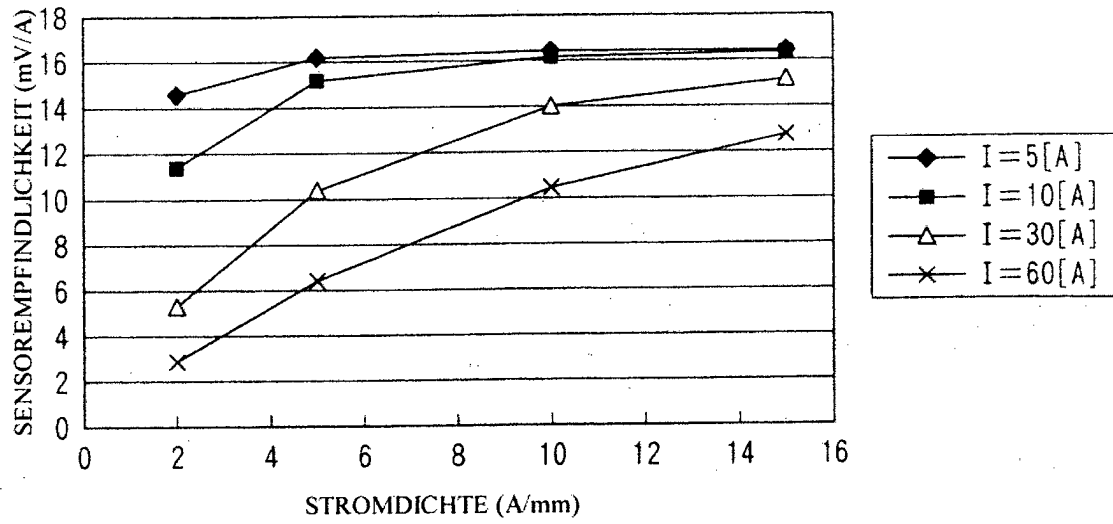


FIG. 13

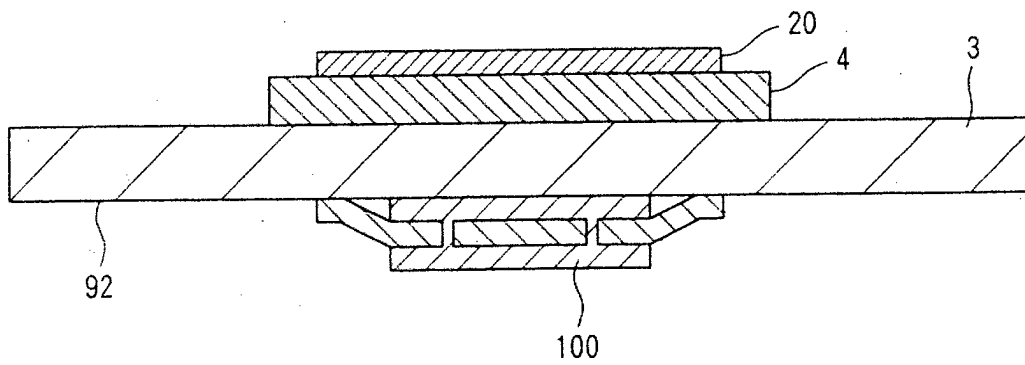


FIG. 14

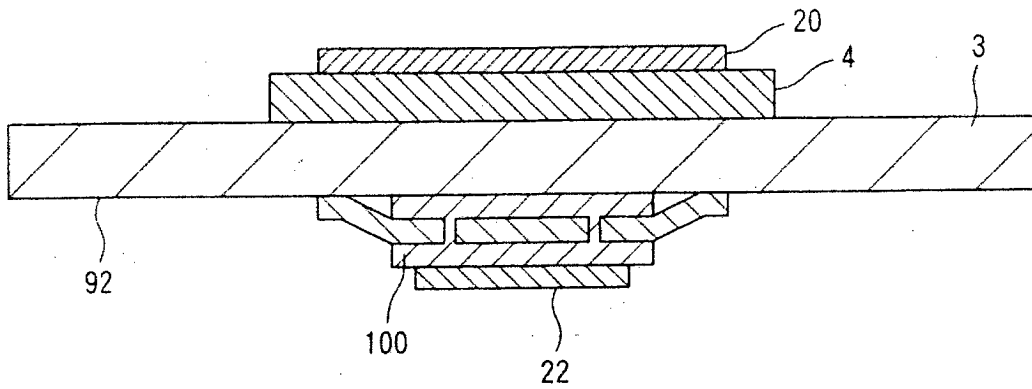


FIG. 15

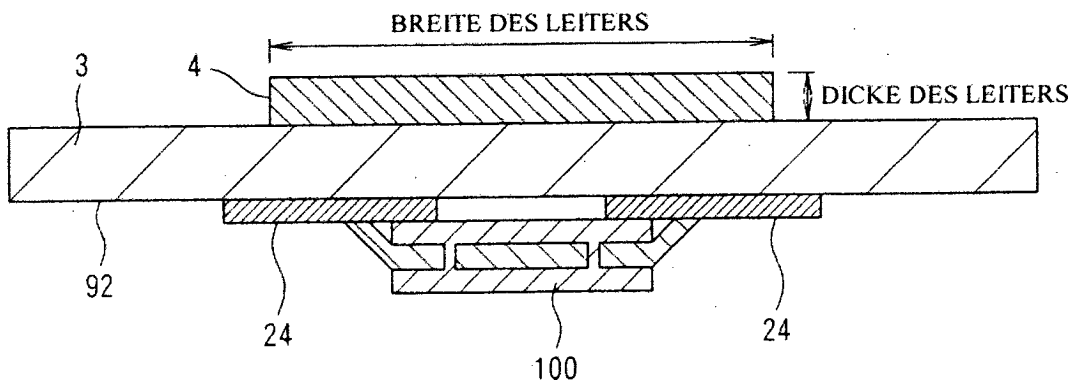


FIG. 16

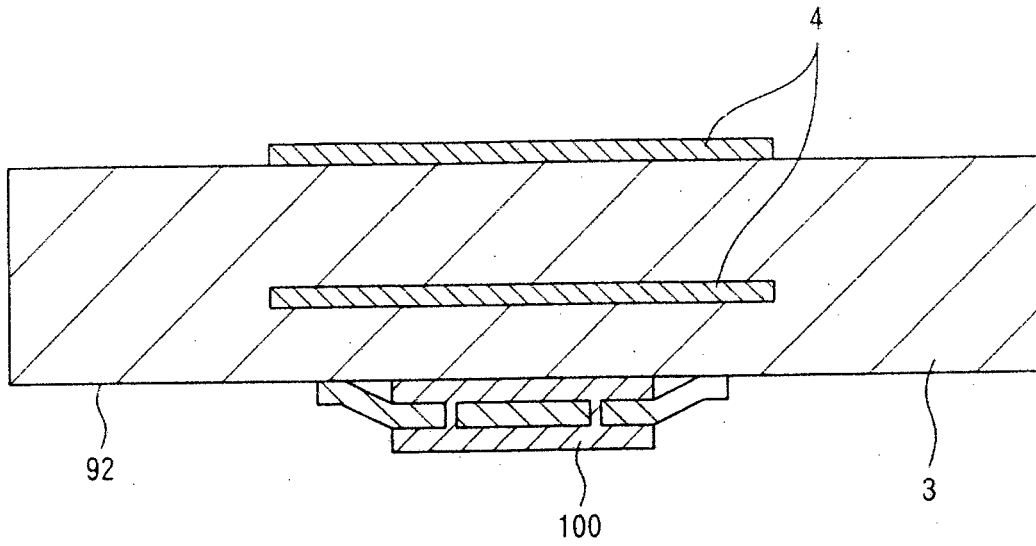


FIG. 17

