(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PATENTSCHRIFT

(12) Ausschließungspatent

(11) DD 298 611 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 23 K 20/10
H 01 L 21/607

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

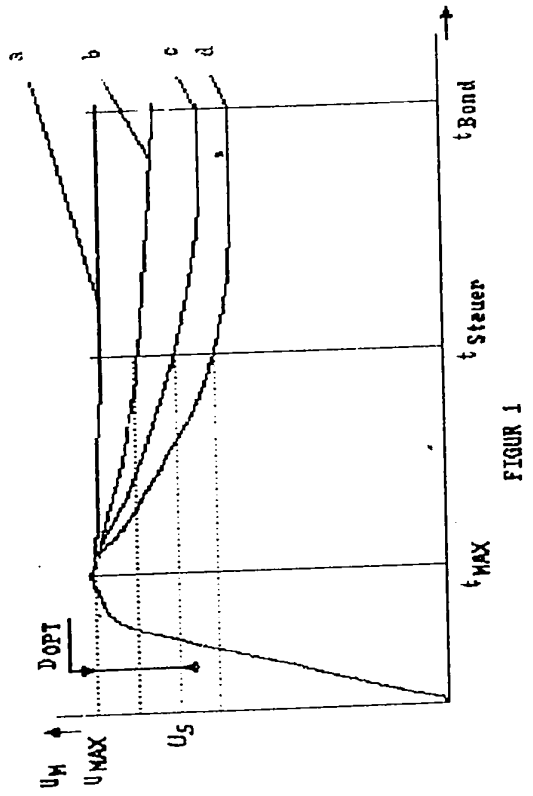
(21) DD B 23 K / 328 749 7 (22) 19.05.89 (44) 05.03.92

(71) Humboldt-Universität zu Berlin, Direktorat für Forschung, Unter den Linden 6, O - 1080 Berlin, DE
(72) Stephan, Silvio, Dipl.-Ing.; Galuschki, Klaus-Peter, Dr.-Ing.; Scheel, Wolfgang, Prof. Dr. sc. techn.; Lang, Klaus-Dieter, Dr. sc. techn.; Langula, Michael, Dr.-Ing.; Muchow, Helmut, Dipl.-Phys., DE
(73) Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Elektronik, O - 1040 Berlin; Werk für Fernsehelektronik GmbH, O - 1160 Berlin, DE

(54) Verfahren zur Steuerung der Energie bei Ultraschalldrahtbondvorgängen

(55) Verfahren; Steuerung; Energie; Ultraschalldrahtbondvorgängen; Halbleiterbauelementen; Montage; Ultraschallschweißverfahren; Schwingerimpedanz; Signal; Bondvorgänge; Signaldifferenzen; Bondergebnisse; Ultraschalleistungsänderung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Energie bei Ultraschallbondvorgängen, das bei der Montage von Halbleiterbauelementen und für alle Ultraschallschweißverfahren anwendbar ist. Unter Verwendung eines die Schwingerimpedanz repräsentierenden Signals wird erfindungsgemäß zuerst vor dem kontinuierlichen Bondprozeß für einige Bondvorgänge zu einem oder mehreren Zeitpunkten eine charakteristische Signaldifferenz ermittelt und gespeichert. Bei unterschiedlichen Bondbedingungen werden diese Signaldifferenzen in Korrelation zu den Bondergebnissen gestellt und eine adäquate Reaktion in Form einer Ultraschalleistungsänderung zugeordnet. Anschließend wird beim kontinuierlichen Bondprozeß das gewonnene Ergebnis mit dem gespeicherten Ergebnis verglichen und in Abhängigkeit davon eine entsprechende Ultraschalleistungsänderung des aktuellen Bondvorgangs vorgenommen. Fig. 1



FIGUR 1

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Patentanspruch:

Verfahren zur Steuerung der Energie von Ultraschalldrahtbondvorgängen unter Verwendung eines die Schwingerimpedanz repräsentierenden Signales, **gekennzeichnet dadurch,** daß zuerst vor dem kontinuierlichen Bondprozeß für einige Bondvorgänge zu einem oder mehreren Zeitpunkten, die hinreichend vor dem Ende des aktuellen Bondvorgangs und frühestens nach dem Erreichen des Maximalwertes des die Schwingerimpedanz repräsentierenden Signals liegen, die charakteristische Differenz aus gemessenem Maximalwert und aktuellem Wert dieses Signals gebildet und gespeichert wird und daß dieser Vorgang bei definiert unterschiedlichen Bondbedingungen wiederholt und die dabei gewonnenen charakteristischen Signaldifferenzen in Korrelation zu den Bondergebnissen gestellt, in einer Referenzwerttabelle erfaßt und gespeichert werden, wobei den unterschiedlichen, charakteristischen Differenzen eine adäquate Reaktion in Form einer Ultraschalleistungsänderung zugeordnet wird, und daß anschließend beim kontinuierlichen Bondprozeß, für den einen oder die Zeitpunkte ebenfalls die charakteristische Differenz aus gemessenem Maximalwert des die Schwingerimpedanz repräsentierenden Signales und aktuellem Wert gebildet wird und das gewonnene Ergebnis mit der gespeicherten Referenzwerttabelle verglichen und in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis eine entsprechende Ultraschalleistungsänderung vorgenommen und bis zu einem weiteren Steuerungszeitpunkt oder bis zum Ende des aktuellen Bondvorganges beibehalten wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Energie bei Ultraschalldrahtbondvorgängen zur qualitätsgerechten Montage von Halbleiterbauelementen. Die Erfindung ist darüber hinaus für alle Ultraschallschweißverfahren anwendbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bisher wurden zur Sicherung der Verbindungsqualität zwischen Bonddraht und Bondanschlußfläche verschiedene Verfahren angewandt, die zunehmend darauf gerichtet sind, aktiv auf den aktuellen Verbindungsbildungsprozeß zurückzuwirken.
Es wird dabei beim Stand der Technik insbesondere die Bonddrahtdeformation als Informationsquelle herangezogen. Dabei wird bei einigen Methoden (PS-SU 1313614 und PS-EP 0208310) diese nur als Abbruchkriterium genutzt. Im WP H 01 L / 317 013 wird ein für eine Gutbondung als hinreichend anzusehender Verlauf der Deformation als Vergleichswert für eine Bondleistungssteuerung verwendet.
Nachteilig bei diesen Verfahren ist, daß Sensoren für die Deformationswerterfassung am Bonder angebracht bzw. integriert werden müssen. Diese sind den Einflüssen der Fertigungsumgebung ausgesetzt und beeinflussen nicht selten den Grundzustand der Maschine. Ein prinzipieller Nachteil dieser Verfahren ist es, daß bei ungünstigen Bondbedingungen (starke Oxidschichten, Verschmutzungen, Eigenschwingungen) eine Bonddrahtdeformation auftritt, auch wenn es zu keiner Verbindungsbildung der Fügepartner kommt. In diesen Fällen kann die gewonnene Information keine Aussage über den aktuellen Schweißvorgang liefern und ist somit im Sinne einer differenzierten Leistungssteuerung ungeeignet.
In PS-DD 217454 wird ein die Schwingerimpedanz repräsentierendes Signal zur Steuerung von Ultraschalldrahtbondvorgängen genutzt. Aus dem Vergleich von Soll- und Signaldifferenz werden hier Zeitpunkte zur Steuerung eines zeitlichen, technologisch vorgegebenen Ablaufs beim Ultraschalldrahtbonden abgeleitet. Nachteilig ist dabei, daß der jeweilige bondstellenspezifische Energiebedarf nicht berücksichtigt wird. Insbesondere die Realisierung eines bondstellenabhängigen Energiebedarfs ist in einem großem Toleranzbereich der Fügeteileigenschaften nur über eine Ultraschalleistungsänderung möglich.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Steuerung der Energie beim Ultraschalldrahtbonden anzugeben, wodurch auch bei schwankenden Fügeteileigenschaften Fehlbondungen ausgeschlossen werden und die Verbindungsfestigkeit erhöht wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung der Energie beim Ultraschalldrahtbonden zu schaffen, welches während des Bondvorgangs die für eine sichere Verbindungsbildung notwendige Energie bestimmt und gegebenenfalls korrigiert, ohne daß zusätzliche Sensoren notwendig sind.
Erfindungsgemäß wird die Aufgaber dadurch gelöst, daß in einem ersten Schritt vor dem kontinuierlichen Bondprozeß zu einem oder mehreren Zeitpunkten, die hinreichend vor dem Ende des aktuellen Bondvorgangs und frühestens nach dem Erreichen des Maximalwerts des die Schwingerimpendanz repräsentierenden Signals liegen, die charakteristische Differenz aus Maximalwert und aktuellem Wert dieses Signals gebildet und gespeichert wird. Dieser Vorgang wird mit definiert unterschiedlichen

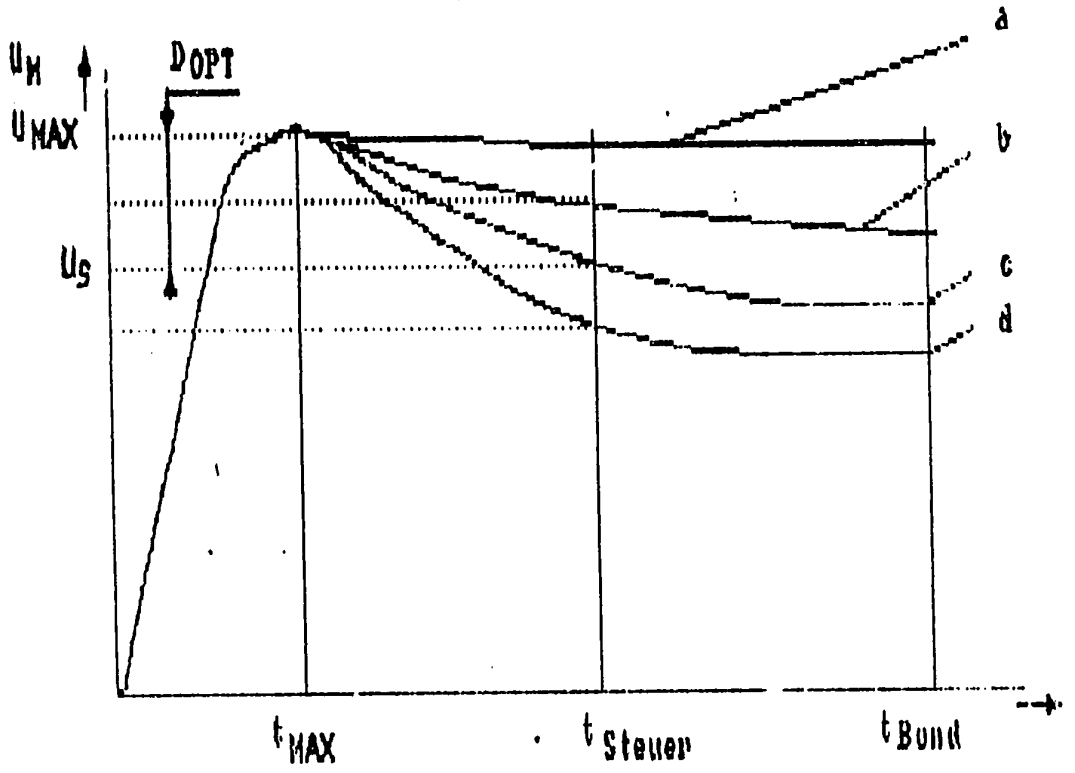
Bondbedingungen wiederholt und die dadurch gewonnenen charakteristischen Signaldifferenzen in Korrelation zu den Bondergebnissen gestellt. Es wird eine Referenzwerttabelle erstellt, die verschiedenen charakteristischen Signaldifferenzen adäquate Reaktionen in Form von Ultraschalleistungsänderungen zuordnet.
Im zweiten Schritt, dem kontinuierlichen Bondprozeß, wird zu einem oder mehreren der Zeitpunkte, die hinreichend vor dem Ende des aktuellen Bondvorgangs und frühestens nach dem Erreichen des Maximalwerts des die Schwingerimpedanz repräsentierenden Signals liegen, die charakteristische Signaldifferenz aus Maximalwert und aktuellem Wert dieses Signals gebildet, mit der gespeicherten Referenzwerttabelle verglichen und in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis die korrespondierende Ultraschalleistungsänderung vorgenommen und bis zu einem weiteren Steuerungszeitpunkt bzw. bis zum Ende des aktuellen Verbindungsvorgangs beibehalten. Damit ist eine mehrstufig differenzierte Reaktion realisiert, das bedeutet, es wird in situ eine Ultraschalleistungsänderung durchgeführt und damit eine bondstellenspezifische Anpassung der benötigten Schweißenergie differenziert nach dem Grad der Abweichung erreicht.

Ausführungsbeispiel

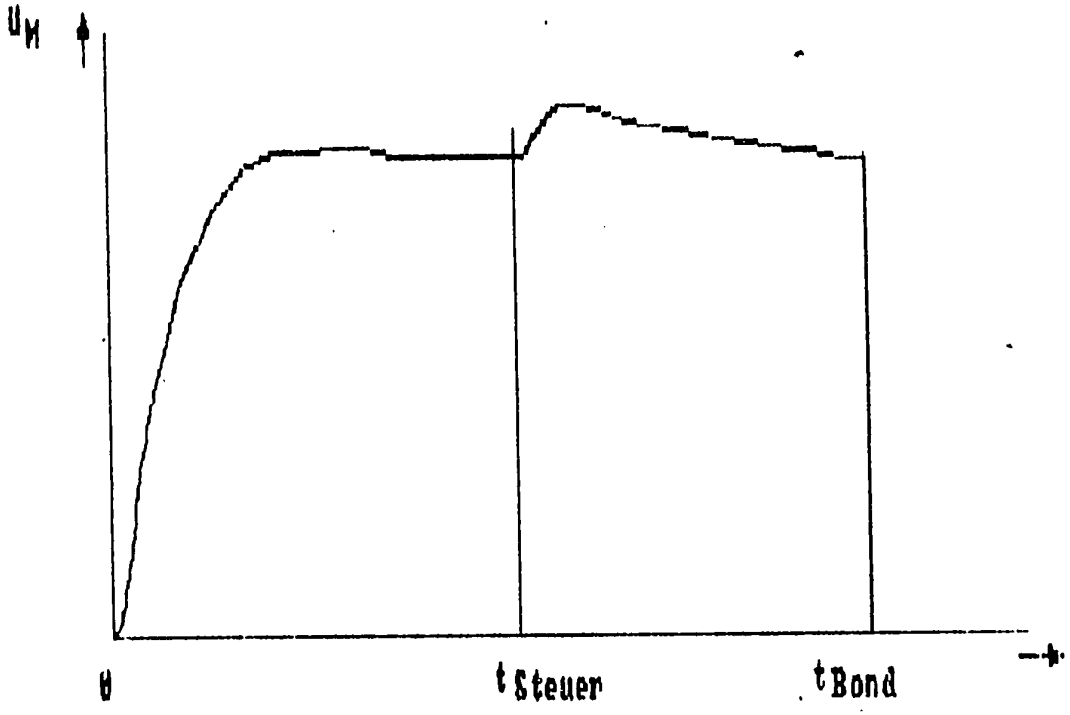
Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel und anhand zugehöriger Zeichnungen näher erläutert werden. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1: ausgewählte, die Schwingerimpedanz repräsentierende Signalverläufe (a, b, c, d) als Funktion der Zeit (t),
Fig. 2: qualitativ den Verlauf nach Ultraschalleistungskorrektur bei Leistungserhöhung als Funktion der Zeit.

Nach Figur 1 sind Signalverläufe dargestellt, die einen zu geringen (a, b), einen zu großen (d) und einen als optimal (c) anzusehenden Energieeintrag in die Fügezone repräsentieren. Die Folgen für die Schweißverbindung sind Abhebungen (a, b), Überbondungen (d) und hohe Verbindungsfestigkeit (c) der Bondverbindung.
Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die sich aus (a), (b) und (d) ergebenden Folgen beseitigt und damit die Streuungsbreite der Verbindungsfestigkeit verringert, wobei gleichzeitig eine Erhöhung für deren Mittelwerte erreicht wird. Es erfolgt dazu in einem ersten Schritt vor dem kontinuierlichen Bondprozeß die Erstellung einer Referenzwerttabelle, indem eine Korrelation der charakteristischen Differenzen zu den erzielten Bondergebnissen hergestellt wird. Es wird dabei ausgehend von einer als optimal anzusehenden charakteristischen Differenz (D_{opt}) für relevante davon abweichende charakteristische Differenzen in Abhängigkeit vom Grad der Abweichung eine Reaktion in Form einer bondstellenspezifischen Ultraschalleistungsänderung festgelegt. Dabei ist die charakteristische Differenz (D) als Differenz zwischen Maximalwert (U_{max}) und (U_S) zu verstehen, wobei (U_S) der Wert des die Schwingerimpedanz repräsentierenden Signals zum Steuerungszeitpunkt (t_{Steuer}) ist. Dieser Zeitpunkt liegt hinreichend vor dem Ende des aktuellen Verbindungsvorgangs bei $2 \times (t_{max})$. Der Zeitpunkt (t_{max}) schwankt in einem verfahrensabhängigen Bereich und wird für den aktuell ablaufenden Bondvorgang bei der Ermittlung von (U_{max}) miterfaßt und gespeichert.
In einem zweiten Schritt, während der eigentlichen Schweißaufgabe, wird während des aktuellen Bondvorgangs als erstes der Maximalwert (U_{max}) des die Schwingerimpedanz repräsentierenden Signals und der Zeitpunkt dessen Auftretens (t_{max}) ermittelt und gespeichert. Nach Ablauf von $2 \times (t_{max})$ wird der aktuelle Wert des die Schwingerimpedanz repräsentierenden Signals bestimmt und der Wert der charakteristischen Differenz ($U_{max} - U_S$) gebildet. Mittels der Referenzwerttabelle wird sofort entschieden, ob und in welcher Quantität eine Ultraschalleistungsveränderung erforderlich ist. Bei Auftreten einer solchen notwendigen Korrektur wird die erforderliche Ultraschalleistung eingestellt und bis zum Erreichen eines Abbruchkriteriums bzw. bis zum Ablauf der Bondzeit (t_{Bond}) beinhalten.
In Figur 2 ist quantitativ ein Verlauf des die Schwingerimpedanz repräsentierenden Signals prinzipiell für den Fall dargestellt, daß eine Ultraschalleistungskorrektur in der Form einer Leistungserhöhung notwendig war.



FIGUR 1



FIGUR 2