

Verfahren zum Herstellen eines Induktionsbauteils und Induktionsbauteil

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Induktionsbauteils und ein nach diesem Verfahren hergestelltes Induktionsbauteil.

Es ist bereits ein Verfahren zum Herstellen eines Induktors bekannt (KR 10-1044607). Dabei wird ein Spulenkern, ein Spulenmantel und ein Deckel aus einem metallisch-magnetischen Pulver hergestellt und mit der vorher gewickelten Spule in einer Form verpresst. Die Wicklungsenden liegen im Bereich der Stirnseite des auf diese Weise hergestellten Induktors.

Bei einem weiteren bekannten Verfahren (KR 10-1044 608) wird eine Vielzahl von Anschluss-terminals in eine erste Form und eine Vielzahl einzelner Spulen in eine zweite Form eingelegt. Die beiden Formen werden aufeinandergelegt und die Spulenanschlüsse mit den Anschluss-terminals verlötet.

Bei einem weiteren bekannten Verfahren (KR 10-2011-0100096) werden Spulenkern, Spulenmantel und Spulendeckel zusammen mit der Spule in einer Form verpresst. Die in der Stirnfläche des so entstandenen Induktors liegenden Wicklungsenden werden durch Sputtern kontaktiert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zum Herstellen von Induktionsbauteilen zu schaffen, das sich leicht durchführen lässt und mit dessen Hilfe eine Vielzahl von Induktionsbauteilen gleichzeitig hergestellt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen vor. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Nach dem Verfahren wird also eine Vielzahl von Spulen nebeneinander angeordnet und in einen für alle Spulen gemeinsamen Block aus verpresstem ferromagnetischen Substrat eingebettet. Der Innenraum der in dem Block angeordneten Spulen wird mit dem in Pulverform vorliegenden, beispielsweise ferromagnetischem Substrat ausgefüllt, und das Substratpulver wird dann verpresst. Dadurch entsteht ein Block mit einer Vielzahl von Spulen. Die zu den Spulenwindungen jeder Spule führenden Drähte werden freigelegt und mit Anschlusskontakten versehen. Erst dann erfolgt eine Zerteilung des Blocks in die einzelnen Induktionsbauteile, die dann im Normalfall nur eine einzige Spule enthalten. In Einzelfällen können auch Induktionsbauteile durch Zerteilen des Blocks hergestellt werden, die mehr als eine Spule enthalten.

Die einzelnen Spulen der Vielzahl von Spulen können untereinander identisch sein. Es ist aber ebenfalls möglich, dass die Spulen voneinander abweichen, sowohl in der Zahl der Windungen als auch in der Form.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass in Weiterbildung der Erfindung der Block erst nach dem Anordnen der Spulen gebildet wird, beispielsweise dadurch, dass das Substratpulver um die Spulen herum aufgebracht und anschließend verpresst wird.

Es ist aber ebenfalls möglich und liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Block durch Verpressen des Substratpulvers zunächst mit für jede Spule einer Kavität hergestellt wird, die in Form und Größe jeweils einer Spule entspricht, und dass die Spulen anschließend in die Kavität eingesetzt werden.

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass zur Herstellung der Spulen eine Lehre vorgesehen wird, die eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten und parallel zueinander verlaufenden Zapfen aufweist. Ein Wicklungsdraht kann dann mithilfe einer geeigneten Vorrichtung die Spulen durch Umwickeln der einzelnen Zapfen herstellen. Dabei kann vorgesehen sein, dass ein durchgehender Draht für eine Vielzahl von Spulen, gegebenenfalls auch für alle Spulen, verwendet wird.

Nach dem Bewickeln der Zapfen auf der Lehre kann diese Lehre gleichzeitig zur Anordnung der Spulen während der Herstellung des Blocks aus ferromagnetischem Material dienen. Hierzu kann vorgesehen sein, dass die Lehre mit den auf ihren Zapfen gewickelten Spulen in eine Formpresse eingelegt wird. Anschließend wird in die Formpresse das Substratpulver eingefüllt, bis die Zapfen vollständig mit Pulver bedeckt sind. Dann erfolgt eine Verpressung des Substratpulvers, so dass als Ergebnis der mit den eingebetteten Spulen versehene Block hergestellt ist.

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Lehre mit den Zapfen aus dem Block entfernt wird, so dass jetzt der Block mit den Spulen übrig bleibt, deren Innenraum hohl ist. Der Block kann jetzt umgedreht werden, so dass die in den Innenraum der Spulen führende Öffnung nach oben gerichtet ist. In dieser Orientierung wird der Block in eine Formpresse eingelegt und Substratpulver nachgefüllt, das jetzt den Innenraum der Spulen ausfüllt. Durch eine anschließende Verpressung wird der Spulenkern gebildet und mit dem Block verbunden. Alternativ kann auch ein vorgefertigter Spulenkern eingesetzt werden.

Vor dem Anbringen der Anschlusskontakte kann in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, die Oberseite des Blocks, also die Seite, an der die Drähte zwischen den Spulen verlau-

fen, mit Einschnitten zwischen den Spulen zu versehen. Bei dem Herstellen dieser Einschnitte können durchgehende Drähte getrennt werden, so dass auf diese Weise gleichzeitig die Wicklungsenden der Spulen definiert werden. Das Anbringen der Anschlusskontakte, beispielsweise durch das Sputtern, erfolgt dann in die Einschnitte hinein, so dass die Wände der Einschnitte mit Metallisierung versehen werden.

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Einschnitte zwischen den Spulenbereichen an der Stelle der späteren Zerteilung des Blocks zur Bildung der einzelnen Induktionsbauteile angebracht werden.

Es hat sich als besonders sinnvoll herausgestellt, die Spulen in dem Block in einer matrixartigen Anordnung in Reihen und Spalten anzuordnen. Die Anordnung der Einschnitte erfolgt dann nur zwischen den Reihen der Spulen, und zwar in der Richtung quer zu dem Verlauf der Drähte.

Auch eine Maskierung vor dem Aufbringen der Anschlusskontakte kann dann in Reihen erfolgen.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorzüge der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der Zusammenfassung, deren beider Wortlaut durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht wird, der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Einzelmerkmale der unterschiedlichen Ausführungsform können dabei in beliebiger Weise untereinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der Erfindung zu überschreiten. Hierbei zeigen:

- Figur 1 eine Draufsicht auf eine Lehre zum Wickeln einer Vielzahl von Spulen;
- Figur 2 eine Seitenansicht der Lehre der Figur 1;
- Figur 3 schematisch die Draufsicht auf die Lehre der Figur 1 nach dem Bewickeln der einzelnen Zapfen;
- Figur 4 die der Figur 2 entsprechende seitliche Ansicht der Lehre nach dem Herstellen der Spulen;
- Figur 5 schematisch die Anordnung der bewickelten Lehre in einer Formpresse;
- Figur 6 schematisch den in der Formpresse hergestellten Block nach Entnahme der Lehre;

- Figur 7 die Anordnung des umgedrehten Blocks in einer Formpresse;
- Figur 8 den aus der Formpresse der Figur 7 entnommenen Block mit Spulen;
- Figur 9 den Block nach der Herstellung von Einschnitten;
- Figur 10 den Block nach dem Aufbringen der Anschlusskontakte;
- Figur 11 in vergrößertem Maßstab eine Seitenansicht eines hergestellten Induktionsbauteils.
- Figur 12 perspektivisch in vereinfachter Form einen Block mit im Beispiel acht Kavitäten unterschiedlicher Form;
- Figur 13 eine perspektivische Ansicht einer Spule;
- Figur 14 die Ansicht der Spule der Figur 13 von der Seite;
- Figur 15 einen Schnitt durch den Block mit eingelegten Spulen;
- Figur 16 den Vorgang des isostatischen Verpressens;
- Figur 17 den Verfahrensschritt des Freilegens der Wicklungsenden der Spulen;
- Figur 18 das Ergebnis des Freilegens der Wicklungsenden;
- Figur 19 die durch das Zerteilen des Blocks hergestellten Induktionsbauteile;
- Figur 20 die perspektivische Ansicht eines Induktionsbauteils nach der Erfindung;
- Figur 21 das teilweise geöffnete Induktionsbauteil der Figur 20.

Das von der Erfindung vorgeschlagene Verfahren zum gleichzeitigen Herstellen von Induktionsbauteilen wird im Folgenden anhand eines möglichen Ausführungsbeispiels erläutert.

Zunächst wird eine Lehre 1 benutzt, die mehrfach verwendet werden kann. Diese Lehre 1 ist in Figur 1 und Figur 2 dargestellt. Sie enthält eine Drahtwickelplatte 2, die im dargestellten Beispiel rechtwinklig ausgebildet ist. Auf der Oberseite der Drahtwickelplatte 2 sind drei Reihen von

Zapfen 3 angeordnet, die in vier Spalten ausgerichtet sind. Im dargestellten Beispiel haben alle kreiszylindrischen Zapfen 3 den gleichen Durchmesser und, wie aus der Figur 2 hervorgeht, die gleiche Länge. Alle Zapfen 3 auf der Oberseite der Drahtwickelplatte 2 verlaufen senkrecht zur Drahtwickelplatte und sind dadurch parallel zueinander ausgerichtet. Der Abstand zwischen den einzelnen Zapfen 3 in Richtung der Reihen ist identisch, ebenso in Richtung der Spalten. Die Zapfen 3 gehen mit einem Radius in die Platte 2 über, der dafür sorgt, dass die Spule, siehe Fig. 14, auf der Seite, auf der Wicklungsanfang und Wicklungsende liegen, eine konische Senkung aufweist. Dadurch werden Wicklungsende und Wicklungsanfang aus der Spule in einem Radius nach außen geführt. Dies verhindert eine Beschädigung der Isolierung des Wicklungsdrahtes und auch ein Abknicken und Beschädigen des Wicklungsdrahtes beim Einbetten in das Substrat und beim Verpressen des Substrats.

Mit einer Drahtwickelmaschine wird nun um die Zapfen ein Draht 4 gewickelt, der in dem in Figur 3 schematisch dargestellten Beispiel für jeweils eine Reihe von Zapfen 3 durchgehend ist. Dadurch entsteht für jeden Zapfen 3 eine Spule 5. Beispielsweise kann die Zahl der Wicklungen bei jeder Spule 5 identisch sein.

Anstelle der in Figur 3 dargestellten Anordnung, bei der für jede Reihe von Zapfen 3 ein eigener Draht 4 verwendet wird, ist auch eine Anordnung möglich, bei der ein durchgehender Draht 4 für alle Zapfen 3 verwendet wird.

Die Figur 4 zeigt schematisch die bewickelte Lehre der Figur 3 von der Seite, also aus der gleichen Richtung wie die Ansicht der Figur 2.

Der über die Seitenkanten der Drahtwickelplatte 2 überstehende Teil des Drahts 4 wird abgeschnitten, und die Lehre 1 wird nun in eine schematisch dargestellte Formpresse 6 eingelegt, siehe Fig. 5. Die Lehre 1 ist so orientiert, dass die Drahtwickelplatte 2 unten liegt und die Zapfen 3 mit den Spulen 5 in den Innenraum der Formpresse 6 hineinragen. Anschließend wird in den Innenraum der Formpresse 6 ein erstes Substratpulver 7 eingebracht, bis die Zapfen 3 vollständig in dem Substratpulver 7 verborgen sind. Das Substratpulver 7 wird nun zur Bildung eines festen Blocks verpresst, was im Einzelnen nicht dargestellt ist. Bei diesem Pressvorgang des ersten Substratpulvers 7 kann beispielsweise ein Druck von 250 kg/cm^2 aufgebracht werden.

Anschließend wird der insoweit verpresste Block 8 mit der Lehre 1 aus der Formpresse 6 entnommen und umgedreht. Danach wird die Lehre 1 aus dem Block herausgenommen, in dem

jetzt die Spulen 5 eingebettet sind, siehe Fig. 6. An der Stelle, wo bislang die Zapfen 3 waren, gibt es jetzt einen in den Block 8 hineinragenden Hohlraum 9.

Der Block 8 wird gemäß Fig. 7 nun in der umgekehrten Orientierung nochmals in eine Formpresse 10 eingelegt und in die Öffnungen wird ein zweites Substratpulver 11 eingefüllt, bis die Innenräume der Spulen 5 vollständig mit Substratpulver 11 gefüllt sind. Das zweite Substratpulver 11 kann sich vom ersten Substratpulver 7 unterscheiden. Der Hohlraum 9 kann auch mit einem vorgepressten Spulenkern befüllt werden, wobei Zwischenräume zusätzlich mit Substratpulver aufgefüllt werden. Anschließend erfolgt wiederum eine Verpressung, bis die auf diese Weise gebildeten Spulenkern mit dem Block 8 verbunden sind. Bei diesem zweiten Pressvorgang kann beispielsweise ein Druck von 200 kg/cm^2 aufgebracht werden.

Als Ergebnis entsteht ein Block 8 mit eingebetteten Spulen 5, die jeweils auch einen Spulenkern aufweisen, sowie mit durchgehenden Drähten 4 zwischen allen Spulen 5 einer Reihe. Das Ergebnis ist in der schematischen seitlichen Ansicht bzw. im Schnitt in Figur 8 dargestellt.

Dieser Block 8 kann, falls erforderlich, zum Erreichen von geforderten Abmessungen des Blocks 8 bzw. der daraus hergestellten Induktionsbauteile in der Form 10 mit einer weiteren Schicht aus Substratpulver versehen werden, die dann verpresst wird. Das Substratpulver kann dabei gleich oder verschieden zum ersten bzw. zweiten Substratpulver 7, 11 sein. Die Verwendung von unterschiedlichen Substratpulvern bei den einzelnen Pressvorgängen mit unterschiedlich magnetischen Eigenschaften erlaubt es, eine gewünschte Induktivität der hergestellten Induktionsbauteile einzustellen. Bei diesem dritten Pressvorgang kann beispielsweise ein Druck von 220 kg/cm^2 aufgebracht werden. Die Pressvorgänge zum Herstellen oder Verpressen des Blocks 8 werden beispielsweise mit einem Druck zwischen 200 kg/cm^2 und 300 kg/cm^2 durchgeführt.

Anschließend kann der Block 8 isostatisch gepresst werden, wobei der Druck dabei wesentlich höher liegt als bei den vorausgegangenen Pressvorgängen, beispielsweise mit mindestens dem zehnfachen Druck, insbesondere 4500 kg/cm^2 . Beim isostatischen Pressen wird vorteilhafterweise einem Temperatur- und Druckprofil über der Zeit gefolgt.

Als nächster Schritt werden alle Spulen einer Spalte mit einer Maskierung 12 versehen. Dann werden zwischen die Spalten der Spulen 5 Einschnitte 13 in den Block 8 eingebracht, die weniger tief sind als die Spulen 5, siehe Fig. 9. Die Einschnitte 13 verlaufen also quer zu dem Verlauf der Drähte 4, siehe Figur 3.

Nun erfolgt eine Kontaktierung durch bekannte Verfahren, beispielsweise durch das Sputtern. Dabei wird das Metall sowohl auf die Oberfläche des Blocks 8 als auch auf die Seitenwände der Einschnitte 13 aufgebracht. Das Ergebnis ist in Figur 10 dargestellt, wo die Kontakte 14 sowohl auf der Verdrahtung 4 als auch in den Einschnitten 13 aufliegen.

Anschließend wird der Block 8 zerteilt, und zwar durch Schnitte, die sowohl zwischen den Reihen als auch zwischen den Spalten der Spulen 5 geführt werden. Die Schnitte verlaufen dabei mittig in den Einschnitten 13.

Dadurch entsteht eine Vielzahl von Induktionsbauteilen 15, siehe Fig. 11, die sowohl an ihrer Unterseite 16 als auch an den beiden benachbarten Seiten 17 den jeweiligen Anschlusskontakt 14 aufweisen. Bei einer Verlötlung mit einer Leiterplatte 18 haftet das Lot 19 auch an den Seiten 17 des Induktionsbauteils 15. Das Vorhandensein des Lots 19 kann daher aus einer Richtung senkrecht zur Leiterplatte optisch erkannt werden. Damit lässt sich eine automatische Fehlererkennung durchführen.

Das von der Erfindung vorgeschlagene Verfahren wird nun anhand eines weiteren Ausführungsbeispiels erläutert. Die Figur 12 zeigt dabei in perspektivischer Ansicht einen Block 101, der zu Beginn des Verfahrens als gepresstes Substrat im Hochdruckverfahren aus einem insbesondere ferromagnetischen Pulvergemisch hergestellt wurde. Der Block 101 weist die Form einer flachen rechteckigen Platte mit einer ebenen Oberseite 102 und einer ebenfalls ebenen Unterseite 103 auf, die parallel zur Oberseite 102 verläuft. Von der Oberseite 102 ausgehend sind in dem Block im dargestellten Beispiel acht Kavitäten 104 ausgebildet, die als Sacklöcher ausgebildet sind, also jeweils einen Boden 105 aufweisen. Es handelt sich im dargestellten Beispiel um zwei rechteckige Kavitäten 104, zwei quadratische Kavitäten 104, zwei kreisrunde Kavitäten 104 und zwei elliptische Kavitäten 104. Damit soll dargestellt werden, dass der Block 101 für Induktionsbauteile der unterschiedlichsten Formen und Größen ausgebildet sein kann.

Die Figur 13 zeigt nun die perspektivische Ansicht einer Spule 108, die an ihrem einen axialen Ende, in Figur 13 oben dargestellt, die Wicklungsenden 106, 107 aufweist. Beide Wicklungsenden 106, 107 sind so abgebogen, dass sie quer zu der Achse der Spule 108 verlaufen und über die Außenkontur der Spule 108 nach außen vorstehen. Außerdem verlaufen die beiden Wicklungsenden 106, 107 längs eines Durchmessers der Spulenform. Wie zu erkennen ist, sind die Wicklungsenden 106, 107 in einem Radius aus der Wicklung herausgeführt.

Die Figur 14 zeigt die Spule 108 der Figur 13 von der Seite. Auch hier ist zu sehen, dass die Wicklungsenden 106, 107 der die Spule bildenden Wicklung über die Außenkontur der Spule

vorstehen und in einer gemeinsamen Ebene liegen. Das Wicklungsende 106 bildet den Wicklungsanfang.

Der Block 1 der Figur 12 ist, wie bereits erwähnt, zur Aufnahme einer Vielzahl von Spulen bestimmt. Im weiteren Verfahren werden nun alle Spulen 108 in die zugeordneten Kavitäten 104 eingesetzt. Bei einer Spule 108, wie sie die Figuren 13 und 14 zeigen, sind die Kavitäten 104 derart auf die Spule 108 angepasst, dass die Wicklungsenden 106, 107 nicht mit in die Kavität passen, sondern auf der Oberseite 102 des Blocks 101 zur Anlage gelangen. Die Wicklungsenden 106, 107 liegen dann eben auf der Oberseite 102 auf.

Die Figur 15 zeigt nun die Anordnung eines Blocks 101 in einer Formpresse 109. Zunächst werden die Spulen 108 in die jeweilige Kavität 104 eingesetzt, wobei die Wicklungsenden 106, 107 auf der Oberseite 102 des Blocks 101 zur Anlage gelangen. Bei dem Einsetzen der Spulen 108 in die jeweilige Kavität wird darauf geachtet, dass die Wicklungsenden eine bestimmte Orientierung gegenüber den Kavitäten einnehmen. Anschließend wird der freie Platz innerhalb jeder Kavität mit einem pulverförmigen Substrat, insbesondere einem ferromagnetischen Pulver, oder mit einem vorgepressten Kern und zusätzlichem Pulver aufgefüllt, das so weit aufgefüllt wird, dass eine Schicht 110 aus diesem Pulver durchgehend die Oberseite 102 des Blocks 101 abdeckt. In dieser Schicht 110 liegen die Wicklungsenden 106, 107. Der Block 101 liegt in der Formpresse auf einer Unterlagenplatte 111. Das Oberteil 112 der Formpresse 109 wird in Richtung der Pfeile 113 druckbeaufschlagt, wobei der Verlauf des Drucks einem Zeit-/Druck-Profil entspricht. Dieses Profil wird so ausgewählt, dass die absorbierte Energie zu keiner Beschädigung der Drahtisolation oder des vorverpressten Gefüges führen kann. Zusätzlich kann eine Temperaturbeaufschlagung gemäß einem vorgegebenen Zeit-/ Temperaturprofil erfolgen. Nach Ablauf der dem Profil entsprechenden Zeit ist damit die Vorverpressung des Blocks 101 mit den Spulen 108 erledigt. Beim Vorpressen wird beispielsweise ein erster Druck im Bereich zwischen 200 kg/cm^2 und 300 kg/cm^2 aufgebracht.

Der Block 101 wird jetzt aus der Formpresse 109 entnommen und in einen Druckbehälter 114 eingebracht, der schematisch in Figur 16 dargestellt ist. In dem Druckbehälter 114 befindet sich eine Auflagenplatte 115 mit einer dem Block 101 zugewandten Oberseite 116, deren Oberflächengüte eine Rauigkeit von $0,1 \text{ } \mu\text{m}$ nicht überschreitet, und die daher auch als polierte Platte bezeichnet werden kann. Diese Oberseite 116 enthält für jede Kavität einen eine Markierung bildenden Vorsprung 117 in Form eines kleinen Kegels. Jeder dieser Kegel 117 ist der Ausrichtung der Wicklungsenden 106, 107 der jeweiligen Spule 108 zugeordnet, insbesondere dem Wicklungsanfang. Mit anderen Worten liegt dem Wicklungsanfang 106 jeder Spule 108 jeweils ein Kegel 117 gegenüber. Auf die Auflagenplatte 115 wird der Block 101 ausgerichtet aufgelegt.

Auf die auf der Oberseite 102 des Blocks 101 aufgebrachte Schicht 110 wird jetzt eine Silikonschicht 118 aufgelegt. Zweckmäßigerweise wird die Einheit aus Block 101, Auflagenplatte 115 und Silikonschicht 118 dann flüssigkeitsdicht verpackt und gegebenenfalls evakuiert. Anschließend wird der Druckbehälter 114 vollständig mit Flüssigkeit gefüllt, beispielsweise mit Wasser, und allseits unter Druck gesetzt, wie dies durch die Pfeile 119 angedeutet ist. Die Silikonschicht 118 soll eine Beschädigung der in der Schicht 110 enthaltenen Wicklungsenden 106, 107 während der Druckbeaufschlagung verhindern. Durch die Beaufschlagung mit Druck erzeugen die Kegel 117 eine komplementäre Vertiefung 21 in der Unterseite 103 des Blocks 101.

Während der Druckbeaufschlagung erfolgt auch eine Temperaturbeaufschlagung. Die Druckbeaufschlagung erfolgt vorteilhafterweise gemäß einem vorgegebenen Zeit-/Druckprofil. Die Temperaturbeaufschlagung kann ebenfalls einem vorgegebenen Zeit-/Temperaturprofil folgen. Beim isostatischen Pressen wird ein wesentlich höherer Druck als beim Vorverpressen aufgebracht. Beispielsweise erfolgt das isostatische Pressen bei einem Maximaldruck von 4500 kg/cm^2 in einem Temperaturbereich von 20°C bis 100°C , bevorzugt bei 80°C . Beim isostatischen Pressen wird einem vorgegebenen Temperaturverlauf und Druckverlauf über der Zeit gefolgt, ein sogenanntes Temperatur-Druck-Zeitprofil.

Nach der Beendigung des isostatischen Verpressens wird der so hergestellte, mit der Schicht 110 versehene Block aus dem Druckbehälter 114 entnommen. Das Ergebnis ist jetzt in Figur 17 links dargestellt. In der Unterseite 103 des Blocks 101 sind die jeweils eine Markierung darstellenden durch die Kegel 117 erzeugten Vertiefungen 121 ausgebildet, die dem jeweiligen Wicklungsanfang 106 der Spulen 108 gegenüberliegen.

Als nächstes wird die Oberseite der Schicht 110, die in Figur 17 am linken Ende noch zu sehen ist, mithilfe einer Schleif- oder Fräsvorrichtung 122 soweit abgetragen, dass die Wicklungsenden 106, 107 jeder Spule 108 von ihrer Isolierung befreit und insbesondere bis etwa zur Hälfte ihres Querschnitts freigelegt werden. Dies ist im rechten Teil der Figur 17 dargestellt.

Als Ergebnis liegt nun ein Block 101 vor, bei dem die Wicklungsenden 106, 107 aller Spulen 108 freigelegt sind. Diese Wicklungsenden 106, 107 können nun mit einem bekannten Verfahren mit Anschlusskontakten versehen werden.

Anschließend werden die als Endprodukte gewünschten Induktionsbauteile durch Zerteilen des Blocks 101 hergestellt, siehe Figur 19. Figur 19 zeigt, ausgehend von Figur 18, wie aus dem zusammenhängenden Block 101 durch Zersägen einzelne Induktoren 124 hergestellt sind.

Die jetzt folgende Figur 20 zeigt einen Induktor 124 in perspektivischer Ansicht. Die ehemalige Unterseite 103 des Blocks 101 bildet jetzt die Oberseite des Induktors 124. In dieser Oberseite ist ein Loch 121 zu sehen, das von dem Kegel 117 der Unterlagenplatte 115 erzeugt wurde. Auf der die Unterseite des Induktors 124 bildenden ehemaligen Oberseite des Blocks 101 sind zwei Anschlusskontaktelemente 126, 127 angebracht, die jeweils mit einem Wicklungsende 106 bzw. 107 elektrisch und mechanisch verbunden sind. Diese Verbindung der Kontaktelemente 126, 127 mit den Wicklungsenden 106, 107 ist in der Figur 21 angedeutet, bei der das die Spulen 108 eigentlich dicht umgebende ferromagnetische Material nicht dargestellt ist. Die Oberseite des Induktors 124 weist, da sie mittels der polierten Auflageplatte 115 gepresst wurde, eine sehr geringe Oberflächenrauigkeit auf und kann daher mit kleinsten Sauggreifern bei einem pick-and-place-Verfahren zuverlässig ergriffen werden. Typischerweise hat der Induktor 24 eine Kantenlänge zwischen etwa 1mm und 5mm. Das Loch 121, das als kegelförmiges Sackloch ausgebildet ist, gibt die Orientierung des Wicklungsanfangs 106 an, so dass das Induktionsbauteil 124 mit der gewünschten Orientierung des Wicklungsanfangs 106 automatisch platziert werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Induktionsbauteilen (15) mit folgenden Verfahrensschritten:
 - es wird eine Vielzahl nebeneinander angeordneter Spulen (5) mit parallelen Spulenachsen gewickelt;
 - die Spulen (5) werden in einem Block (8) aus verpresstem Substrat mit gegenseitigem Abstand eingebettet;
 - der Innenraum der Spulen (5) in dem Block (8) wird mit dem in Pulvermaterial vorliegenden Substrat aufgefüllt;
 - das Substratpulver wird verpresst;
 - die beiden Enden der Spulenwicklung aller Spulen (5) werden freigelegt;
 - die freigelegten Enden der Spulenwicklungen werden mit Anschlusskontakten (14) versehen;
 - der Block (8) wird anschließend zur Bildung der einzelnen jeweils mindestens eine Spule (5) enthaltenden Induktionsbauteile (15) zerteilt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Block (8) durch Verpressen des Substratpulvers um die angeordneten Spulen (5) herum gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Block (8) mit jeweils einer in Form und Größe mindestens einer Spule (5) der Vielzahl von Spulen (5) entsprechenden Kavität hergestellt und die Spulen (5) in die jeweilige Kavität eingesetzt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zur Herstellung der Spulen (5) eine Lehre (1) mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneter und parallel zueinander verlaufender Zapfen (3) verwendet wird, um die ein Draht (4) herumgewickelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem die Lehre mit den auf ihren Zapfen (3) gewickelten Spulen (5) in eine Formpresse (6) eingelegt, anschließend das Substratpulver auf die Lehre (1) aufgebracht und in der Formpresse (6) verpresst wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Lehre (1) nach dem Verpressen des Sub-

stratpulvers aus dem durch das Verpressen des Substratpulvers erzeugten Block (8) entnommen, der Block (8) in eine Formpresse (10) eingelegt wird, und anschließend Substrat in die Formpresse (10) zum Ausfüllen des Innenraums der Spulen (5) aufgefüllt und verpresst wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenraum der Spulen wenigstens teilweise mit einem vorgefertigten Kern aufgefüllt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem vor dem Anbringen der Anschlusskontakte (14) die Oberseite des Blocks (8) zwischen den einzelnen die Spulen (5) enthaltenden Bereichen bis auf einen Teil der Höhe des Blocks eingeschnitten wird und die Anschlusskontakte (14) auch auf die Wände der Einschnitte (13) aufgebracht werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem die Einschnitte (13) an der Stelle der späteren Zerteilung des Blocks (8) zur Bildung der einzelnen Induktionsbauteile (15) erfolgen.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Spulen (5) in dem Block (8) in einer matrixartigen Anordnung in Reihen und Spalten angeordnet werden.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nach dem Freilegen der Enden der Spulenwicklung aller Spulen (5) eine streifenförmige Maskierung (12) erfolgt.
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Block (8) isostatisch, insbesondere in einem mit Flüssigkeit gefüllten Druckbehälter, gepresst wird.
13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Freilegen der Enden der Spulenrichtungen mittels eines mechanischem Abtragungsvorgangs erfolgt.
14. Induktionsbauteil, herstellbar durch ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
