

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Mai 2020 (22.05.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2020/099052 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01F 41/02 (2006.01) H01F 41/16 (2006.01)  
H01F 3/02 (2006.01)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/077887

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Oktober 2019 (15.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
18206780.1 16. November 2018 (16.11.2018) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München  
(DE).

(72) Erfinder: SCHUH, Carsten; Heideweg 9, 85598 Baldham  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,  
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: PRINTED ELECTRICAL STEEL

(54) Bezeichnung: GEDRUCKTES ELEKTROBLECH

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing an electrical steel from a printing paste, having the following steps: a) applying a printing paste to a substrate by a printing method; b) drying the printing paste on the substrate; c) transferring the dried printing paste from the substrate to a sintering underlay; d) thermally treating the printing paste on the sintering underlay; and e) separating the thermally treated printing paste from the sintering underlay. The invention also relates to an electrical steel produced by this method for use in a rotating or stationary electrical machine.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Elektrolechs aus einer Druckpaste mit den folgenden Schritten: a) Aufbringen einer Druckpaste auf einem Substrat mittels eines Druckverfahrens, b) Trocknen der sich auf dem Substrat befindlichen Druckpaste, c) Transferieren der getrockneten Druckpaste vom Substrat auf eine Sinterunterlage, d) Thermische Behandlung der sich auf der Sinterunterlage befindlichen Druckpaste, und e) Trennen der thermisch behandelten Druckpaste von der Sinterunterlage. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein nach diesem Verfahren hergestelltes Elektrolech zur Verwendung in einer rotierenden oder stationären elektrischen Maschine.



WO 2020/099052 A1

Beschreibung

Gedrucktes Elektroblech

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Elektroblechs aus einer Druckpaste. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein mittels des genannten Verfahrens hergestelltes Elektroblech.

10 Elektrische Maschinen bestehen aus verschiedenartig angeordneten Wicklungen, die vom elektrischen Strom durchflossen werden. Der dabei auftretende magnetische Fluss wird in einem magnetischen Kreis, der auch als Eisenkern bezeichnet wird, gezielt geführt. Dieser Kern besteht aus Materialien, die den  
15 magnetischen Fluss gut leiten können, beispielsweise aus geschichtetem Elektroblech. Die Schichtung dient zur Vermeidung von unerwünschten Wirbelströmen.

Standardkerne werden aus gestanzten Einzelblechen hergestellt, die früher durch einseitig aufgeklebte Papierschichten, in modernerer Form durch chemisch aufgebraachte Phosphatierungsschichten isoliert sind. Die Blechstärke für normale  
20 Anwendungen ist häufig bei 0,5 mm. Für elektrische Übertrager von höheren Frequenzen oder besonders verlustarme Geräte werden dünnere Bleche mit 0,35 mm Stärke verwendet. Schnittband-  
25 und Ringkerne werden oft aus noch dünneren und ebenfalls isolierten Bändern gewickelt.

Ein neues Verfahren zur Herstellung von Elektroblechen für  
30 elektrische Maschinen stellen der Schablonendruck und der Siebdruck dar. Hierbei wird ausgehend von Metallpulvern zunächst eine Druckpaste erzeugt. Diese wird dann mittels der Schablonen- bzw. Siebdrucktechnik auf eine Trägerplatte aufgedruckt. Die Druckpaste wandelt sich anschließend in eine  
35 Dickschicht um, die auch als Grünkörper bezeichnet wird. Anschließend wird der entstandene Grünkörper durch thermische Behandlung in einen metallischen, strukturierten Körper überführt.

Die Druckpaste wird dabei herkömmlicherweise auf eine Trägerplatte, die beispielsweise aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  besteht, aufgebracht. Es ist bekannt, ein Streumittel, beispielsweise ein  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -  
5 Pulver, vor dem Auftragen der Druckpaste auf die Trägerplatte flächig aufzubringen, um das Trennen der thermisch behandelten Druckpaste von der Trägerplatte zu erleichtern. Auf die so vorbereitete Trägerplatte wird direkt per Schablonen- oder  
10 Siebdruck die Druckpaste aufgedruckt, getrocknet und anschließend thermisch weiterverarbeitet.

Eine Herausforderung bei dem genannten Verfahren ist, eine Trägerplatte und gegebenenfalls ein Streumittel zu finden, dass sowohl für den Schablonen- bzw. Siebdruck als auch für  
15 die anschließende thermische Behandlung der Druckpaste geeignete Eigenschaften aufweist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diese Herausforderung zu meistern.  
20

Die Erfindung ergibt sich aus den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben  
25 sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den folgenden Schritten:

- 30 a) Aufbringen einer Druckpaste auf einem Substrat mittels eines Druckverfahrens,
- b) Trocknen der sich auf dem Substrat befindlichen Druckpaste,
- c) Transferieren der getrockneten Druckpaste vom Substrat  
35 auf eine Sinterunterlage,
- d) Thermische Behandlung der sich auf der Sinterunterlage befindlichen Druckpaste, und

e) Trennen der thermisch behandelten Druckpaste von der Sinterunterlage.

Im Gegensatz zu der bekannten Herangehensweise bei der Herstellung eines sieb- oder schablonengedruckten Elektroblechs versucht die vorliegende Erfindung gerade nicht, die Trägerplatte, auf der die Druckpaste aufgedruckt, getrocknet und thermisch behandelt wird, so auszugestalten, dass sie sowohl für den Druckvorgang als auch für die thermische Behandlung optimale Eigenschaften hat. Stattdessen wird ein völlig anderer Ansatz vorgeschlagen: Nach dem Drucken und Trocknen der Druckpaste auf der Trägerplatte wird die getrocknete Druckpaste von derselben gelöst und auf eine andere Unterlage transferiert. Auf dieser separaten Unterlage findet anschließend die thermische Behandlung der Druckpaste statt. Es gibt folglich zwei „Trägerplatten“: eine erste Trägerplatte, die im Folgenden als „Substrat“ bezeichnet wird und auf der der Druck- und Trockenvorgang der Druckpaste stattfindet, und eine zweite Trägerplatte, die im Folgenden als „Sinterunterlage“ bezeichnet wird und auf der die thermische Behandlung der getrockneten Druckpaste durchgeführt wird.

Ein Vorteil dieses Ansatzes besteht darin, dass die Sinterunterlage primär bezüglich der thermischen Behandlung der Druckpaste optimiert werden kann und das Substrat primär bezüglich des Schablonen- oder Siebdrucks.

Konkret können beispielsweise Oberflächeneigenschaften des Substrats, wie Rauigkeit, Planarität (auch als Planizität bezeichnet) und Saugfähigkeit bzgl. der organischen Bestandteile und des Lösungsmittels der Druckpaste so ausgewählt werden, dass eine gewünschte Benetzung, Haftung oder Kontaktwinkel der Druckpaste relativ zum Substrat erreicht wird. Als Folge davon können wiederum unter anderem eine Verbesserung der Kantensteilheit und Präzision der gedruckten Strukturen erreicht werden.

Weitere Vorteile der Trennung bzw. Parallelisierung des Druckvorgangs und der thermischen Behandlung sind die Reduzierung des Bedarfs an Sinterunterlagen und eine Verbesserung der Auslastung des Siebdruckers und Sinterofens. Zum einen besteht nämlich die Möglichkeit zum Stapelsintern, d.h. es werden mehrere Grünteile übereinander auf eine Sinterunterlage gestapelt. Zum anderen können, wenn beispielsweise der Siebdrucker Probleme macht, aus einem Pufferlager trotzdem weiter Grünteile dem Sinterofen zugeführt werden.

Zur Vermeidung etwaiger Missverständnisse folgt eine Klarstellung bezüglich der in dieser Patentanmeldung verwendeten Begrifflichkeit „Elektroblech“:

Als „Elektrobleche“ werden im Rahmen dieser Patentanmeldung nicht nur gewalzte Bleche wie aus dem Stand der Technik bekannt, sondern auch Formkörper, die mittels Drucktechniken erzeugt wurden und die die Funktion und Eigenschaften von herkömmlichen Elektroblechen aufweisen, bezeichnet. Sieb- oder schablonengedruckte Elektrobleche können auch als „Materiallagen“ bezeichnet werden; dieser Begriff ist als Synonym zu „Elektroblechen“ zu sehen. Elektrobleche werden in Fachkreisen auch als „Magnetbleche“ oder, je nach Verwendungszweck, als Dynamo- oder Motorenbleche bzw. Transformatorenbleche bezeichnet.

Das in Schritt a) des Verfahrens erwähnte Druckverfahren umfasst insbesondere Siebdruckverfahren und Schablonendruckverfahren.

Der Siebdruck ist ein Druckverfahren, bei dem eine Druckpaste mit einem Rakel durch ein Sieb, z.B. ein feinmaschiges Gewebe, hindurch auf das zu bedruckende Material, hier das Substrat, gedruckt wird. An denjenigen Stellen des Gewebes, wo dem Druckbild entsprechend keine Druckpaste gedruckt werden soll, werden die Maschenöffnungen des Gewebes durch eine Schablone undurchlässig gemacht. Das Gewebe trägt die Schab-

lone aus Kunststoff, zu deren Herstellung die gesamte Fläche des gespannten Gewebes mit einem Fotopolymer beschichtet und über einen positiven Film mit dem zu druckenden Motiv belichtet wird. Das Fotopolymer erhärtet an den nicht zu druckenden Stellen, das unbelichtete Material wird ausgewaschen. Beim Druckvorgang tritt die Druckpaste nur dort durch das Gewebe, wo dieses freigewaschen wurde.

Beim Schablonendruck ohne tragendes Sieb muss die Schablone selbst ausreichend fest sein und ist beispielsweise aus Stahl gefertigt und direkt in den Rahmen gespannt. Die möglichen Druckbilder sind beim Schablonendruck jedoch eingeschränkt.

Das Substrat, auf dem die Druckpaste gedruckt wird, kann selbsttragend, als z.B. plattenförmig, sein. Alternativ sind auch flexible Substrate möglich, wie etwa Folien.

Die Druckpaste basiert in der Regel auf einem Metallpulver.

Der Schritt b) des Verfahrens, nämlich das Trocknen der Druckpaste, wird beispielsweise mittels einer kontrollierten, insbesondere temperierten, Gasströmung zum Abtransport flüchtiger Stoffe realisiert. Hierfür kann vorzugsweise Luft oder Inertgas als Medium verwendet werden. Als Folge davon evaporieren die in der Druckpaste enthaltenen Lösungsmittel. Unter Umständen ist hierbei eine Temperaturerhöhung der gedruckten Paste notwendig. Optional finden neben der Evaporation der Lösungsmittel auch chemische Vernetzungsreaktionen etwaiger in der Druckpaste enthaltenen organischen Binder statt. Eine wichtige Rolle spielen dabei eine möglichst homogene Temperaturverteilung in der Druckpaste und ein langsames Aufheizen ohne Blasenbildung des Lösungsmittels.

In Abhängigkeit von der Dicke der gedruckten Schicht ist eine Dauer von 2 bis 20 min des Trocknungsvorgangs empfehlenswert. Nach Ende des Verfahrensschritts b), d.h. nach dem Trocknen der Druckpaste, ist die Dicke der Druckschicht in der Regel um ca. 10% bis 50% geringer als vor dem Schritt b).

Im Schritt c) des Verfahrens wird die getrocknete Druckpaste, die auch als Grünling, Grünteil oder Grünkörper bezeichnet wird, vom Substrat auf eine Sinterunterlage transferiert.

5 Dies kann durch Lösen des Grünlings vom Substrat oder durch Lösen des Substrats vom Grünling (falls es sich beim Substrat beispielsweise um eine Folie handelt) oder ein beiderseitiges Trennen der beiden Körper voneinander erfolgen. Anschließend wird der getrennte Grünling vom Ort des Substrats zum Ort,  
10 dem die thermische Behandlung stattfindet, transportiert. Letzterer kann beispielsweise ein Sinterofen sein. Schließlich wird der Grünling auf eine Sinterunterlage gelegt.

Um die Trennung von Substrat und Grünling zu erleichtern bzw.  
15 zu verbessern, kann das Substrat, das beispielsweise platten- oder folienförmig ausgestaltet ist, eine Trennschicht und/oder ein Trenn-/Gleitmittel aufweisen. Als Trennschicht kommt z.B. eine Folie, die Polytetrafluorethylen (PTFE; auch bekannt unter dem Handelsnamen Teflon der Firma DuPont), Polyethylenterephthalat (PET; z.B. Hostaphan®-Folien der Firma  
20 Mitsubishi Polyester Film), Silikon oder Metall aufweist, in Frage. Als Trenn-/Gleitmittel kommen beispielsweise Antihaf- oder Haftmittel, Benetzungs-Promoter und ähnliche Stoffe in Frage.

25

In Schritt d) des Verfahrens findet eine thermische Behandlung des Grünlings statt. Hierzu wird die transferierte, getrocknete Druckpaste erhitzt.

30 Die thermische Behandlung kann generell in zwei Teilschritte untergliedert werden. Während des ersten Teilschritts, der Entbinderung, werden überschüssige organische Binder und Additive, die in der Druckpaste enthalten waren und die der Grünling noch enthält, zersetzt und entweichen im Wesentlichen rückstandslos. Der resultierende Formkörper wird auch  
35 als „Braunling“ bezeichnet.

Während des zweiten Teilschritts, der Sinterung, wird der Braunling auf eine Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur, vorzugsweise im Bereich 80% - 90% der Schmelztemperatur, erwärmt, bei der die Struktur des Elektroblechs durch Schließen der restlichen Poren verdichtet wird. Ein sieb- oder schablonengedrucktes Elektroblech unterscheidet sich strukturell von einem gewalzten Elektroblech dadurch, dass die Materialdichte des gedruckten Elektroblechs in der Regel derzeit  
5  
dennoch immer noch signifikant geringer als die des gewalzten Elektroblechs ist.  
10

Insgesamt wird der Grünling vorteilhafterweise für eine Zeit zwischen 120 und 900 Minuten auf eine Temperatur von maximal 80% - 90% der Schmelztemperatur des Grünlings erhitzt.  
15

Im letzten Schritt e) des Verfahrens wird die thermisch behandelte Druckpaste, also das fertige Elektroblech, von der Sinterunterlage gelöst bzw. dieselbe vom Elektroblech gelöst. Der Sinterofen kann vorteilhafterweise sofort mit dem nächsten Grünling bestückt werden, d.h. der nächste Grünling kann vorteilhafterweise sofort auf die freigewordene Sinterunterlage transferiert werden.  
20

Ein sieb- oder schablonengedrucktes Elektroblech unterscheidet sich strukturell von einem gewalzten Elektroblech unter anderem dadurch, dass die Materialdichte eines gedruckten Elektroblechs in der Regel signifikant geringer als die eines gewalzten Elektroblechs ist. Des Weiteren gibt es in der Regel auch erhebliche Unterschiede in der Mikrostruktur, d.h. dem Gefüge eines gedruckten Elektroblechs im Vergleich zu einem gewalzten Elektroblech. Beispielfhaft sind hierbei die Walztextur und Korngröße im Elektroblech zu nennen.  
25  
30

Um die Trennung des fertigen Elektroblechs von der Sinterunterlage zu erleichtern kann entweder diejenige Oberfläche des Grünlings, die für den Kontakt mit der Sinterunterlage vorgesehen ist, oder diejenige Oberfläche der Sinterunterlage, die für den Kontakt mit dem Grünling vorgesehen ist, mit einer  
35

Trennlage versehen werden. Alternativ können auch sowohl der Grünling als auch die Sinterunterlage mit einer Trennlage versehen werden.

5 Die Trennlage enthält, insbesondere besteht, vorteilhafterweise aus einem Material, das bei den während der thermischen Behandlung auftretenden Temperaturen chemisch inert ist. Als chemisch inert wird hierbei ein Material verstanden, das unter den jeweilig gegebenen Bedingungen der thermischen Be-  
10 handlung mit potentiellen Reaktionspartnern etwa im Sinterofen nicht oder nur in verschwindend geringem Maße reagiert.

Die Trennlage liegt beispielsweise in Form von Platelets (Plättchen), Whiskern (nadelförmige Einkristalle von wenigen  
15 Mikrometern Durchmesser und mehreren hundert Mikrometern bis mehreren Millimeter Länge, die aus galvanisch oder pyrolytisch abgeschiedenen metallischen Schichten herauswachsen), Fasern oder eines Pulvers vor. Materialien, die als geeignet für eine Trennlage erscheinen, sind beispielsweise MgO, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  
20 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BN (Bornitrid), YAG, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiC, C (als Graphit, Kohlenstoffnanoröhren oder eine andere Kohlenstoff-Modifikation) oder eine Kombination daraus. Auch andere hochschmelzende Refraktär-Werkstoffe stellen eine vielversprechende Wahl für eine Trennlage dar.

25

Die Sinterunterlage, auf der sich der Grünling während der thermischen Behandlung befindet, enthält, insbesondere besteht, ebenfalls vorteilhafterweise aus einem Material, das bei den während der thermischen Behandlung auftretenden Tem-  
30 peraturen chemisch inert ist. Exemplarisch bieten sich hierfür Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiC, poröses Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, poröses MgO, Mullit, ein faserverstärktes Komposit oder eine Kombination daraus an.

Die mittels des erfinderischen Verfahrens hergestellten  
35 Elektrobleche können vorteilhafterweise in einer elektrischen Maschine verwendet werden. Hiervon umfasst sind rotierende elektrische Maschinen, insbesondere Elektromotoren und elekt-

rische Generatoren, sowie ruhende elektrische Maschinen, insbesondere Transformatoren.

Das erfindungsgemäße Transfer-Verfahren zur Herstellung sieb-  
5 oder schablonengedruckter Elektrobleche kann auch zur Herstellung von Mehrkomponenten-Druckstrukturen herangezogen werden, indem die einzelnen Komponentenstrukturen separat gedruckt werden und dann im Anschluss über den Transferschritt sequenziell miteinander zusammengefügt werden. Vorteilhafter-  
10 weise wird das Zusammenfügen der einzelnen Komponentenstrukturen mit einem finalen Kalibrier- bzw. Pressschritt zur Verbindung, d.h. dem Fügen oder Laminieren der finalen Komposit-Struktur im Grünzustand, verbunden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Elektroblechs aus einer Druckpaste mit den folgenden Schritten:

5

a) Aufbringen einer Druckpaste auf einem Substrat mittels eines Druckverfahrens,

b) Trocknen der sich auf dem Substrat befindlichen Druckpaste,

10

c) Transferieren der getrockneten Druckpaste vom Substrat auf eine Sinterunterlage,

d) Thermische Behandlung der sich auf der Sinterunterlage befindlichen Druckpaste, und

15

e) Trennen der thermisch behandelten Druckpaste von der Sinterunterlage.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

20

wobei vor Schritt c) diejenige Oberfläche der getrockneten Druckpaste, die für den Kontakt mit der Sinterunterlage vorgesehen ist, mit einer Trennlage zur Erleichterung der Trennung der thermisch behandelten Druckpaste von der Sinterunterlage beaufschlagt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

25

wobei vor Schritt c) diejenige Oberfläche der Sinterunterlage, die für den Kontakt mit der getrockneten Druckpaste vorgesehen ist, mit einer Trennlage zur Erleichterung der Trennung der thermisch behandelten Druckpaste von der Sinterunterlage beaufschlagt wird.

30

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3,

wobei die Trennlage ein Material enthält, das bei den während der thermischen Behandlung auftretenden Temperaturen chemisch inert ist.

35

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

wobei die Trennlage ein Material enthält, das in Form von Platelets, Whiskern, Fasern oder eines Pulvers vorliegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,  
wobei die Trennlage ein Material ausgewählt aus MgO, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BN, YAG, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiC, C oder einer Kombination daraus  
5 enthält.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei die Sinterunterlage ein Material enthält, das bei den  
während der thermischen Behandlung auftretenden Temperaturen  
10 chemisch inert ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei die Sinterunterlage ein Material ausgewählt aus Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>,  
SiC, porösem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, porösem MgO, Mullit, faserverstärktem  
15 Komposit oder einer Kombination daraus enthält.

9. Elektroblech für eine rotierende elektrische Maschine zur  
Wandlung von Energie, wobei das Elektroblech nach einem Ver-  
fahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche hergestellt  
20 wurde.

10. Elektroblech für einen Transformator zur Wandlung einer  
Eingangswchselspannung in eine Ausgangswchselspannung, das  
nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 herge-  
25 stellt wurde.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077887

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H01F 41/02</i> (2006.01)i; <i>H01F 3/02</i> (2006.01)i; <i>H01F 41/16</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01F  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP S5734750 A (FUJITSU LTD) 25 February 1982 (1982-02-25) abstract; figures 1,2,3	1,9,10 2-8
X Y	US 4255494 A (REEN ORVILLE W ET AL) 10 March 1981 (1981-03-10) abstract column 1, line 55 - column 5, line 54	9,10 2-8
X A	DE 102011109129 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; UNIV CHEMNITZ TECH [DE]) 17 January 2013 (2013-01-17) abstract page 3, paragraph 19-26 page 5, paragraph 51 page 6, paragraph 59-63 figures 1-4	9,10 1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>20 January 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>05 February 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Kardinal, Ingrid</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/EP2019/077887**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	S5734750	A	25 February 1982	JP	S5734750	A	25 February 1982
				JP	S6362993	B2	06 December 1988
US	4255494	A	10 March 1981	NONE			
DE	102011109129	A1	17 January 2013	DE	102011109129	A1	17 January 2013
				DE	112012002953	A5	03 April 2014
				WO	2013007830	A2	17 January 2013

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/077887

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H01F41/02 H01F3/02 H01F41/16  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 H01F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP S57 34750 A (FUJITSU LTD) 25. Februar 1982 (1982-02-25)	1,9,10
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3 -----	2-8
X	US 4 255 494 A (REEN ORVILLE W ET AL) 10. März 1981 (1981-03-10)	9,10
Y	Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 5, Zeile 54 -----	2-8
X	DE 10 2011 109129 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; UNIV CHEMNITZ TECH [DE]) 17. Januar 2013 (2013-01-17)	9,10
A	Zusammenfassung Seite 3, Absatz 19-26 Seite 5, Absatz 51 Seite 6, Absatz 59-63 Abbildungen 1-4 -----	1-8

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
20. Januar 2020	05/02/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Kardinal, Ingrid
--	---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/077887

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S5734750 A	25-02-1982	JP S5734750 A JP S6362993 B2	25-02-1982 06-12-1988
-----			
US 4255494 A	10-03-1981	KEINE	
-----			
DE 102011109129 A1	17-01-2013	DE 102011109129 A1 DE 112012002953 A5 WO 2013007830 A2	17-01-2013 03-04-2014 17-01-2013
-----			