

(19)



(11)

EP 4 560 654 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.2025 Patentblatt 2025/22

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01C 7/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **25169735.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**H01C 1/1413; H01C 7/041; H01C 7/043;
H01C 7/06; H01C 17/281; H01C 7/18**

(22) Anmeldetag: **18.04.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **Hofrichter, Alfred**
8230 Hartberg (AT)
• **Rinner, Franz**
8523 Frauental an der Laßnitz (AT)

(30) Priorität: **28.04.2016 DE 102016107931**

(74) Vertreter: **Epping - Hermann - Fischer**
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Schloßschmidstraße 5
80639 München (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
17721065.5 / 3 449 490

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 10-04-2025 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(71) Anmelder: **TDK Electronics AG**
81671 München (DE)

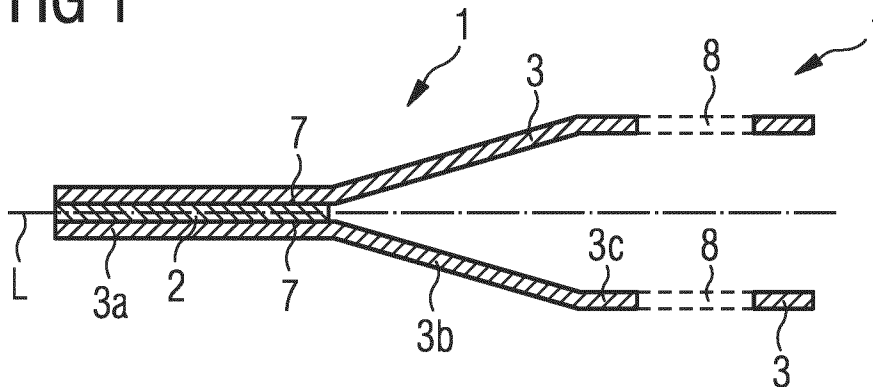
(72) Erfinder:
• **Wischnat, Volker**
8530 Deutschlandsberg (AT)

(54) **ELEKTRONISCHES BAUELEMENT ZUR EINSCHALTSTROMBEGRENZUNG UND VERWENDUNG EINES ELEKTRONISCHEN BAUELEMENTS**

(57) Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauelement (1) zur Einschaltstrombegrenzung aufweisend wenigstens ein NTC-Element (2) und wenigstens zwei elektrisch leitende Kontaktelemente (3), wobei das NTC-Element (2) über ein Verbindungsmaterial (7) elektrisch leitend mit dem jeweiligen Kontaktelement (3) ver-

bunden ist und wobei der thermische Ausdehnungskoeffizient des jeweiligen Kontaktelements (3) an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des NTC-Elements (2) angepasst ist. Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung eines elektronischen Bauelements (1).

FIG 1



EP 4 560 654 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauelement zur Einschaltstrombegrenzung. Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung eines elektronischen Bauelements.

[0002] Start-Stopp Systeme im Automobilbereich (PKW, LKW) stellen eine wesentliche Möglichkeit zur Treibstoffersparnis dar und werden deshalb in nahezu allen neuen Fahrzeugen eingebaut. Bei diesen Systemen muss der Einschaltstrom des Anlassers begrenzt werden, um ein Absinken der Bordnetzspannung zu verhindern, damit insbesondere sicherheitsrelevante Anwendungen (ABS, ESP) ausreichend versorgt werden.

[0003] Für den Startvorgang eines Verbrennungsmotors kann hierfür ein thermisch gesteuerter Einschaltstrombegrenzer (ICL) verwendet werden. Beim Neustart des Verbrennungsmotors nach Sparabschaltung wird durch den Strombedarf des Anlassermotors das 12 V Bordnetz kurzzeitig mit bis zu 1000 A belastet. Übliche 12 V Batterien werden durch diese Zusatzleistung so stark belastet, dass die Netzspannung um mehrere Volt abfällt. Dieser Abfall kann zum Ausfall anderer Verbraucher im Bordnetz führen. Um das zu vermeiden muss der Spannungsabfall vermieden bzw. verringert werden. Zur Verringerung des Spannungsabfalls kann beispielsweise ein NTC (Negative Temperature Coefficient) Bauelement verwendet werden.

[0004] Bei den zu erwartenden Abmaßen von mehr als 1 cm² Querschnitt und weniger als 1 mm Länge des NTC-Bauelements ist eine flächige Kontaktierung mit einem geringen elektrischen Widerstand nötig. Zudem ist das Bauteil beim Betrieb starken Temperaturschwankungen ausgesetzt, wobei der thermische Ausdehnungskoeffizient der ICL-Keramik deutlich kleiner ist als der Ausdehnungskoeffizient guter elektrischer Leiter (z.B. Kupfer). Die dadurch verursachten thermischen mechanischen Verspannungen können zur Zerstörung des Bauteils führen.

[0005] Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein verbessertes elektronisches Bauelement zur Einschaltstrombegrenzung sowie die Verwendung eines verbesserten elektronischen Bauelements anzugeben.

[0006] Diese Aufgabe wird durch das elektronische Bauelement gemäß Anspruch 1 und die Verwendung gemäß der Ansprüche 17 bzw. 18 gelöst.

[0007] Gemäß einem Aspekt wird ein elektronisches Bauelement, kurz Bauelement, angegeben. Das elektronische Bauelement ist dazu ausgebildet in einem Einschaltstrombegrenzer verwendet zu werden bzw. als Einschaltstrombegrenzer zu agieren. Das Bauelement weist wenigstens ein NTC-Element auf. Das NTC-Element dient als Funktionselement bzw. Funktionsschicht des Bauelements. Das NTC-Element weist eine NTC-Keramik auf. Das Bauelement kann eine Vielzahl von NTC-Elementen, beispielsweise zwei, drei, fünf oder zehn NTC-Elemente aufweisen. Das NTC-Element kann scheiben- oder plättchenförmig (rund) ausgebildet sein.

Das NTC-Element kann aber auch eine rechteckige oder ringförmige Fläche aufweisen.

[0008] Auf dem NTC-Element, vorzugsweise auf einer Oberseite und auf einer Unterseite des NTC-Elements, ist eine Metallisierung angeordnet. Die Metallisierung weist vorzugsweise Silber auf.

[0009] Alternativ dazu kann die Metallisierung auch Kupfer oder Gold aufweisen. Das NTC-Element kann ein monolithisches Bauelement sein. In diesem Fall wird die NTC-Keramik in Presstechnologie hergestellt und anschließend durch Lappen (Feinschleifen von beiden Seiten) in die gewünschte Form bzw. auf die gewünschte Dicke gebracht (Dickschichtmonolith). Alternativ dazu kann das NTC-Element auch als Vielschichtmonolith ausgebildet sein. In diesem Fall werden keramische Folien übereinander gestapelt und gepresst um das NTC-Element bereitzustellen.

[0010] Das Bauelement weist wenigstens zwei elektrisch leitende Kontaktelemente oder Elektroden auf. Die Kontaktelemente sind flächig ausgebildet. Die Kontaktelemente sind ausgebildet und angeordnet zur elektrisch leitenden und thermischen Verbindung mit dem NTC-Element. Das Bauelement kann eine Vielzahl von Kontaktelementen aufweisen, beispielsweise fünf, zehn oder 15 Kontaktelemente, wobei die einzelnen NTC-Elemente dadurch thermisch gut gekoppelt sein müssen.

[0011] Das NTC-Element ist über ein Verbindungsmaterial elektrisch leitend mit dem jeweiligen Kontaktelement verbunden. Das NTC-Element ist über das Verbindungsmaterial auch thermisch mit dem jeweiligen Kontaktelement verbunden. Durch das Verbindungsmaterial wird eine stabile, elektrisch hochleitfähige und mechanisch haltbare Verbindung zwischen dem NTC-Element und den Kontaktelementen ausgebildet.

[0012] Der thermische Ausdehnungskoeffizient des jeweiligen Kontaktelements ist an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des NTC-Elements angepasst. Vorzugsweise sind die thermischen Ausdehnungskoeffizienten von NTC-Element und den Kontaktelementen annähernd gleich.

[0013] Beispielsweise weist das NTC-Element einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen 7 ppm / K und 10 ppm / K auf. Vorzugsweise weist das jeweilige Kontaktelement einen entsprechenden Ausdehnungskoeffizienten auf. Der thermische Ausdehnungskoeffizient des jeweiligen Kontaktelements liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 5 ppm / K und 10 ppm / K.

[0014] Durch die Anpassung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten wird eine Verringerung bzw. Anpassung der Unterschiede der materialbedingten thermischen Ausdehnung (CTE) von NTC-Element und Kontaktelementen erreicht. Dadurch können durch thermische Ausdehnung verursachten Spannungen verringert oder vermieden werden. Somit wird ein besonders stabiles, zuverlässiges und langlebiges Bauelement zur Verfügung gestellt.

[0015] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das NTC-Element eine Oberseite und eine Unterseite auf.

Oberseite und Unterseite liegen einander gegenüber und sind jeweils von den Stirnseiten des NTC-Elements begrenzt. Die Oberseite und die Unterseite ist jeweils zumindest teilweise durch das jeweilige Kontaktelement elektrisch leitend kontaktiert. Je nach Herstellungsprozess kann insbesondere eine geringe Randschicht bzw. ein geringer Randbereich der Oberseite bzw. der Unterseite unkontaktiert bleiben.

[0016] Die Oberseite und die Unterseite kann aber auch jeweils vollflächig durch das jeweilige Kontaktelement elektrisch leitend kontaktiert. Mit anderen Worten, das NTC-Element ist eingebettet zwischen den beiden Kontaktelementen angeordnet, so dass Ober- und Unterseite jeweils teilweise oder vollständig von einem Kontaktelement bedeckt werden. Dadurch kann eine besonders zuverlässige Kontaktierung des NTC-Elements und eine besonders stabile Verbindung zwischen NTC-Element und Kontaktelementen erzielt werden.

[0017] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das Kontaktelement einen Materialverbund auf. Mit anderen Worten, das Kontaktelement ist aus mehreren Materialien zusammengesetzt. Das jeweilige Kontaktelement weist vorzugsweise Kupfer auf. Kupfer zeichnet sich durch seine sehr hohe elektrische Leitfähigkeit sowie eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit aus. Zusätzlich weist das Kontaktelement vorzugsweise Invar und / oder Kovar und / oder Molybdän auf. Diese Materialien zeichnen sich durch ihren geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aus. Vorzugsweise weist das jeweilige Kontaktelement ein gewaltes Kupfer -Invar Blech mit Lagenaufbau aus Kupfer - Invar - Kupfer auf. Durch geeignete Wahl des Dickenverhältnisses von Kupfer- und Invar / Kovar bzw. Molybdän -Schichten des jeweiligen Kontaktelements kann der Ausdehnungskoeffizient an den Ausdehnungskoeffizienten des NTC-Elements angepasst werden. Damit wird ein sehr stabiles und langlebiges Bauelement erzielt.

[0018] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das Kontaktelement einen Lagenaufbau von Kupfer - Invar - Kupfer mit einem Dickenverhältnis von $10\% \leq \text{Kupfer} \leq 30\% - 50\% \leq \text{Invar} / \text{Kovar} / \text{Molybdän} \leq 80\% - 10\% \leq \text{Kupfer} \leq 30\%$ auf. Das bedeutet, dass das Kontaktelement wenigstens drei Lagen aufweist. Eine erste Lage weist vorzugsweise Kupfer auf. Die erste Lage weist eine Dicke oder vertikale Ausdehnung auf, die zwischen $1/10$ und $3/10$ der Gesamtdicke des Kontaktelements beträgt. Eine zweite Lage weist vorzugsweise Kovar und / oder Invar und / oder Molybdän auf. Die zweite Lage weist eine Dicke auf, die zwischen $5/10$ und $8/10$ der Gesamtdicke des Kontaktelements beträgt. Die dritte Lage weist eine Dicke auf, die zwischen $1/10$ und $3/10$ der Gesamtdicke des Kontaktelements beträgt.

[0019] Die Lage des Kontaktelements, welche Invar / Kovar / Molybdän aufweist ist dicker, als diejenige Lage des Kontaktelements, welche Kupfer aufweist. Damit kann der Ausdehnungskoeffizient des Kontaktelements reduziert bzw. an den Ausdehnungskoeffizienten des NTC-Elements angepasst werden.

[0020] Vorzugsweise beträgt das Dickenverhältnis Kupfer - Invar - Kupfer $20\% - 60\% - 20\%$. Selbstverständlich sind auch andere Dickenverhältnisse und andere Schichtfolgen und Anzahlen von Schichten sowie der Zusatz von Kovar oder Molybdän vorstellbar um den gewünschten Ausdehnungskoeffizienten zu erzielen.

[0021] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das Verbindungsmaterial Sintersilber auf. Sintersilber weist eine hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit aus. Ferner kann Sintersilber hohen Temperaturen von bis zu $400\text{ }^{\circ}\text{C}$, beispielsweise $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, sowie schnellen und vielen Temperaturwechseln standhalten.

[0022] Im Betriebszustand bzw. heißen Zustand des NTC-Elements können sehr hohe Temperaturen sowie eine Vielzahl von Temperaturwechseln auftreten. Daher ist die Hitzebeständigkeit und Anpassungsfähigkeit des Verbindungsmaterials von äußerster Wichtigkeit. Der heiße Zustand bezeichnet dabei einen Zustand bei einer Temperatur, welche größer ist als diejenige des NTC-Elements in einem Grundzustand. Der Temperaturbereich zwischen dem Grundzustand und dem heißen Zustand kann beispielsweise jeden Temperaturbereich zwischen $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ überspannen oder sich über diesen Bereich erstrecken. Bevorzugt kann sich der Temperaturbereich zwischen dem Grundzustand und dem heißen Zustand über den Bereich von $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ erstrecken.

[0023] Bevorzugt weist das Verbindungsmaterial μAg auf. μAg zeichnet sich insbesondere durch seine ausreichende Porosität aus.

[0024] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das NTC-Element zwei, drei, fünf, zehn oder mehr Segmente auf. Die Segmente des NTC-Elements stellen vorzugsweise rechteckige Teilbereiche des NTC-Elements dar, die voneinander beabstandet sind. Der Abstand zwischen den Segmenten beträgt $0,05\text{ mm}$ bis $0,2\text{ mm}$, beispielsweise $0,1\text{ mm}$. Mit anderen Worten, zwischen den einzelnen Segmenten befinden sich Fugen (Dehnungsfugen). Durch diese Dehnungsfugen werden keine oder nur geringe Verspannungen aufgebaut. Zusätzliche mechanische Spannungen können somit vermieden werden und folglich kann ein langlebiges Bauelement zu Verfügung gestellt werden.

[0025] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das NTC-Element bei einer Temperatur von $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Raumtemperatur) einen Nominalwiderstand $R_{25} \leq 1\ \Omega$ auf. Als Raumtemperatur wird hierbei die Temperatur verstanden, die üblicherweise in bewohnten Räumen herrscht. Der genannte elektrische Widerstand beschreibt vorzugsweise den elektrischen Widerstand des unbelasteten NTC-Elements zwischen Außenkontakten bei einer Umgebungstemperatur von $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

[0026] Beispielsweise weist das NTC-Element bei der angegebenen Temperatur einen Nominalwiderstand R_{25} von kleiner oder gleich $0,1\ \Omega$ auf, vorzugsweise kleiner $0,05\ \Omega$. Das NTC-Element weist folglich einen sehr kleinen elektrischen Widerstand bei Raumtemperatur bzw. bei $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ und damit eine sehr hohe elektrische Leitfähig-

keit auf. Damit ist das NTC-Element besonders gut zum Einsatz in einem Einschaltstrombegrenzer mit hoher Stromlast geeignet.

[0027] Durch den geringen elektrischen Widerstand kann insbesondere erreicht werden, dass ein ausreichend hoher Einschaltstrom eines elektrischen Verbrauchers, welcher beispielsweise in einer entsprechenden Anwendung in Reihe zu dem elektronischen Bauelement geschaltet ist, zur Verfügung gestellt wird, aber soweit begrenzt wird, dass beispielsweise die elektrische Spannung beim Einschaltvorgang für die elektrische Versorgung weiterer wichtiger elektrischer Komponenten noch ausreichend hoch ist. Mit Hilfe des Bauelements wird der Spannungseinbruch beim Startvorgang des Verbrauchers im Vergleich zu einem Verbraucher ohne das elektronische Bauelement vorzugsweise um ca. 1 V reduziert.

[0028] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der spezifische elektrische Widerstand des NTC-Elements in einem Grundzustand des elektronischen Bauelements $\leq 2 \Omega\text{cm}$. Vorzugsweise liegt der spezifische elektrische Widerstand des NTC-Elements in einem Grundzustand des elektronischen Bauelements zwischen $0,1 \Omega\text{cm}$ und $1,0 \Omega\text{cm}$, beispielsweise bei $0,3 \Omega\text{cm}$.

[0029] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das Kontaktelement eine Dicke d auf. Vorzugsweise gilt $0,3 \text{ mm} \leq d \leq 0,8 \text{ mm}$. Bevorzugt beträgt die Dicke d des jeweiligen Kontaktelements weniger als $0,7 \text{ mm}$, beispielsweise $0,6 \text{ mm}$.

[0030] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das Bauelement eine Vielzahl von NTC-Elementen und Kontaktelementen auf. Die mehreren NTC-Elemente können durch Vereinzeln aus einem Substrat bereitgestellt werden. Die NTC-Elemente sind zueinander parallel geschaltet. Die Strombelastbarkeit und/oder Stromtragfähigkeit des Bauelements kann durch eine Parallelschaltung von mehreren NTC-Elementen gesteigert werden. Vorzugsweise sind die NTC-Elemente stapelförmig übereinander angeordnet. Zwischen zwei benachbarten NTC-Elementen ist jeweils ein Kontaktelement angeordnet. Die NTC-Elemente sind über die Kontaktelemente thermisch gut aneinander gekoppelt.

[0031] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das NTC-Element die Zusammensetzung $\text{La}_{(1-x)}\text{EA}_{(x)}\text{Mn}_{(1-a-b-c)}\text{Fe}_{(a)}\text{Co}_{(b)}\text{Ni}_{(c)}\text{O}_{(3\pm\delta)}$ auf. Dabei ist $0 \leq x \leq 0,5$ und $0 \leq (a+b+c) \leq 0,5$. EA bezeichnet ein Erdalkali-Element. Vorzugsweise wird das Erdalkali-Element aus Magnesium, Calcium, Strontium oder Barium ausgewählt. δ bezeichnet die Abweichung vom stöchiometrischen Sauerstoffverhältnis (Sauerstoffüberschuss bzw. Sauerstoffdefizit). Vorzugsweise ist $|\delta| \leq 0,5$. Besonders bevorzugt ist $|\delta| = 0$.

[0032] Durch diese Zusammensetzung wird ein NTC-Element bereitgestellt, welches sich durch eine außerordentlich hohe elektrische Leitfähigkeit und einen ausreichenden B-Wert (Thermistorkonstante) auszeichnet. Durch (eine) spezifische Dicke und (einen) spezifischen Querschnitt bzw. Fläche des NTC-Elements kann der

Widerstand weiter variiert und gesteuert werden. Das NTC-Element weist eine Dicke d auf. Vorzugsweise gilt $100 \mu\text{m} \leq d \leq 600 \mu\text{m}$. Bevorzugt beträgt die Dicke d des NTC-Elements weniger als $500 \mu\text{m}$, beispielsweise $400 \mu\text{m}$. Der B-Wert $B_{25/100}$ liegt im Bereich zwischen 1000 K und 4000 K , bevorzugt zwischen 1400 K und 2000 K , beispielsweise bei 1500 K .

[0033] Gemäß einem Ausführungsbeispiel weist das Bauelement ein Befestigungselement auf. Das Befestigungselement ist vorzugsweise dazu ausgebildet und angeordnet eine elektrisch leitende Verbindung mit Batterieleitungen herzustellen. Das Befestigungselement ist ferner vorzugsweise dazu ausgebildet und angeordnet eine mechanische Verbindung mit Batterieleitungen herzustellen. Das Befestigungselement ist ferner vorzugsweise dazu ausgebildet und angeordnet eine indirekte - mechanische Verbindung zwischen den Kontaktelementen bereitzustellen.

[0034] Das Befestigungselement kann dazu ausgebildet sein, eine Schraubverbindung auszubilden. Das Befestigungselement kann beispielsweise aber auch dazu ausgebildet sein eine Klemmverbindung auszubilden. Das Befestigungselement kann ferner ein Dichtelement aufweisen. Das Dichtelement kann isolierend oder teilweise isolierend ausgebildet sein. Das Befestigungselement kann wenigstens eine Mutter und eine Schraube und / oder wenigstens ein Klemmelement, beispielsweise zwei Klemmelemente, aufweisen.

[0035] Das Befestigungselement weist einen elektrischen Widerstand auf. Der elektrische Widerstand ist gleich bzw. nur geringfügig höher, als der Widerstand des NTC-Elements bei tiefen Betriebstemperaturen. Insbesondere ist der elektrische Widerstand des Befestigungselements gleich bzw. nur geringfügig höher, als der Widerstand des NTC-Elements bei der untersten Betriebstemperatur, z.B. -40°C .

[0036] Der Widerstand des Befestigungselements ist nicht temperaturabhängig. Dadurch ist auch in einem Fehlerfall (z.B. Bruch der leitfähigen Verbindung zwischen NTC-Element und Kontaktelement) noch immer ein Start des Motors möglich (abhängig von der Auslegung des Anlassersystems). Der Spannungseinbruch wird ebenfalls vermieden, jedoch wird die zum Starten verfügbare elektrische Leistung stark begrenzt wodurch der Startvorgang u.U. deutlich verzögert wird. Neben einer Verschraubung kann auch ein Fixwiderstand oder eine anderes leitfähiges Element mit definiertem elektrischem Widerstand als Befestigungselement verwendet werden.

[0037] Gemäß einem weiteren Aspekt wird die Verwendung eines elektronischen Bauelements beschrieben. Vorzugsweise wird die Verwendung des oben beschriebenen Bauelements angegeben. Alle Merkmale, die in Zusammenhang mit dem Bauelement erläutert wurden, gelten auch für die Verwendung und umgekehrt.

[0038] Es wird insbesondere die Verwendung des oben beschriebenen Bauelements für Start- / Stopp-Systeme im Automobilbereich angegeben. Durch den

temperaturabhängigen Widerstand (NTC-Element) wird der Einschaltstrom beim Einschalten begrenzt. Beim Einschalten erwärmt sich das NTC-Element sofort durch den Einschaltstrom (z.B. auf 250°C), wodurch sich der NTC-Widerstand schnell bis auf einen sehr kleinen Restwiderstand verringert (z.B. 0,5 mΩ). Diese dynamische Widerstandsänderung verringert auf Grund der spezifischen Eigenschaften des NTC-Elements die vom Anlasermotor verursachte Stromspitze, was gleichzeitig den Spannungseinbruch der Batterie verringert. Damit wird ein effektives Bauelement zur Einschaltstrombegrenzung in Start-Stopp-Systemen bereitgestellt.

[0039] Durch die bereitgestellten Kontaktelemente und das Verbindungsmaterial wird ferner eine sehr niederohmige elektrische Verbindung von NTC-Element zu den Kontaktelementen für wiederholte Schaltzyklen realisiert, bei denen die Umgebungstemperatur von -40°C bis 120°C schwanken kann. Beim Schaltzyklus kann die Temperatur auf bis zu 300°C steigen. Somit wird ein stabiles, elektrisch hochleitfähiges Bauelement mit mechanisch haltbarer, temperatur-beständiger und extrem belastbarer Verbindung zwischen NTC-Element und Kontaktelementen zur Verwendung für Start- / Stopp-Systeme im Automobilbereich angegeben.

[0040] Gemäß einem weiteren Aspekt wird die Verwendung eines elektronischen, insbesondere des oben beschriebenen elektronischen Bauelements, für Ströme bis 1000 A bei Gleichspannung in 12 V und 24 V Netzen angegeben.

[0041] Im Folgenden sind vorteilhafte Aspekte beschrieben. Um eine Referenzierung zu erleichtern sind die Aspekte durchnummeriert. Merkmale der Aspekte sind nicht nur in Kombination mit dem speziellen Aspekt, auf den sie sich beziehen, sondern auch separat betrachtet relevant.

1. Elektronisches Bauelement zur Einschaltstrombegrenzung aufweisend

- wenigstens ein NTC-Element,
- wenigstens zwei elektrisch leitende Kontaktelemente,

wobei das NTC-Element über ein Verbindungsmaterial elektrisch leitend mit dem jeweiligen Kontaktelement verbunden ist und wobei der thermische Ausdehnungskoeffizient des jeweiligen Kontaktelements an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des NTC-Elements angepasst ist.

2. Elektronisches Bauelement nach Aspekt 1, wobei das NTC-Element eine Oberseite und eine Unterseite aufweist, und wobei die Oberseite und die Unterseite zumindest teilweise durch das jeweilige Kontaktelement elektrisch leitend kontaktiert sind.

3. Elektronisches Bauelement nach Aspekt 1 oder 2, wobei das Kontaktelement einen Materialverbund

aufweist.

4. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, wobei das Kontaktelement Kupfer aufweist und wobei das Kontaktelement Invar oder Kovar aufweist.

5. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, wobei das Kontaktelement einen Lagenaufbau von Kupfer - Invar - Kupfer mit einem Dickenverhältnis von $10\% \leq \text{Kupfer} \leq 30\% - 50\% \leq \text{Invar / Kovar} \leq 80\% - 10\% \leq \text{Kupfer} \leq 30\%$ aufweist.

6. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, wobei das Verbindungsmaterial Sintersilber aufweist.

7. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, wobei das NTC-Element zwei, drei oder mehr Segmente aufweist.

8. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, wobei das NTC-Element bei einer Temperatur von 25°C einen Nominalwiderstand $R_{25} \leq 1 \Omega$ aufweist.

9. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, wobei der spezifische elektrische Widerstand des NTC-Elements in einem Grundzustand des elektronischen Bauelements $\leq 2 \Omega \text{cm}$ ist.

10. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, wobei das Kontaktelement eine Dicke d aufweist, und wobei $0,3 \text{ mm} \leq d \leq 0,8 \text{ mm}$.

11. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, wobei das NTC-Element eine Dicke d aufweist, und wobei $100 \mu\text{m} \leq d \leq 600 \mu\text{m}$.

12. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, aufweisend eine Vielzahl von NTC-Elementen und Kontaktelementen, wobei die NTC-Elemente zueinander parallel geschaltet sind.

13. Elektronisches Bauelement nach Aspekt 12, wobei die NTC-Elemente stapelförmig übereinander angeordnet sind, wobei zwischen zwei benachbarten NTC-Elementen jeweils ein Kontaktelement angeordnet ist und wobei die NTC-Elemente über die Kontaktelemente thermisch aneinander gekoppelt sind.

14. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte,
- wobei das NTC-Element die Zusammensetzung $\text{La}_{(1-x)}\text{EA}_{(x)}\text{Mn}_{(1-a-b-c)}\text{Fe}_{(a)}\text{Co}_{(b)}\text{Ni}_{(c)}\text{O}_{(3 \pm \delta)}$ aufweist, wobei $0 \leq x \leq 0,5$ und $0 \leq (a+b+c) \leq 0,5$ und wobei EA ein Erdalkali-Element und δ eine Abweichung von einem stöchiometrischen Sauerstoffverhältnis bezeichnet, wobei das Erdalkali-Element (EA) ausgewählt ist aus Magnesium, Calcium, Strontium oder Barium und/oder wobei $|\delta| \leq 0,5$ beträgt.
15. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte, wobei das NTC-Element einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen 7 ppm / K und 10 ppm / K aufweist.
16. Elektronisches Bauelement nach einem der vorangehenden Aspekte aufweisend ein Befestigungselement, wobei das Befestigungselement einen elektrischen Widerstand aufweist welcher gleich bzw. nur geringfügig höher ist, als der Widerstand des NTC-Elements bei tiefen Betriebs-temperaturen.
17. Verwendung eines elektronischen Bauelements gemäß einem der Aspekte 1 bis 16 für Start- / Stopp-Systeme im Automobilbereich.
18. Verwendung eines elektronischen Bauelements gemäß einem der Aspekte 1 bis 16 für Ströme bis 1000 A bei Gleichspannung in 12 V und 24 V Netzen.
- [0042]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.
- [0043]** Die nachfolgend beschriebenen Zeichnungen sind nicht als maßstabsgetreu aufzufassen. Vielmehr können zur besseren Darstellung einzelne Dimensionen vergrößert, verkleinert oder auch verzerrt dargestellt sein.
- [0044]** Elemente, die einander gleichen oder die die gleiche Funktion übernehmen, sind mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.
- Figur 1 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements.
- Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht einer möglichen Kontaktierung des elektronischen Bauelements gemäß Figur 1,
- Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- Figur 4 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- Figur 5 zeigt eine perspektivische Ansicht einer möglichen Kontaktierung des elektronischen Bauelements gemäß Figur 4,
- Figur 6 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- Figur 7 zeigt eine perspektivische Ansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- Figur 8 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- Figur 9 zeigt eine Draufsicht auf einen Teilbereich des elektronischen Bauelements gemäß Figur 8,
- Figur 10 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- Figur 11 zeigt eine Draufsicht auf einen Teilbereich des elektronischen Bauelements gemäß Figur 10,
- Figur 12 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel,
- Figur 13 zeigt eine Draufsicht auf einen Teilbereich des elektronischen Bauelements gemäß Figur 12.
- [0045]** Die Figur 1 zeigt ein elektronisches Bauelement 1, kurz Bauelement 1. Das Bauelement 1 ist dazu ausgebildet als Einschaltstrombegrenzer oder in einem Einschaltstrombegrenzer für Start- / Stopp-Systeme in 12 V und 24 V Netzen im Automobilbereich eingesetzt zu werden. Das Bauelement 1 ist insbesondere für eine Verwendung bei Strömen bis 1000 A (bei Gleichspannung in 12 V und 24 V Netzen) geeignet. Das Bauelement 1 dazu geeignet in typischen 12 V Startermotoren mit ca. 1 kW bis 3 kW Leistung verwendet zu werden.
- [0046]** Das Bauelement 1 weist ein NTC-Element 2 bzw. eine NTC-Keramik auf. Das NTC-Element 2 stellt eine Funktionsschicht bzw. ein Funktionselement des Bauelements 1 dar. Das NTC-Element 2 ist ein heißleitendes Bauelement mit einem negativen Temperaturkoeffizienten.
- [0047]** Das NTC-Element 2 weist eine Materialzusammensetzung auf, welche sich durch eine hohe elektrische

Leitfähigkeit bzw. einen geringen spezifischen Widerstand auszeichnet.

[0048] Das NTC-Element 2 weist vorzugsweise die folgende Zusammensetzung auf: $\text{La}_{(1-x)}\text{EA}_{(x)}\text{Mn}_{(1-a-b-c)}\text{Fe}_{(a)}\text{Co}_{(b)}\text{Ni}_{(c)}\text{O}_{(3\pm\delta)}$. Dabei gilt $0 \leq x \leq 0,5$ und $0 \leq (a+b+c) \leq 0,5$. EA steht für ein Erdalkali-Element, beispielsweise Mg, Ca, Sr oder Ba. δ bezeichnet die Abweichung vom stöchiometrischen Sauerstoffverhältnis (Sauerstoffüberschuss bzw. Sauerstoffdefizit). Vorzugsweise ist $|\delta| \leq 0,5$, besonders bevorzugt ist $|\delta| = 0$. Beispielsweise weist die NTC-Keramik die Zusammensetzung $\text{La}_{0,95}\text{Sr}_{0,05}\text{MnO}_3$ auf.

[0049] Der spezifische elektrische Widerstand des NTC-Elements 2 in einem Grundzustand des NTC-Elements 2 beträgt kleiner oder gleich $2 \Omega\text{cm}$, bevorzugt $\leq 1 \Omega\text{cm}$, beispielsweise $0,5 \Omega\text{cm}$. Der Grundzustand beschreibt dabei eine Temperatur des NTC-Elements 2 von 25°C bzw. bei Raumtemperatur. Bei dem Grundzustand kann es sich um einen unbelasteten Zustand, in dem beispielsweise keine elektrische Leistung an dem NTC-Element 2 angelegt ist, handeln.

[0050] Das NTC-Element 2 weist bei der angegebenen Temperatur einen elektrischen Widerstand (Nominalwiderstand R_{25}) von kleiner oder gleich 1Ω auf, vorzugsweise kleiner $0,1 \Omega$, beispielsweise $0,05 \Omega$. Das NTC-Element 2 weist folglich einen geringen elektrischen Widerstand bei Raumtemperatur bzw. bei 25°C und damit eine hohe elektrische Leitfähigkeit auf. Damit ist das NTC-Element 2 besonders gut zum Einsatz in einem Einschaltstrombegrenzer geeignet.

[0051] Das NTC-Element 2 weist ferner einen hohen B-Wert auf. Der B-Wert $B_{25/100}$ liegt im Bereich zwischen 1000 K und 4000 K , bevorzugt zwischen 1400 K und 2000 K , beispielsweise bei 1500 K . Das NTC-Element 2 hat einen geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Typischerweise liegt der thermische Ausdehnungskoeffizient des NTC-Elements 2 zwischen 7 ppm / K und 10 ppm / K .

[0052] Das NTC-Element 2 ist vorzugsweise als monolithisches Bauelement ausgebildet. Beispielsweise ist das NTC-Element 2 ein Dickschichtmonolith. In diesem Fall wird das NTC-Element 2 in Presstechnologie hergestellt und anschließend durch Läppen (Feinschleifen von beiden Seiten) auf die gewünschte Dicke gebracht. Alternativ dazu kann das NTC-Element 2 aber auch als Vielschichtmonolith ausgebildet sein. In diesem Fall werden keramische Folien übereinander gestapelt und gepresst um das NTC-Element 2 bereitzustellen.

[0053] Das in Figur 2 dargestellte NTC-Element 2 hat eine runde Form. Das NTC-Element 2 ist scheibenförmig oder plättchenförmig ausgebildet. Aber auch andere Formen sind für das NTC-Element 2 vorstellbar, beispielsweise eine rechteckige Form oder eine Ringform. Das NTC-Element 2 kann in Form eines Substrats ausgebildet sein. Das NTC-Element 2 weist eine Fläche zwischen 25 mm^2 und 500 mm^2 , beispielsweise 200 mm^2 auf. Der Durchmesser des NTC-Elements 2 beträgt beispielsweise kleiner oder gleich 14 mm , z.B. $13,75 \text{ mm}$.

Das NTC-Element 2 weist eine Dicke d zwischen $100 \mu\text{m}$ und $600 \mu\text{m}$, beispielsweise $400 \mu\text{m}$, auf. Durch Variieren von Dicke d und / oder Querschnitt bzw. Fläche des NTC-Elements 2 kann der Widerstand des NTC-Elements 2 variiert und gesteuert werden.

[0054] Das NTC-Element 2 weist eine Metallisierung auf (nicht explizit dargestellt). Die Metallisierung ist vorzugsweise an einer Oberseite und an einer Unterseite des NTC-Elements 2 angeordnet. Vorzugsweise weist die Metallisierung eingebranntes Silber auf.

[0055] Das Bauelement 1 weist ferner zwei Kontakte 3 bzw. Kontaktelemente 3 auf (Pluskontakt- und Minuskontaktelement 12b, 12a, siehe Figur 3). Die Kontaktelemente 3 dienen der elektrischen Kontaktierung des NTC-Elements 2. Die Kontaktelemente 3 liegen in diesem Ausführungsbeispiel vollflächig auf der Oberseite und der Unterseite des NTC-Elements 2 auf. Alternativ dazu (nicht explizit dargestellt) kann ein schmaler Randbereich von Oberseite und Unterseite auch frei von dem jeweiligen Kontaktelement 3 bleiben.

[0056] Die Kontaktelemente 3 sind jeweils mit der Oberseite und der Unterseite des NTC-Elements 2 elektrisch leitend verbunden. Vorzugsweise sind das NTC-Element 2 und die Kontaktelemente 3 versintert.

[0057] Zu diesem Zweck weist das Bauelement 1 ein Verbindungsmaterial 7 auf. Zwischen der Oberseite des NTC-Elements 2 und dem ersten Kontaktelement 3 sowie zwischen der Unterseite des NTC-Elements 2 und dem zweiten Kontaktelement 7 ist jeweils eine Schicht aus Verbindungsmaterial 7 ausgebildet. Die Schichtdicke des Verbindungsmaterials 7 liegt vorzugsweise im Bereich zwischen $15 \mu\text{m}$ und $80 \mu\text{m}$, beispielsweise bei $20 \mu\text{m}$.

[0058] Das Verbindungsmaterial 7 zeichnet sich durch eine hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit aus. Das Verbindungsmaterial 7 zeichnet sich ferner vorzugsweise durch eine große Porösität aus. Das Verbindungsmaterial 7 zeichnet sich ferner dadurch aus, dass es hohen Temperaturen bis zu 400°C , z.B. 300°C , sowie vielen und schnellen Temperaturwechseln standhalten kann, die im Betrieb bzw. im heißen Zustand des Bauelements 1 auftreten können.

[0059] Der heiße Zustand bezeichnet dabei einen Zustand des Bauelements 1 bei einer Temperatur, welche größer ist als diejenige des Bauelements 1 in dem Grundzustand. Der Temperaturbereich zwischen dem Grundzustand und dem heißen Zustand kann beispielsweise jeden Temperaturbereich zwischen -55°C und $+300^\circ\text{C}$ überspannen oder sich über diesen Bereich erstrecken. Bevorzugt kann sich der Temperaturbereich zwischen dem Grundzustand und dem heißen Zustand über den Bereich von -40°C bis $+300^\circ\text{C}$ erstrecken.

[0060] Beispielsweise weist das Verbindungsmaterial 7 Sintersilber Ag oder μAg auf. Sintersilber hat den Vorteil, dass es eine ausreichende Porösität aufweist. Mit Hilfe des Verbindungsmaterials 7 wird eine stabile, elektrisch hoch leitfähige sowie mechanisch haltbare Verbindung zwischen dem NTC-Element 2 und den Kontakt-

elementen 3 erzielt.

[0061] Das jeweilige Kontaktelement 3 weist eine hohe thermische und elektrische Leitfähigkeit auf. Das jeweilige Kontaktelement 3 ist ferner so ausgebildet, dass thermische Spannungen zwischen dem NTC-Element 2 und dem Kontaktelement 3 reduziert werden. Insbesondere ist das jeweilige Kontaktelement 3 dazu ausgebildet die Unterschiede der materialbedingten thermischen Ausdehnung (CTE) zu verringern bzw. zu reduzieren.

[0062] Vorzugsweise weist das jeweilige Kontaktelement 3 einen Materialverbund auf. Das jeweilige Kontaktelement kann beispielsweise als Verbundblech ausgebildet sein. Der Materialverbund kann Kupfer-Invar-Kupfer (CIC) aufweisen. An Stelle von Invar kann auch Kovar oder Molybdän als Material verwendet werden. Invar bzw. Kovar bzw. Molybdän hat einen geringen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Typischerweise liegt der thermische Ausdehnungskoeffizient dieser Materialien bei ≤ 10 ppm / K, beispielsweise bei 7 ppm / K. Damit ist der Ausdehnungskoeffizient von Kovar / Invar / Molybdän sehr ähnlich zu dem Ausdehnungskoeffizienten des NTC-Elements 2. Durch eine geeignete Wahl des Dickenverhältnisses der Schichten des Materialverbunds kann der Ausdehnungskoeffizient des Kontaktelements 3 gut an den Ausdehnungskoeffizienten des NTC-Elements 2 angepasst werden. Thermische Spannungen können reduziert oder vermieden werden.

[0063] In diesem Ausführungsbeispiel ist das jeweilige Kontaktelement 3 ein gewalztes Kupfer-Invar Blech mit Lagenaufbau aus Kupfer-Invar-Kupfer von 20%-60%-20%. Jedoch sind auch andere Verhältnisse von Kupfer und Invar oder Kovar / Molybdän vorstellbar. Insbesondere können je nach erforderlicher Fläche des NTC-Elements 2 sowie dem erforderlichen Wärmeleitwiderstand auch andere Schichtfolgen und Schichtdicken zum Einsatz kommen.

[0064] Die Kontaktelemente 3 umschließen das NTC-Element 2 zangenförmig. Dabei liegt ein erster Teilbereich 3a des jeweiligen Kontaktelements 3 an der Oberseite bzw. Unterseite des NTC-Elements 2 auf und verläuft parallel zu der Oberseite bzw. Unterseite des NTC-Elements 2 bzw. zu einer Längsachse L des Bauelements 1. Eine Länge bzw. horizontale Ausdehnung des NTC-Elements 2 ist vorzugsweise kleiner oder gleich der Länge oder horizontalen Ausdehnung des ersten Teilbereichs 3a.

[0065] Ein zweiter Teilbereich 3b des jeweiligen Kontaktelements 3 schließt einen Winkel mit der Längsachse L ein. Der zweite Teilbereich 3b schließt sich vorzugsweise in einem Winkel von $\leq 20^\circ$, beispielsweise 15° , zur Längsachse L des Bauelements 1 an den ersten Teilbereich 3a an. Der Winkel zwischen dem zweiten Teilbereich 3b des ersten Kontaktelements 3 und dem zweiten Teilbereich 3b des zweiten Kontaktelements beträgt vorzugsweise kleiner oder gleich 40° , beispielsweise 30° . Ein dritter Teilbereich 3c des jeweiligen Kontaktelements 3 schließt sich an den zweiten Teilbereich 3b an und

verläuft parallel zur Längsachse L.

[0066] Die jeweiligen Teilbereiche 3a, 3b, 3c weisen in diesem Ausführungsbeispiel vorzugsweise die gleiche Länge auf. Beispielsweise weisen die Teilbereiche 3a, 3b, 3c jeweils eine Länge von 10 mm bis 15 mm auf. Die jeweiligen Teilbereiche 3a, 3b, 3c weisen vorzugsweise die gleiche Dicke d auf. Beispielsweise weisen die Teilbereiche 3a, 3b, 3c jeweils eine Dicke d von kleiner oder gleich 0,8 mm und größer oder gleich 0,3 mm auf. Folglich beläuft sich die Dicke d des jeweiligen Kontaktelements 3 auf $0,3 \text{ mm} \leq d \leq 0,8 \text{ mm}$, beispielsweise $d = 0,7 \text{ mm}$.

[0067] Die Teilbereiche 3a, 3b, 3c gehen ineinander über. Mit anderen Worten, die Teilbereiche 3a, 3b, 3c sind nicht als separate Bereiche bzw. Bauteile ausgeführt sondern stellen nur Unterabschnitte des jeweiligen Kontaktelements 3 dar.

[0068] Das jeweilige Kontaktelement 3, insbesondere der dritte Teilbereich 3c, weist eine Aussparung 8 auf. Vorzugsweise weist der dritte Teilbereich 3c dafür eine größere horizontale Ausdehnung bzw. eine größere Fläche auf, als der erste und zweite Teilbereich 3a, 3b (siehe beispielsweise Figur 3). Die Aussparung 8 ist vorzugsweise kreisförmig ausgebildet. Die Aussparung 8 weist beispielsweise einen Durchmesser von 8 mm auf. Die Aussparung 8 durchdringt das Kontaktelement 3 vollständig. Die Aussparung 8 dient dazu das Bauelement 1 mittels eines Befestigungselements mit Batterieleitungen zu verbinden, wie beispielsweise in Zusammenhang mit Figur 2 näher erläutert wird.

[0069] Die Figur 2 zeigt eine mögliche Kontaktierung des Bauelements 1 gemäß der Figur 1 mit den Batterieleitungen über Kabelschuhe.

[0070] Das Bauelement 1 weist ein Befestigungselement zur Herstellung der elektrischen Kontaktierung des Bauelements 1 und insbesondere zur mechanischen Befestigung von Batterieleitungen mit dem Bauelement 1 auf. Das Befestigungselement kann zur Bereitstellung einer wie nachfolgend beschriebenen Schraubverbindung ausgebildet sein. Alternativ dazu kann das Befestigungselement auch dazu ausgebildet und angeordnet sein eine Klemmverbindung herzustellen.

[0071] Zwischen dem ersten und zweiten Kontaktelement 3 ist ein Distanzhalter 9 angeordnet. Der Distanzhalter 9 ist zwischen einer Unterseite des dritten Teilbereichs 3c des ersten bzw. oberen Kontaktelements 3 und der Oberseite des dritten Teilbereichs 3c des zweiten bzw. unteren Kontaktelements 3 angeordnet. Der Distanzhalter 9 ist zylinderförmig ausgebildet.

[0072] Der Distanzhalter 9 ist isolierend ausgebildet. Der Distanzhalter 9 dient der elektrischen Isolierung zwischen den beiden Kontaktelementen 3 (Pluskontaktelement 12b und Minuskontaktelement 12a, siehe Figur 3). Der Distanzhalter 9 weist beispielsweise Polytetrafluorethylen (PTFE) auf. PTFE hat den Vorteil, dass es bis zu einer Temperatur von ca. 250° C beständig isolierend ist. Vorzugsweise weist der Distanzhalter 9 eine Aussparung auf (nicht explizit dargestellt), welche den Dis-

tanzhalter 9 in vertikaler Richtung vollständig durchdringt. Die Aussparung dient zur Aufnahme eines Verbindungselements, z.B. einer Gewindestange 11, beispielsweise einer Schraube.

[0073] An der Oberseite des ersten Kontaktelements 3 bzw. der Unterseite des zweiten Kontaktelements 3 ist jeweils eine Mutter 10 angeordnet. Gewindestange 11 und Muttern 10 dienen zur Verschraubung der Kontaktelemente 3 und zur elektrisch leitenden und mechanischen Verbindung des Bauelements 1 mit den Batterieleitungen (nicht explizit dargestellt). Alternativ dazu beispielsweise Klemmelemente bereitgestellt werden zur Verklebung der Kontaktelemente 3 und / oder zur elektrisch leitenden und mechanischen Verbindung des Bauelements 1 mit den Batterieleitungen (nicht explizit dargestellt).

[0074] Zwischen den nicht dargestellten Batterieleitungen und den Kontaktelementen 3 sind Kabelschuhe 5 angeordnet, an denen ein nicht dargestelltes Kupferkabel befestigt ist. Die Kabelschuhe 5 sind elektrisch leitend mit den Kontaktelementen 3 verbunden. Zur Verbindung des Bauelements 1 mit den Kabelschuhen 5 wird die Gewindestange 11 durch die Muttern 10, die Aussparung 8 im jeweiligen Kontaktelement 3 sowie die Aussparung im Distanzhalter 9 geführt.

[0075] Die Verschraubung auf einer Achse vermeidet dabei zusätzliche mechanische Spannungen auf die Verbindung zwischen dem NTC-Element 2 und den Kontaktelementen 3. Die Verschraubung bzw. Befestigung muss entweder einen höheren Widerstand als das NTC-Element 2 aufweisen oder muss isolierend ausgeführt sein (siehe beispielsweise Figuren 12 und 13). Die Verschraubung bzw. Befestigung kann alternativ auch direkt auf einen Massekontakt am Fahrzeug oder des Anlassermotors erfolgen.

[0076] Durch den temperaturabhängigen Widerstand des Bauelements 1 wird der Einschaltstrom beim Einschalten begrenzt. Beim Einschalten erwärmt sich das NTC-Element 2 sofort durch den Einschaltstrom (z.B. auf 250°C), wodurch sich der NTC Widerstand schnell bis auf einen sehr kleinen Restwiderstand (z.B. 0,5 mΩ) verringert. Diese dynamische Widerstandsänderung verringert die vom Anlassermotor verursachte Stromspitze, was gleichzeitig den Spannungseinbruch der Batterie verringert. Damit wird ein stabiles, langlebiges und effizientes Bauelement zur Einschaltstrombegrenzung zur Verfügung gestellt.

[0077] Das Bauelement 1 kann zusätzlich mit einer so genannten "fail-safe" (Fehlerausfall) Funktion ausgestattet werden. Dazu wird die in Figur 2 gezeigte Verschraubung so ausgeführt, dass ihr elektrischer Widerstand gleich bzw. nur geringfügig höher ist, als der Widerstand des NTC-Elements 2 bei der untersten Betriebstemperatur, z.B. -40°C. Der Widerstand dieser Verschraubung ist nicht temperaturabhängig. Dadurch ist auch in einem Fehlerfall (z.B. Bruch der leitfähigen Verbindung zwischen NTC-Element 2 und Kontaktelement 3) noch immer ein Start des Motors möglich (abhängig von der

Auslegung des Anlassersystems). Der Spannungseinbruch wird ebenfalls vermieden, jedoch wird die zum Starten verfügbare elektrische Leistung stark begrenzt, wodurch der Startvorgang unter Umständen deutlich verzögert wird.

[0078] Beispielsweise beträgt der spezifische elektrische Widerstand des NTC-Elements 2 bei 25°C: $R_{\text{spez},25} = 0,2 \Omega\text{cm}$. Der Nominalwiderstand R_{25} des NTC-Elements 2 bei einer Temperatur von 25°C beträgt beispielsweise $R_{25} = 10 \text{ m}\Omega$. Der B-Wert liegt beispielsweise bei 1650 K. Damit ergibt sich für einen spezifischen elektrischen Widerstand des NTC-Elements 2 bei einer Temperatur von -40°C $R_{\text{spez},-40} = 0,65 \Omega\text{cm}$ und für einen Widerstand des NTC-Elements 2 von 32 mΩ ein elektrischer Widerstand der Verschraubung von vorzugsweise 32 bis 35 mΩ.

[0079] Alternativ zu einer Verschraubung kann auch ein Fixwiderstand oder eine anderes leitfähiges Element mit definiertem elektrischem Widerstand verwendet werden.

[0080] Die Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Im Gegensatz zu dem Bauelement 1 aus der Figur 1 weist das Bauelement 1 gemäß Figur 3 mehrere NTC-Elemente 2 sowie mehrere Kontaktelemente 3 auf.

[0081] Das Bauelement 1 kann bis zu zehn NTC-Elemente 2 aufweisen. Die NTC-Elemente 2 sind jeweils rund bzw. scheibenförmig ausgebildet (siehe Ausführungen zur Figur 1). Die NTC-Elemente 2 sind elektrisch parallel geschaltet.

[0082] Zwischen den NTC-Elementen 2 sind die Kontaktelemente 3 angeordnet. Das Bauelement 1 weist vorzugsweise eine Schichtfolge aus alternierend angeordneten NTC-Elementen 2 und Kontaktelementen 3 (Plus-Kontaktelemente 12b und Minus-Kontaktelemente 12a) auf. Durch die flächige "stapelförmige" Abfolge vom Kontaktelement 3 / NTC-Element 2 / Kontaktelement 3 / NTC-Element 2 usw. wird eine gute thermische Verbindung der einzelnen NTC-Elemente 2 erreicht. Diese gute thermische Verbindung ermöglicht eine gleichmäßige Erwärmung der NTC-Elemente 2.

[0083] Der Durchmesser der NTC-Elemente 2 kann kleiner sein als der Durchmesser des in Figur 1 dargestellten NTC-Elements 2. Das heißt, es werden mehrere kleinere Elemente verbunden. Die Verspannungen reduzieren sich dabei mit der Bauteilgröße des NTC-Elements 2.

[0084] Die Befestigung an den, vorzugsweise die Verschraubung mit den, Batterieanschlüssen erfolgt vorzugsweise auf einem gemeinsamen, isolierenden Körper (beispielsweise einem Distanzhalter 9), um zusätzliche mechanische Spannungen auf die Verbindung zwischen den NTC-Elementen 2 und den Kontaktelementen 3 zu vermeiden.

[0085] Alle weiteren Merkmale des Bauelements 1 gemäß der Figur 3, insbesondere Material, Struktur und Funktionsweise von NTC-Elementen 2 und Kontakt-

elementen 3 sowie deren Verbindung über das Verbindungsmaterial 7 und die Funktionsweise des Bauelements 1 entsprechen den in Zusammenhang mit der Figur 1 beschriebenen Merkmalen.

[0086] Die Figur 4 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0087] Im Folgenden werden nur die Unterschiede zu dem Bauelement 1 aus Figur 1 beschrieben. Insbesondere finden die Merkmale betreffend die Ausführung des NTC-Elements 2 sowie die Verbindung von NTC-Element 2 und Kontaktelementen 3 aus Figur 1 auch für das Bauelement 1 aus Figur 4 Anwendung.

[0088] In diesem Ausführungsbeispiel sind die Kontaktelemente 3 doppelseitig ausgeführt. Auch hier weist das jeweilige Kontaktelement 3 drei Teilbereiche 3a, 3b, 3c auf, wobei zweiter Teilbereich 3b und dritter Teilbereich 3c gleichartig aber in entgegengesetzter Richtung zum ersten Teilbereich 3a ausgeführt sind.

[0089] Der erste Teilbereich 3a liegt an der Oberseite bzw. Unterseite des NTC-Elements 2 auf und verläuft parallel zu der Oberseite bzw. Unterseite des NTC-Elements 2 bzw. zur Längsachse L. Die Länge bzw. horizontale Ausdehnung des NTC-Elements 2 ist kleiner oder gleich der Länge oder horizontalen Ausdehnung des ersten Teilbereichs 3a. Vorzugsweise ist die Länge des ersten Teilbereichs 3a in diesem Ausführungsbeispiel größer als die Länge des ersten Teilbereichs 3a gemäß dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel. Die Länge des ersten Teilbereichs 3a beträgt beispielsweise 18 mm. Der Durchmesser des NTC-Elements 2 beträgt beispielsweise kleiner oder gleich 14 mm, z.B. 13,75 mm.

[0090] Der zweite und dritte Teilbereich 3b, 3c schließen sich jeweils an einen Seitenbereich bzw. Randbereich des ersten Teilbereichs 3a an. Mit anderen Worten, links und rechts an den ersten Teilbereich 3a angrenzend sind jeweils der zweite Teilbereich 3b und der dritte Teilbereich 3c ausgebildet.

[0091] Der zweite Teilbereich 3b und der dritte Teilbereich 3c schließen jeweils einen Winkel mit Längsachse L ein. Der zweite und dritte Teilbereich 3b, 3c schließen vorzugsweise jeweils einen Winkel von $\leq 90^\circ$, beispielsweise 60° , mit der Längsachse L ein. Sowohl der zweite Teilbereich 3a als auch der dritte Teilbereich 3c verlaufen von der Längsachse L weg. Ein vertikaler Abstand von einem Endbereich 13 des dritten Teilbereichs 3c bzw. des zweiten Teilbereichs 3b zu dem NTC-Element 2 beträgt beispielsweise kleiner oder gleich 18 mm, beispielsweise 15 mm.

[0092] Das Bauelement 1 ist spiegelsymmetrisch um die Achse L ausgeführt. Das jeweilige Kontaktelement 3 ist ferner spiegelsymmetrisch um eine vertikale Achse V ausgebildet.

[0093] Durch die oben beschriebene Ausführung kann z.B. der elektrische und thermische Widerstand der Kontaktelemente 3 bei gleichem Kontaktmaterial halbiert werden. Ein weiterer Vorteil dieser Ausführung ist die

Vermeidung unterschiedlicher Temperaturen im NTC-Element 2 durch "einseitige" Wärmeabfuhr über die Kontaktelemente 3 wie beispielsweise bei der Ausführung gemäß Figur 1.

5 **[0094]** Alle weiteren Merkmale des Bauelements 1 gemäß der Figur 4 entsprechen den in Zusammenhang mit der Figur 1 beschriebenen Merkmalen.

[0095] Die Figur 5 zeigt eine perspektivische Ansicht einer möglichen Kontaktierung des elektronischen Bauelements gemäß Figur 4.

10 **[0096]** Das Bauelement 1 ist herbei in ein Gehäuse 6 eingebracht. Das Gehäuse 6 ist rahmenförmig ausgebildet. Durch das Gehäuse 6 wird das Bauelement 1 mittels einem isoliertem, flexiblem Kupferkabel (nicht explizit dargestellt) kontaktiert (verschraubt, verklemt oder ähnliches). Die Kontaktierung erfolgt dabei wie in Zusammenhang mit der Figur 2 beschrieben über die Mutter 10, die Gewindestange 11, welche in die Aussparung 8 des jeweiligen Kontaktelements 3 eingebracht wird, sowie der elektrisch leitenden Verbindung der Kontaktelemente 3 mit Kabelschuhen, in denen die Kupferkabel eingebracht werden. Die Kupferkabel werden dabei über Aussparungen 6a an einer Oberseite und einer Unterseite des Gehäuses 6 in das Gehäuse 6 eingeführt.

25 **[0097]** Das Gehäuse 6 weist eine mechanische Zugentlastung 4 für die Kupferkabel auf. Die Zugentlastung 4 kann beispielsweise an einer Oberseite und an einer Unterseite 4 des Gehäuses 6 angeordnet sein. Bei mechanischem Zug auf die Kupferkabel sorgt die Zugentlastung 4 dafür, dass keine oder nur geringfügige Kräfte auf das Bauelement 1 und insbesondere das Verbindungsmaterial 7 wirken. Das Bauelement 1 wird folglich durch die Zugentlastung 4 vorzugsweise spannungslos gehalten.

30 **[0098]** Die Figur 6 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0099] Im Wesentlichen entspricht das Bauelement 1 dem Bauelement 1 aus Figur 4. Jedoch sind in diesem Ausführungsbeispiel die Kontaktelemente 3 nicht spiegelsymmetrisch zur Längsachse L angeordnet. Vielmehr sind die Kontaktelemente 3 zueinander um 90° versetzt. Damit kann unterschiedlichen Einbausituationen Rechnung getragen werden.

45 **[0100]** Alle weiteren Merkmale des Bauelements 1 gemäß der Figur 6 entsprechen den in Zusammenhang mit der Figur 4 beschriebenen Merkmalen.

[0101] Die Figur 7 zeigt eine perspektivische Darstellung eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

50 **[0102]** Im Wesentlichen entspricht das Bauelement 1 dem Bauelement 1 aus Figur 6. Jedoch weist das Bauelement 1 gemäß Figur 7 mehrere NTC-Elemente 2 sowie mehrere Kontaktelemente 3 auf. Das Bauelement 1 kann bis zu zehn NTC-Elemente 2 aufweisen, die jeweils rund bzw. scheibenförmig ausgebildet und elektrisch parallel geschaltet sind. Zwischen den NTC-Elementen 2 sind die Kontaktelemente 3 angeordnet. Das

Bauelement 1 weist also wie bereits in Zusammenhang mit der Figur 3 beschrieben eine Schichtfolge aus alternierend angeordneten NTC-Elementen 2 und Kontaktelementen 3 auf.

[0103] Die Figur 8 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Die Figur 9 zeigt ferner eine Draufsicht auf einen Teilbereich des elektronischen Bauelements gemäß Figur 8.

[0104] Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß der Figur 1 kommt dabei ein NTC-Element 2 zum Einsatz, welches durch Sägen oder Ritzen in kleinere NTC-Elemente bzw. Segmente 2a geteilt bzw. segmentiert wurde. Das NTC-Element 2 weist eine Vielzahl von Segmenten 2a auf.

[0105] Zur Ausbildung der Segmente 2a weist das NTC-Element 2 anders als in Figur 1 vorzugsweise eine rechteckige Form auf. Beispielsweise weist das NTC-Element 2 eine Breite und eine Höhe von jeweils kleiner oder gleich 13 mm, beispielsweise 12,7 mm auf. Das jeweilige Segment 2a ist ebenfalls vorzugsweise rechteckig ausgeführt. Vorzugsweise weist das jeweilige Segment 2a eine Länge sowie eine Breite von jeweils ca. 2 mm auf.

[0106] Auch die Kontaktelemente 3 sollten für diese Ausführung rechteckig ausgeführt werden. So wird das jeweilige Kontaktelement gemäß der Figuren 8 und 9 aus drei rechteckigen Teilbereichen 3a, 3b, 3c gebildet. Die drei Teilbereiche weisen vorzugsweise die gleiche Länge, beispielsweise 15 mm, auf.

[0107] Zwischen den einzelnen Segmenten 2a sind Spalten bzw. Dehnungsfugen 15 ausgebildet (siehe Figur 9). Die Dehnungsfugen 15 weisen eine Breite von 0,05 mm bis 0,2 mm, beispielsweise 0,1 mm auf. Durch diese Dehnungsfugen 15 werden geringere thermische Verspannungen im NTC-Element 2 während des bestimmungsgemäßen Betriebes aufgebaut.

[0108] Für die Herstellung dieser Ausführungsvariante bietet sich die keramische Vielschichttechnologie an, bei der ein NTC-Substrat aus verstackelten keramischen Folien vor oder nach dem Metallisieren durch so genanntes "Dicing" segmentiert wird. Alle weiteren Merkmale entsprechen den in Zusammenhang mit der Figur 1 beschriebenen Merkmalen.

[0109] Die Figur 10 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Die Figur 11 zeigt eine Draufsicht auf einen Teilbereich des elektronischen Bauelements gemäß der Figur 10.

[0110] Dieses Ausführungsbeispiel kombiniert Merkmale der Ausführungsbeispiele gemäß der Figuren 4 sowie 8 und 9. Insbesondere sind die Kontaktelemente 3 - wie in Zusammenhang mit der Figur 4 - beschrieben doppelseitig ausgeführt. Das NTC-Element 2 ist - wie in Zusammenhang mit den Figuren 8 und 9 beschrieben - in einzelne Segmente 2a aufgetrennt. Alle weiteren Merkmale entsprechen den in Zusammenhang mit den Figuren 4, 8 und 9 beschriebenen Merkmalen.

[0111] Die Figur 12 zeigt eine schematische Schnittansicht eines elektronischen Bauelements gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel. Die Figur 13 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Teilbereichs des elektronischen Bauelements gemäß Figur 12.

[0112] In diesem Ausführungsbeispiel sind die Kontaktelemente 3 wie in Zusammenhang mit Figur 4 beschrieben doppelseitig ausgebildet. Zwischen dem ersten Teilbereich 3a der Kontaktelemente 3 ist das NTC-Element 2 angeordnet und über das Verbindungsmaterial 7 elektrisch leitend und thermisch mit den Kontaktelementen 3 verbunden.

[0113] In diesem Ausführungsbeispiel ist die Verschraubung im Gegensatz zu der Verschraubung gemäß Figur 2 isolierend ausgeführt. Dafür ist das NTC-Element 2 ringförmig ausgeführt. Mit anderen Worten, das NTC-Element 2 weist in eine runde, durchgängige Aussparung auf. Auch der erste Teilbereich 3a des jeweiligen Kontaktelements 3 weist in diesem Ausführungsbeispiel eine Aussparung auf. Die Aussparungen von Kontaktelementen 3 und NTC-Element 2 sind dazu ausgebildet und angeordnet die isolierende Verschraubung der Kontaktelemente 3 zu ermöglichen. Insbesondere sind die Aussparungen dazu vorgesehen, eine Gewindestange 11 zur Verschraubung der Kontaktelemente 3 einzubringen.

[0114] Auf einer Außenfläche des ersten Teilbereichs 3a ist jeweils ein Distanzhalter 9 angeordnet, der eine Aussparung 9a aufweist (Figur 13). Der jeweilige Distanzhalter ist beispielsweise eine PTFE Scheibe. Der jeweilige Distanzhalter weist beispielsweise einen Durchmesser von 15 mm auf. Ein Distanzhalter 9 ist dabei auf einer Oberseite des ersten Teilbereichs 3a des ersten bzw. oberen Kontaktelements 3 angeordnet. Ein weiterer Distanzhalter 9 ist auf einer Unterseite des ersten Teilbereichs 3a des zweiten bzw. unteren Kontaktelements 3 angeordnet. Auf den Distanzhaltern 9 ist jeweils eine Mutter 10 angeordnet. Die Gewindestange 11 wird durch die Muttern 10, die Aussparungen in den Distanzhaltern 9, dem NTC-Element 2 und den Kontaktelementen 3 zur Verschraubung der Kontaktelemente 3 geführt. Zwischen der Gewindestange 11 und dem NTC-Element 2 ist ein isolierendes Element 14 in die Aussparung des NTC-Elements 2 eingebracht. Das isolierende Element 14 kann beispielsweise AlO_x aufweisen. Beispielsweise ist das isolierende Element 14 ein AlO_x Röhrcchen. Damit wird eine isolierend ausgeführte Verschraubung des Bauelements 1 ermöglicht.

[0115] Die elektrische Kontaktierung des Bauelements 1 erfolgt wiederum wie in Zusammenhang mit der Figur 2 beschrieben über die elektrisch leitende Verbindung der Kontaktelemente 3 mit den Batterieleitungen über die Kabelschuhe 5. Die Kabelschuhe sind dabei über die Aussparungen 8 der Kontaktelemente 3 mit den Kontaktelementen 3 verschraubt.

[0116] Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede

Kombination von Merkmalen was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

[0117]

- 1 Elektronisches Bauelement
- 2 NTC-Element / NTC-Keramik
- 2a Segment
- 3 Kontakt / Kontaktelement
- 3a Erster Teilbereich
- 3b Zweiter Teilbereich
- 3c Dritter Teilbereich
- 4 Zugentlastung
- 5 Kabelschuh
- 6 Gehäuse
- 6a Aussparung
- 7 Verbindungsmaterial
- 8 Aussparung
- 9 Distanzhalter
- 9a Aussparung
- 10 Mutter
- 11 Gewindestange
- 12a Minus-Kontaktelement
- 12b Plus-Kontaktelement
- 13 Endbereich
- 14 Isolierendes Element
- 15 Dehnungsfuge

- L Längsachse
- V Vertikale Achse

Patentansprüche

1. Elektronisches Bauelement (1) zur Einschaltstrombegrenzung aufweisend
 - wenigstens ein NTC-Element (2),
 - wenigstens zwei elektrisch leitende Kontaktelemente (3), wobei das NTC-Element (2) über ein Verbindungsmaterial (7) elektrisch leitend mit dem jeweiligen Kontaktelement (3) verbunden ist und wobei der thermische Ausdehnungskoeffizient des jeweiligen Kontaktelements (3) an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des NTC-Elements (2) angepasst ist, wobei das Kontaktelement (3) Kupfer aufweist und wobei das Kontaktelement (3) Invar oder Kovar aufweist.
2. Elektronisches Bauelement (1) nach Anspruch 1, wobei das NTC-Element (2) eine Oberseite und eine Unterseite aufweist, und wobei die Oberseite und die Unterseite zumindest teilweise durch das jeweilige

Kontaktelement (3) elektrisch leitend kontaktiert sind.

3. Elektronisches Bauelement (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Kontaktelement (3) einen Materialverbund aufweist.
4. Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Kontaktelement (3) einen Lagenaufbau von Kupfer - Invar - Kupfer mit einem Dickenverhältnis von $10\% \leq \text{Kupfer} \leq 30\%$ - $50\% \leq \text{Invar} / \text{Kovar} \leq 80\%$ - $10\% \leq \text{Kupfer} \leq 30\%$ aufweist.
5. Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Verbindungsmaterial (7) Sintersilber aufweist.
6. Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das NTC-Element (2) zwei, drei oder mehr Segmente (2a) aufweist.
7. Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das NTC-Element (2) bei einer Temperatur von 25°C einen Nominalwiderstand $R_{25} \leq 1 \Omega$ aufweist.
8. Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der spezifische elektrische Widerstand des NTC-Elements (2) in einem Grundzustand des elektronischen Bauelements (1) $\leq 2 \Omega\text{cm}$ ist.
9. Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Kontaktelement (3) eine Dicke d aufweist, und wobei $0,3 \text{ mm} \leq d \leq 0,8 \text{ mm}$.
10. Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das NTC-Element (2) eine Dicke d aufweist, und wobei $100 \mu\text{m} \leq d \leq 600 \mu\text{m}$.
11. Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, aufweisend eine Vielzahl von NTC-Elementen (2) und Kontaktelementen (3), wobei die NTC-Elemente (2) zueinander parallel geschaltet sind.
12. Elektronisches Bauelement (1) nach Anspruch 11, wobei die NTC-Elemente (2) stapelförmig übereinander angeordnet sind, wobei zwischen zwei benachbarten NTC-Elementen (2) jeweils ein Kontaktelement (3) angeordnet ist und wobei die NTC-Ele-

mente (2) über die Kontaktelemente (3) thermisch aneinander gekoppelt sind.

- 13.** Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, 5
- wobei das NTC-Element (2) die Zusammensetzung $\text{La}_{(1-x)}\text{EA}_{(x)}\text{Mn}_{(1-a-b-c)}\text{Fe}_{(a)}\text{Co}_{(b)}\text{Ni}_{(c)}\text{O}_{(3 \pm \delta)}$ aufweist, 10
- wobei $0 \leq x \leq 0,5$ und $0 \leq (a+b+c) \leq 0,5$ und wobei EA ein Erdalkali-Element und δ eine Abweichung von einem stöchiometrischen Sauerstoffverhältnis bezeichnet, wobei das Erdalkali-Element (EA) ausgewählt ist aus Magnesium, Calcium, Strontium oder Barium und/oder wobei $|\delta| \leq 0,5$ beträgt. 15
- 14.** Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, 20
- wobei das NTC-Element (2) einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen 7 ppm / K und 10 ppm / K aufweist.
- 15.** Elektronisches Bauelement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, 25
- aufweisend ein Befestigungselement (10, 11), wobei das Befestigungselement (10, 11) einen elektrischen Widerstand aufweist welcher gleich bzw. nur geringfügig höher ist, als der Widerstand des NTC-Elements (2) bei tiefen Betriebs-temperaturen. 30
- 16.** Verwendung eines elektronischen Bauelements (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 für Start- / Stopp- Systeme im Automobilbereich. 35
- 17.** Verwendung eines elektronischen Bauelements (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 für Ströme bis 1000 A bei Gleichspannung in 12 V und 24 V Netzen. 40

45

50

55

60

FIG 1

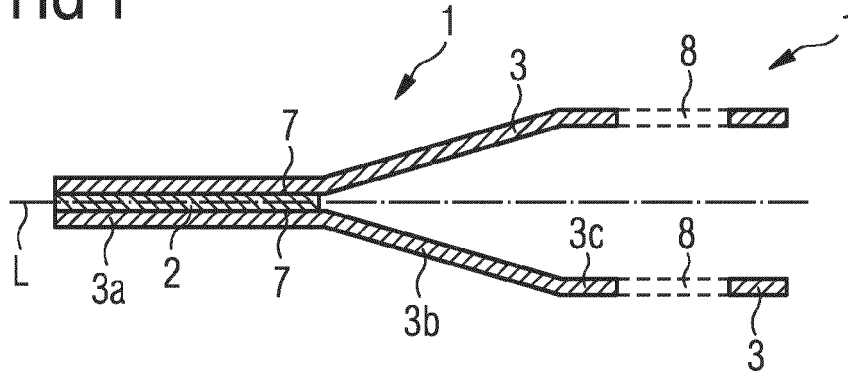


FIG 2

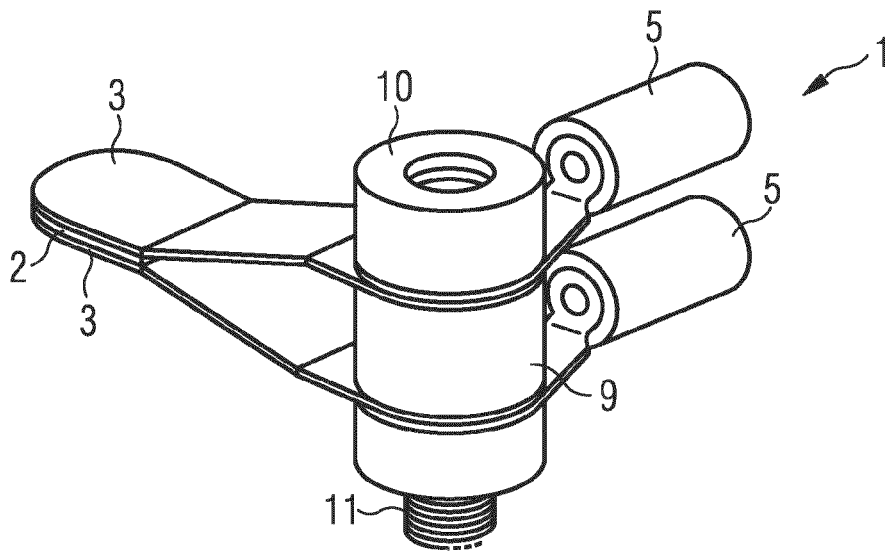


FIG 3

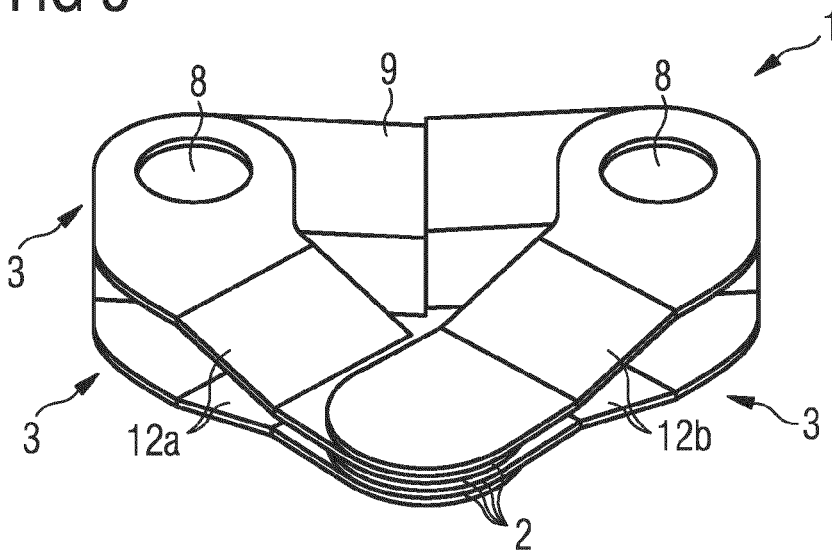


FIG 4

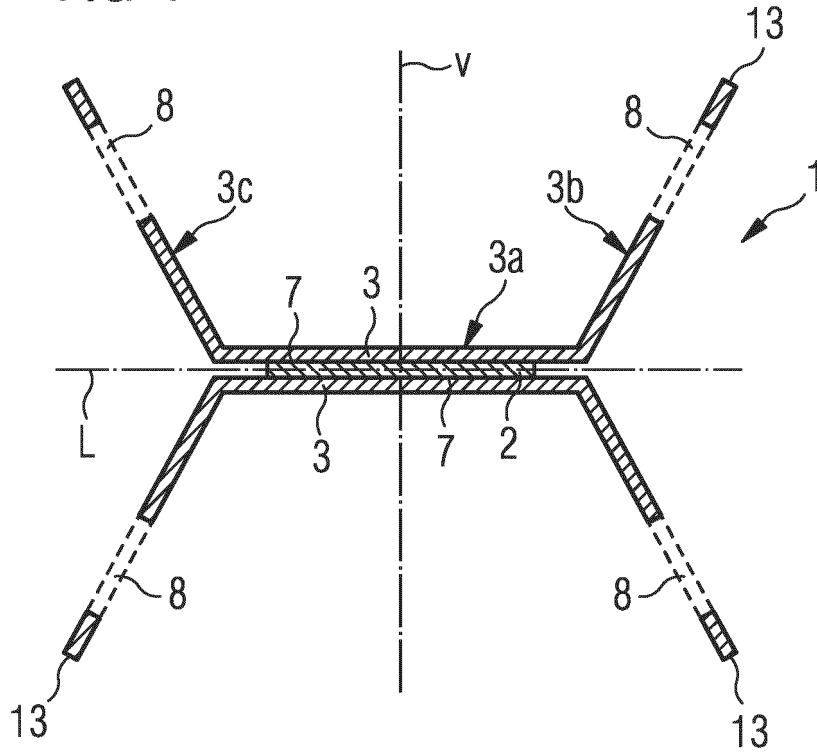


FIG 5

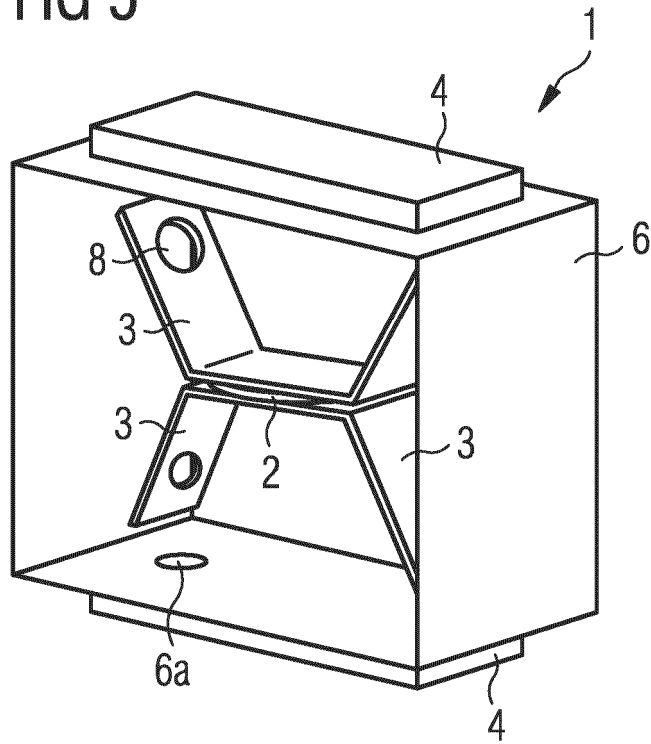


FIG 6

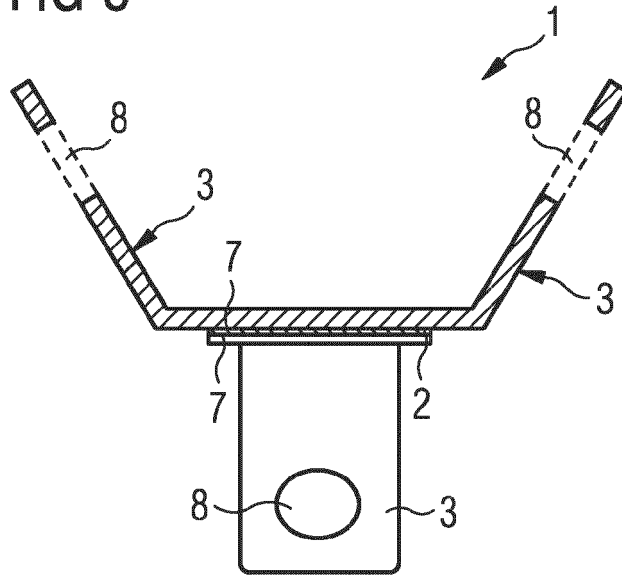


FIG 7

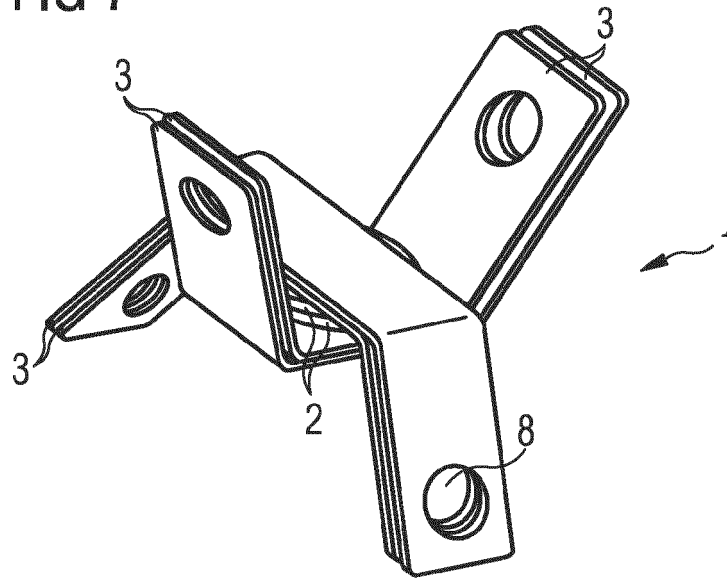


FIG 8

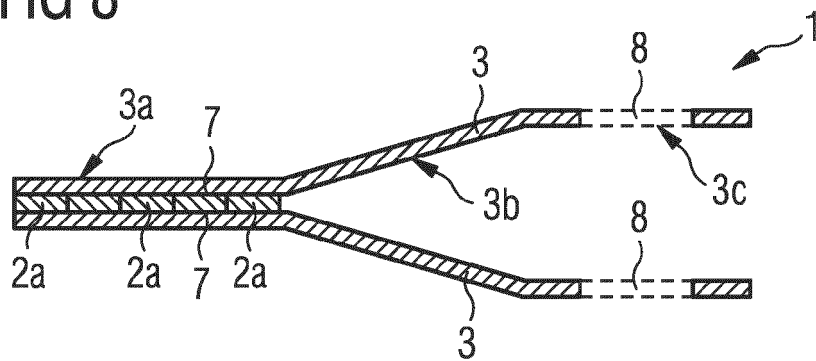


FIG 9

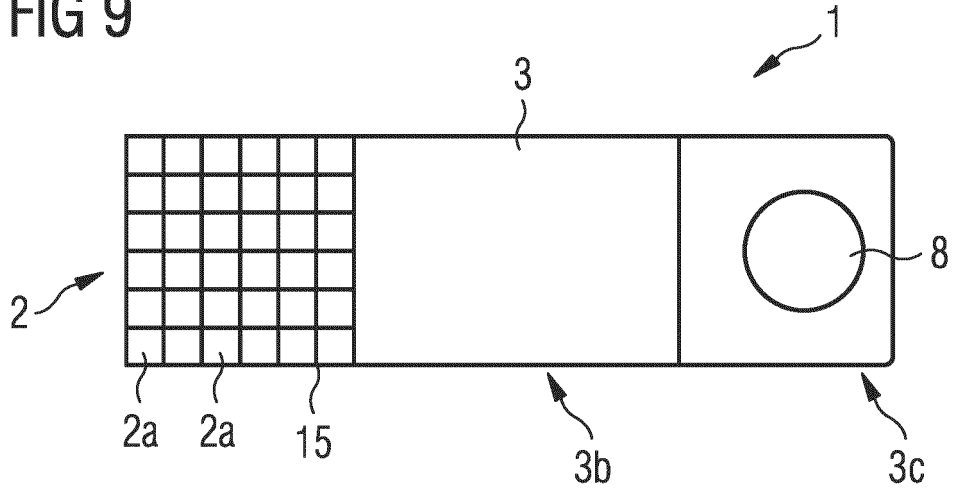


FIG 10

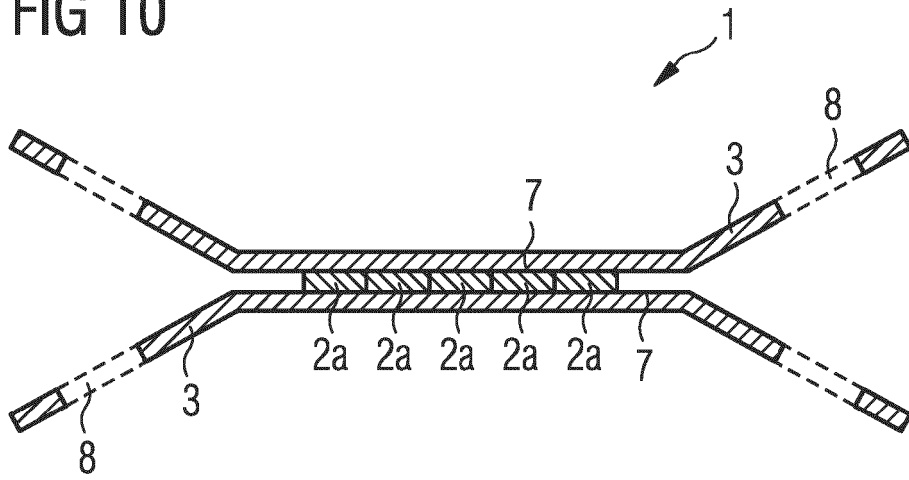


FIG 11

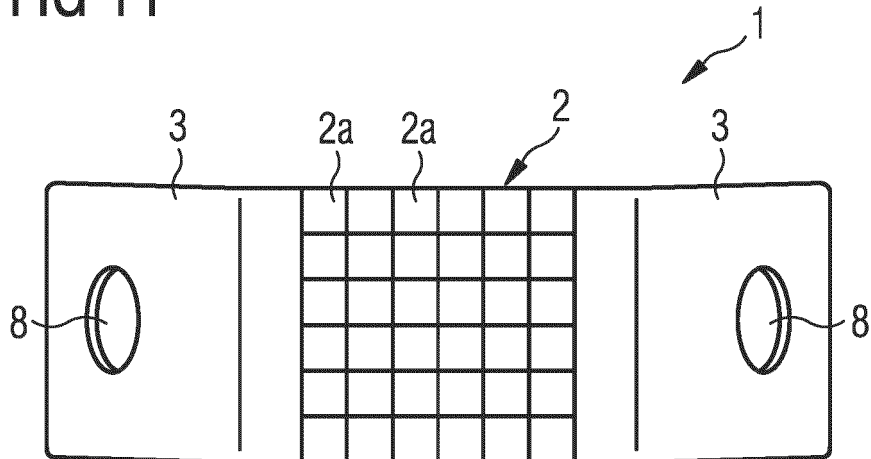


FIG 12

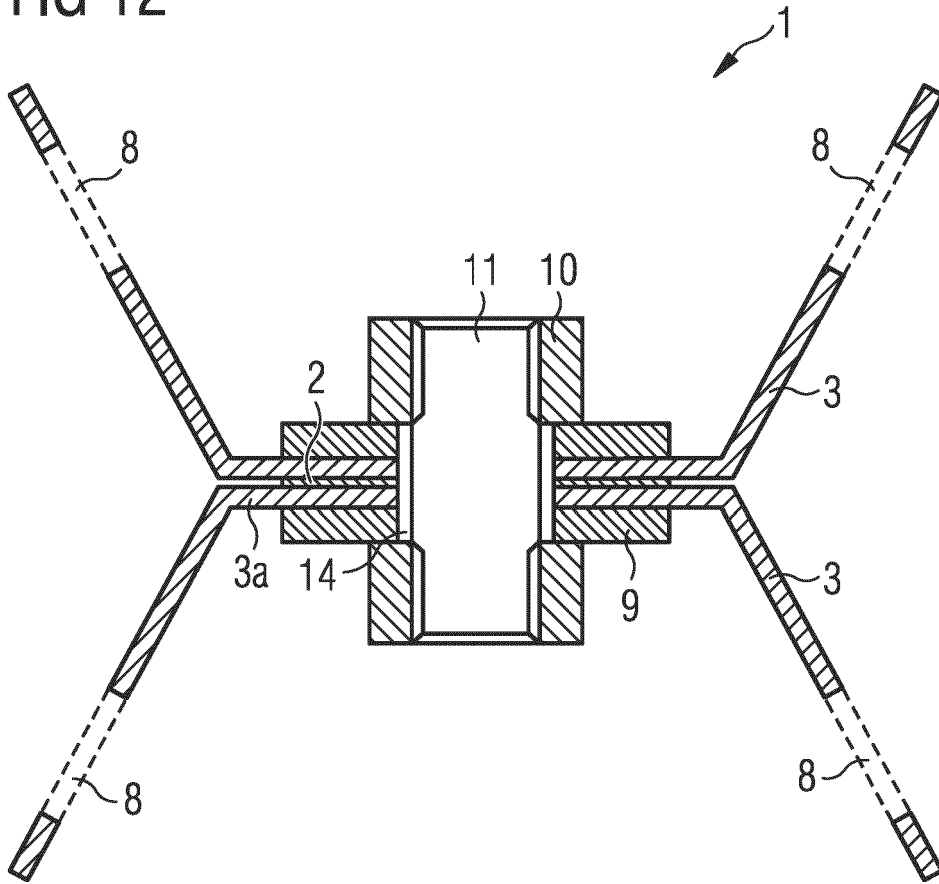


FIG 13

