

(19)



(11)

EP 4 365 316 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.05.2024 Patentblatt 2024/19

(21) Anmeldenummer: **23203499.1**

(22) Anmeldetag: **13.10.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C21D 1/76 ^(2006.01) **C21D 6/00** ^(2006.01)
C21D 8/12 ^(2006.01) **C21D 9/46** ^(2006.01)
C22C 38/00 ^(2006.01) **C22C 38/02** ^(2006.01)
C22C 38/06 ^(2006.01) **C22C 38/14** ^(2006.01)
H01F 1/147 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C21D 6/008; C21D 1/76; C21D 8/1233;
C21D 8/1238; C21D 8/125; C21D 8/1272;
C21D 9/46; C22C 38/004; C22C 38/02;
C22C 38/06; C22C 38/14; H01F 1/14775;
H01F 1/16

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **Fischer, Olaf**
44866 Bochum (DE)
- **Matos Costa, Aleksander**
45128 Essen (DE)
- **Salomon, Steffen**
45468 Mülheim a.d. Ruhr (DE)
- **Götten, Marius**
47495 Rheinberg (DE)
- **Machalitza, Karsten**
45473 Mülheim a.d. Ruhr (DE)

(30) Priorität: **04.11.2022 DE 102022129242**

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
47166 Duisburg (DE)

(72) Erfinder:
 • **Vidovic, Anton**
45134 Essen (DE)

(74) Vertreter: **Zenz Patentanwälte Partnerschaft mbB**
Gutenbergstraße 39
45128 Essen (DE)

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES NICHT KORNIORIENTIERTEN ELEKTROBANDS

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines nicht kornorientierten Elektrobands. Folgende Verfahrensschritte sind vorgesehen:

- (A) Herstellen eines warmgewalzten nicht kornorientierten Elektrobands;
 (B) Kaltwalzen des in Schritt (A) bereitgestellten Elektrobands;

(C) Schlussglühen und Abkühlen des in Schritt (B) erhaltenen Kaltbands.

Für das Schlussglühen wird ein beim Schlussglühen am Band wirkender Bandzug in Abhängigkeit von einer vorgegebenen magnetischen Eigenschaft des erhaltenen kornorientierten Elektrobands eingestellt.

EP 4 365 316 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines nicht kornorientierten Elektrobands.

5 **[0002]** Nicht kornorientiertes Elektrobands wird in vielen elektrotechnischen Anwendungen benötigt, und es ist aus der Praxis gut bekannt.

[0003] Nicht kornorientiertes Elektrobands, häufig auch als "NO-Elektrobands" bezeichnet, mit der Abkürzung "NGO Electrical Steel" ("NGO" = Non Grain Oriented), dient beispielsweise als Grundmaterial für die Herstellung von Bestandteilen einer rotierenden elektrischen Maschine. In einer solchen Anwendung wird mit dem nicht kornorientierten metallischen Elektrobands der Verlauf elektromagnetischer Felder beeinflusst. Typische Anwendungsfelder derartiger Bänder sind Rotoren und Statoren in elektrischen Motoren und elektrischen Generatoren.

10 **[0004]** Bei vielen Elektromotoren ist ein Betrieb bei hohen Drehzahlen pro Zeiteinheit gewünscht, beispielsweise bei Motoren, die für Anwendungen im Rahmen der sogenannten Elektromobilität entwickelt werden und dadurch zunehmend an Bedeutung gewinnen. Der Betrieb eines Elektromotors bei hohen Drehzahlen geht einher mit hohen Frequenzen des benötigten elektromagnetischen Wechselfelds, das letztlich die Basis für den Antrieb des Motors ist. Es sind daher zunehmend Werkstoffe erforderlich, die auf eine Anwendung in elektromagnetischen Wechselfeldern mit vergleichsweise hohen Frequenzen ausgelegt sind.

15 **[0005]** Bei der Entwicklung von Elektromotoren für einen Betrieb mit hochfrequenten Wechselfeldern sieht sich der Materialentwickler vor die Herausforderung gestellt, einen Beitrag zur Effizienzerhöhung des Elektromotors zu leisten. Vor diesem Hintergrund werden nicht kornorientierte metallische Flachprodukte, insbesondere nicht kornorientiertes Elektrobands, benötigt, welche vergleichsweise niedrige Ummagnetisierungsverluste bei vergleichsweise hohen Frequenzen mit einer vergleichsweise hohen magnetischen Polarisierung und Induktion sowie vergleichsweise hoher Permeabilität, insbesondere in den relevanten Bereichen der magnetischen Feldstärke, nämlich bei vergleichsweise geringer magnetischer Feldstärke, kombinieren.

20 **[0006]** Gute Kombinationen dieser Eigenschaften werden in bewährten Elektrobändern und Elektroblechen durch einen hohen Gewichtsanteil von Silizium und/oder von Aluminium in der Ausgangslegierung des Elektrobands beziehungsweise des Elektroblechs herbeigeführt. Hohe Anteile dieser Elemente gehen jedoch in der Regel mit dem nachteiligen Effekt einher, dass entsprechende bisher bekannte NO-Elektrobänder beziehungsweise NO-Elektrobleche mit den genannten Eigenschaften infolge ihres hohen Silizium- und/oder Aluminium-Gehalts ein vergleichsweise hohes Maß an Sprödigkeit aufweisen mit den damit einhergehenden Nachteilen in der Verarbeitbarkeit, beispielsweise in der Kaltwalzbarkeit. Beispielsweise können während einem Kaltwalzen entsprechenden NO-Elektrobands vermehrt Bandreißer auftreten. Das hinnehmbare Maß an Sprödigkeit ist wiederum mit der Korndicke in dem Elektrobands beziehungsweise blech verknüpft, sodass eine Optimierung der Materialeigenschaften übereinander gegenläufigen physikalischen Effekten erforderlich ist.

25 **[0007]** Vor dem Hintergrund der obigen Erläuterungen liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, Alternativen für bekannte Elektrobänder oder -bleche bereitzustellen, die hinsichtlich ihrer magnetischen Eigenschaften einerseits und ihrer mechanischen Eigenschaften andererseits in gleichbleibendem oder höherem Maße den gestellten Anforderungen entsprechen, dabei aber auch eine Ausführung in geringen Dicken ermöglicht.

30 **[0008]** Die Erfindung wird mit einem Verfahren zur Herstellung eines nicht kornorientierten Elektrobands mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

35 **[0009]** Das Verfahren umfasst zumindest die nachfolgend genannten Verfahrensschritte:

(A) Herstellen eines warmgewalzten, optional warmbandgeglühten, beispielsweise nicht kornorientierten, Elektrobands;

40 (B) Kaltwalzen des in Schritt (A) bereitgestellten Elektrobands auf eine Dicke zwischen 0,150 mm und 0,400 mm, bevorzugt zwischen 0,200 mm und 0,330 mm;

(C) Schlusssglühen und Abkühlen des in Schritt (B) erhaltenen Kaltbands, um das nicht kornorientierte Elektrobands zu erhalten.

45 **[0010]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Schlusssglühen in einem Durchlaufofen durchgeführt wird. Bei dem Schlusssglühen wird ein am Band wirkender Bandzug in Abhängigkeit von einer vorgegebenen magnetischen Eigenschaft eingestellt, welche das erhaltene nicht kornorientierte Elektrobands haben soll.

[0011] Das Bereitstellen des Elektrobands höherer Dicke, wie in Schritt (A) genannt, wird an dieser Stelle nicht näher erläutert, da es sich um einen dem Fachmann wohlbekanntem Vorgang handelt. Beispielsweise kann das Elektrobands höherer Dicke über einen konventionellen Fertigungsweg via Stranggießanlage oder über Dünnbrammenfertigung hergestellt werden. In beiden Wegen wird eine Stahlschmelze mit einer geeigneten Vorgabe, beispielsweise der eingangs genannten Art, zu einem Vormaterial erschmolzen und zu einem Vormaterial vergossen, bei dem es sich bei konventioneller Fertigung um eine Bramme oder eine Dünnbramme handeln kann.

50 **[0012]** Das so erzeugte Vormaterial kann anschließend auf eine Vormaterialtemperatur erwärmt werden, die beispiels-

weise zwischen 1100 und 1300 Grad Celsius beträgt. Dazu wird das Vormaterial erforderlichenfalls wiedererwärmt oder unter Ausnutzung der Gießhitze auf der jeweiligen Zieltemperatur gehalten.

[0013] Das so erwärmte Vormaterial kann dann zu einem Warmband warmgewalzt werden mit einer Dicke, die beispielsweise zwischen 1 mm und 3 mm beträgt, bevorzugt zwischen 1,5 mm und 2,5 mm.

[0014] Das Warmwalzen beginnt beispielsweise in an sich bekannter Weise bei einer Warmwalzanfangstemperatur in der Fertigstaffel von 900 bis 1150 Grad Celsius und endet beispielsweise mit einer Warmwalzendtemperatur von 700 bis 920 Grad Celsius, insbesondere 780 bis 850 Grad Celsius.

[0015] Das erhaltene Warmband kann anschließend auf eine Haspeltemperatur abgekühlt und zu einem Coil gehaspelt werden. Die Haspeltemperatur wird idealerweise so gewählt, dass Probleme beim anschließend durchgeführten Kaltwalzen vermieden werden. In der Praxis beträgt die Haspeltemperatur beispielsweise höchstens 700 Grad Celsius, bevorzugt 550 bis 700 Grad Celsius.

[0016] Das warmgewalzte Elektroband oder -blech aus Schritt (A) kann direkt, also unmittelbar im Anschluss, in Schritt (B) des erfindungsgemäßen Verfahrens überführt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird aber nach Schritt (A) und vor Schritt (B) in einem Schritt (A') eine Warmbandglühung bei einer Temperatur von 700 bis 800 Grad Celsius durchgeführt, bevorzugt bei einer Temperatur von 720 bis 1000 Grad Celsius, je nach eingesetztem Verfahren, beispielsweise Hauben- oder Durchlaufglühung.

[0017] Bei Experimenten zu der vorliegenden Arbeit hatte sich überraschenderweise gezeigt, dass magnetische Eigenschaften von Elektrobändern nicht nur qualitativ eine Abhängigkeit von dem während des Schlussglühens wirkenden Bandzugs zeigten, sondern darüber hinaus eine systematische und kontinuierliche Veränderung der magnetischen Eigenschaften von dem Bandzug beobachtet werden konnte. Besonders überraschend hat sich gezeigt, dass eine solche Abhängigkeit unabhängig von der genauen Zusammensetzung des Elektrobands beobachtet werden konnte.

[0018] Es wird vorgeschlagen, diese Erkenntnis zu nutzen, indem der am Band wirkende Bandzug in Abhängigkeit von einer vorgegebenen magnetischen Eigenschaft eingestellt wird, welche das erhaltene, nicht kornorientierte, Elektroband haben soll. Das bedeutet, dass eine magnetische Eigenschaft festgelegt wird, die das Band haben soll, und anhand dieser der Bandzug eingestellt wird. Der Bandzug wird also bevorzugt derart eingestellt, dass die vorgegebene magnetische Eigenschaft erhalten wird.

[0019] In Experimenten hat sich gezeigt, dass besonders gute Ergebnisse magnetischer Eigenschaften erhalten werden, wenn der spezifische Einlaufbandzug höchstens 3 N/mm^2 , bevorzugt höchstens 2 N/mm^2 , besonders bevorzugt höchstens $1,7 \text{ N/mm}^2$ beträgt, und/oder der spezifische Auslaufbandzug höchstens 3 N/mm^2 , bevorzugt höchstens 2 N/mm^2 , besonders bevorzugt höchstens $1,7 \text{ N/mm}^2$ beträgt. Alternativ oder zusätzlich kann die Summe aus Einlaufbandzug und Auslaufbandzug betrachtet werden, wobei in diesem Fall die Summe des Betrags von spezifischem Einlaufbandzug und des Betrags von spezifischem Auslaufbandzug höchstens 6 N/mm^2 , bevorzugt höchstens 4 N/mm^2 , besonders bevorzugt höchstens $3,4 \text{ N/mm}^2$ betragen soll. Bevorzugt werden alle drei Bedingungen gleichzeitig erfüllt.

[0020] Der spezifische Bandzug ergibt sich aus dem Quotienten des Bandzugs, der eine Kraft mit der Einheit N ist, und dem Querschnitt des Bands. Der Bandzug ist bei Bandtransport von Stahlband eine dem Fachmann bekannte Größe, dessen Messung und Überwachung beim Betrieb von Bandstraßen eine übliche fachmännische Maßnahme ist. Die Messung kann beispielsweise mit einem handelsüblichen Kraftaufnehmer, auch als Dehnungsmesstreifen bekannt, mit Messverstärker erfolgen. Der spezifische Bandzug ist ein Maß für den Spannungszustand am Band.

[0021] Besonders bevorzugt wird das Elektroband mit einem in Bandtransportrichtung gesehen vor dem Durchlaufofen positionierten Einlaufrollengerüst mit dem Einlaufbandzug und mit einem in Bandtransportrichtung gesehen nach dem Durchlaufofen positionierten Auslaufrollengerüst mit dem Auslaufbandzug transportiert.

[0022] Als vorgegebene magnetische Eigenschaft dient bevorzugt ein vorgegebener maximaler Verlust, das heißt: maximaler Ummagnetisierungsverlust, bei festgelegter Frequenz und festgelegter Polarisierung. Alternativ kann die vorgegebene magnetische Eigenschaft eine vorgegebene Polarisierung bei festgelegter Aussteuerung sein. Beide Größen haben den Vorteil, dass sie bei Ausschnitten aus Elektroband üblicherweise betrachtete Größen sind, die aus diesem Grund ohne besonderen Aufwand ermittelt werden können.

[0023] Die Ummagnetisierungsverluste können beispielsweise im Sinne der DIN EN 60404-2:2009-01: "Magnetische Werkstoffe - Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von Elektroband und -blech mit Hilfe eines Epsteinrahmens" zu verstehen sein. Das Formelzeichen $P(1,0\text{T};50\text{Hz})$ beispielsweise symbolisiert Ummagnetisierungsverluste in Watt pro Kilogramm, kurz: W/kg , in einem elektromagnetischen Wechselfeld mit 50 Hz Ummagnetisierungsfrequenz und $1,0 \text{ T}$ magnetischer Flussdichte im Material. Bei anderen in der Klammer angegebenen Zahlenwerten gilt analog das gleiche, beispielsweise kann $P(1,0\text{T};400\text{Hz})$ oder $P(1,0\text{T};2000\text{Hz})$ oder ein geeigneter anderer Wert betrachtet werden. Da P ein dickenabhängiger Parameter ist, gilt er für die gemessene Probe, wie sie vorliegt, wobei beispielsweise die Dicke der Probe zwischen $0,200 \text{ mm}$ und $0,300 \text{ mm}$ betragen kann.

[0024] Alternativ kann die magnetische Polarisierung bei gegebener Feldstärke und Frequenz, gemeinsam auch als Aussteuerung bezeichnet, betrachtet werden: Das Formelzeichen $J100;50\text{Hz}$ bezeichnet beispielsweise eine magnetische Polarisierung bei einer magnetischen Feldstärke von 100 A/m in einem elektromagnetischen Wechselfeld mit 50 Hz. Verfahren zur Bestimmung von Polarisierung und Feldstärke sind dem Fachmann bekannt, beispielsweise mittels

EP 4 365 316 A1

eines Epsteinrahmens zur Bestimmung der Polarisation, insbesondere gemäß DIN EN 60404-2:2009-01: Magnetische Werkstoffe - Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von Elektroband und -blech mit Hilfe eines Epsteinrahmens. Die Polarisation gilt insbesondere für die gemessene Probe, wie sie erfindungsgemäß vorliegt, wobei vorteilhaft die Dicke der Probe zwischen 0,200 mm und 0,300 mm beträgt.

5 **[0025]** Das Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs in Abhängigkeit von einer vorgegebenen magnetischen Eigenschaft des erhaltenen nicht kornorientierten Elektrobands weist gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform folgende Schritte auf:

10 (i) Durchführen der Schritte (A) bis (C), wobei der Schritt (C) jeweils mit einem niedrigen Bandzug, einem hohen Bandzug und einem zwischen dem niedrigen Bandzug und dem hohen Bandzug liegenden mittleren Bandzug durchgeführt wird zum jeweiligen Erhalten einer entsprechenden Bandprobe.

15 **[0026]** Mit anderen Worten ausgedrückt: Es werden wenigstens drei Proben hergestellt, wobei für jede Probe die folgenden Schritte, bevorzugt mit identischen Herstellungsparametern, durchgeführt werden: (A) Herstellen eines warmgewalzten, optional warmbandgeglühten, beispielsweise nicht kornorientierten, Elektrobands; (B) Kaltwalzen des in Schritt (A) bereitgestellten Elektrobands auf eine Dicke zwischen 0,150 mm und 0,400 mm, bevorzugt zwischen 0,200 mm und 0,330 mm; (C) Schlussglühen und Abkühlen des in Schritt (B) erhaltenen Kaltbands, um das nicht kornorientierte Elektroband zu erhalten. Es wird eine Probe hergestellt mit einem einem niedrigen Bandzug beim Schlussglühen, und es wird eine Probe hergestellt mit einem hohen Bandzug beim Schlussglühen und es wird eine Probe hergestellt mit einem zwischen dem niedrigen Bandzug und dem hohen Bandzug liegenden mittleren Bandzug. Bevorzugt entspricht jede der Probe, abgesehen nur von dem Bandzug oder den Bandzügen, in Legierungszusammensetzung und in dem Herstellungsverfahren, dem für die Herstellung des erfindungsgemäß herzustellenden Elektrobands vorgesehenen Verfahren.

20 **[0027]** Beispielsweise ist ein Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs als ein Einstellen der Summe des Betrags von spezifischem Einlaufbandzug und des Betrags von spezifischem Auslaufbandzug zu verstehen, und ein hoher Bandzug beträgt zwischen 10 und 20 N/mm², und ein kleiner Bandzug beträgt zwischen 1 und 8 N/mm², und der mittlere Bandzug ist ein Wert, der zwischen dem hohen Bandzug und dem kleinen Bandzug liegt. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass mehr als drei Werte des Bandzugs betrachtet werden.

25 **[0028]** Beispielsweise ist ein Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs als ein Einstellen von spezifischem Einlaufbandzug zu verstehen, und ein hoher Bandzug beträgt zwischen 4 und 8 N/mm², und ein kleiner Bandzug beträgt zwischen 1 und 3 N/mm², und der mittlere Bandzug ist ein Wert, der zwischen dem jeweils ausgewählten Wert für den hohen Bandzug und den kleinen Bandzug liegt. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass mehr als drei Werte des Bandzugs betrachtet werden.

30 **[0029]** Beispielsweise ist ein Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs als ein Einstellen von spezifischem Auslaufbandzug zu verstehen, und ein hoher Bandzug beträgt zwischen 4 und 8 N/mm², und ein kleiner Bandzug beträgt zwischen 1 und 3 N/mm², und der mittlere Bandzug ist ein Wert, der zwischen dem jeweils ausgewählten Wert für den hohen Bandzug und den kleinen Bandzug liegt. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass mehr als drei Werte des Bandzugs betrachtet werden.

35 **[0029]** Beispielsweise ist ein Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs als ein Einstellen von spezifischem Auslaufbandzug zu verstehen, und ein hoher Bandzug beträgt zwischen 4 und 8 N/mm², und ein kleiner Bandzug beträgt zwischen 1 und 3 N/mm², und der mittlere Bandzug ist ein Wert, der zwischen dem jeweils ausgewählten Wert für den hohen Bandzug und den kleinen Bandzug liegt. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass mehr als drei Werte des Bandzugs betrachtet werden.

40 (ii) Ermitteln der magnetischen Eigenschaft für die in Schritt (i) erhaltenen Bandproben. Die magnetische Eigenschaft kann beispielsweise ein Ummagnetisierungsverlust der eingangs genannten Art oder eine magnetische Polarisation der eingangs genannten Art sein, und die Ermittlung kann insbesondere in der oben bereits genannten Weise erfolgen, nämlich beispielsweise im Sinne der DIN EN 60404-2:2009-01: Magnetische Werkstoffe - Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von Elektroband und -blech mit Hilfe eines Epsteinrahmens", wobei bevorzugt die Bandproben in Längs- und Querstreifen geschnitten und als Mischprobe im Epsteinrahmen vermessen werden.

45 (iii) Anhand der Wertepaare *Magnetische Eigenschaft - Bandzug*: Auswählen des Bandzugs für das Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs. Die Überlegung, die dieser Vorgehensweise zu Grunde liegt, besteht darin, dass für eine gegebene Art des Elektrobands eine Kalibrierung des Bandzugs gegen die zu erwartenden magnetischen Eigenschaften durchgeführt wird. Das bedeutet im Ergebnis, dass aufgrund der systematisch einmalig durchzuführenden Schrittfolge (i), (ii), (iii) ein Zusammenhang bekannt ist zwischen der zu erwartenden magnetischen Eigenschaft und dem Bandzug. Auf Basis der überraschenden Erkenntnis der Erfinder, dass der Zusammenhang zwischen magnetischer Eigenschaft und Bandzug eine kontinuierliche Veränderung aufweist, das heißt: entweder einen kontinuierlichen Anstieg oder ein kontinuierliches Abfallen, kann ausgehend von einer vorgegebenen magnetischen Eigenschaft ein eindeutiger Wert eines Bandzugs zugeordnet werden. Dieser kann sodann eingestellt werden zur Schlussglühung des Bands, was wiederum dazu führt, dass nicht erforderlich ist, die gewünschte magnetische Eigenschaft übererfüllen zu müssen. Mit anderen Worten: Der Bandzug kann insofern optimal eingestellt werden,

50

55

dass einerseits ein ausreichend guter magnetischer Wert erhalten wird, aber andererseits der Bandzug nicht niedriger ist, als er sein müsste. Mit niedrigen Bandzügen einhergehende potentielle Nachteile, wie beispielsweise eine unruhigere Bandführung sowie mögliche Nachteile bei der Oberflächenqualität des Bands, können somit vermieden werden, ohne Abstriche in der magnetischen Qualität machen zu müssen.

5

[0030] Das Auswählen des Schritts (iii) kann beispielsweise anhand eines mittels Linearer Regressionsanpassung erhaltenen Zusammenhangs der magnetischen Eigenschaft vom spezifischen Bandzug erfolgen. Diese Überlegung folgt keiner geschlossenen wissenschaftlichen Theorie, sondern der augenscheinlichen Beobachtung, dass in den relevanten Bandzuggbereichen die betrachteten magnetischen Größen näherungsweise einen linearen Zusammenhang zueinander zeigen.

10

[0031] Das Auswählen des am Band wirkenden Bandzugs kann beispielsweise erfolgen, indem derjenige höchste Bandzug gewählt wird, mit dem die vorgegebene magnetische Eigenschaft, abzüglich einer Sicherheitstoleranz von beispielsweise 0,1 % oder 1 % oder 5 % oder 10 % des Nominalwerts (beispielsweise im Falle des Ummagnetisierungsverlusts) der magnetischen Eigenschaft oder zuzüglich einer Sicherheitstoleranz von beispielsweise 0,1 % oder 1 % oder 5 % oder 10 % des Nominalwerts (beispielsweise im Falle der magnetischen Polarisation) der magnetischen Eigenschaft, erreicht wird.

15

[0032] Das Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs erfolgt bevorzugt, wie oben bereits einmal beispielhaft erwähnt, als ein Einstellen der Summe des Betrags von spezifischem Einlaufbandzug und des Betrags von spezifischem Auslaufbandzug.

20

[0033] Es ist insbesondere ein Verfahren der eingangs genannten Art oder seiner Weiterbildungen vorgesehen, bei dem das Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs in Abhängigkeit von einer vorgegebenen magnetischen Eigenschaft des erhaltenen nicht kornorientierten Elektrobands erfolgt, indem Wertepaare *Magnetische Eigenschaft - Bandzug* als Referenz verwendet werden, wobei die Wertepaare *Magnetische Eigenschaft - Bandzug* durch die oben mit den Schritten (i) bis (iii) beschriebenen Proben ermittelt werden. Die Proben entsprechen bevorzugt in Legierungszusammensetzung und Herstellungsverfahren vollständig dem erfindungsgemäß herzustellenden Elektroband, mit Ausnahme von bei der Herstellung der Proben variierten Bandzügen beim Schlussglühen. Es wird also für die Herstellung des nicht kornorientierten Bands der Bandzug derart eingestellt, dass eine vorgegebene magnetische Eigenschaft, die für das fertiggestellte Band gewünscht ist, gemäß den Wertepaaren *Magnetische Eigenschaft - Bandzug* erhalten wird oder, beispielsweise abzüglich einer Sicherheitstoleranz von beispielsweise 0,1 % oder 1 % oder 5 % oder 10 % des Nominalwerts (beispielsweise im Falle des Ummagnetisierungsverlusts) der magnetischen Eigenschaft oder zuzüglich einer Sicherheitstoleranz von beispielsweise 0,1 % oder 1 % oder 5 % oder 10 % des Nominalwerts (beispielsweise im Falle der magnetischen Polarisation) der magnetischen Eigenschaft, gerade erreicht wird, alternativ: gerade noch nicht erreicht wird. Dazu wird über die Zuordnung *Magnetische Eigenschaft - Bandzug* eine der vorgegebenen magnetischen Eigenschaft entsprechende magnetische Eigenschaft einem beim Schlussglühen einzustellenden Bandzug zugeordnet, und dieser Bandzug wird sodann für das Schlussglühen eingestellt.

25

30

35

[0034] Bevorzugt wird für das Einstellen eine aus den Wertepaaren abgeleitete Kennlinie verwendet, die beispielsweise mittels Linearer Regression oder mittels Spline-Interpolation aus den Wertepaaren gewonnen worden ist. Es kann also bevorzugt vorgesehen sein, dass ein beim Schlussglühen am Band wirkender Bandzug derart eingestellt wird, dass eine vorgegebene magnetische Eigenschaft des erhaltenen nicht kornorientierten Elektrobands erhalten wird, und dass das Ziel, eine magnetische Eigenschaft in vorgegebener Weise zu erhalten, erreicht wird, indem von empirisch gefundenen Wertepaaren *Magnetische Eigenschaft - Bandzug* oder auf eine Kennlinie, die aus den empirisch gefundenen Wertepaaren abgeleitet worden ist, ausgehend von einer vorgegebenen magnetischen Eigenschaft auf den beim Schlussglühen einzustellenden Bandzug rückgeschlossen wird.

40

[0035] Bevorzugt erfolgt das in Schritt (C) durchgeführte Schlussglühen mit folgenden Parametern:

45

(C1) Zunächst wird mit einer Aufheizrate von mindestens 40 K/s auf eine Temperatur zwischen 850 Grad Celsius und 950 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 880 Grad Celsius und 920 Grad Celsius, aufgeheizt wird, und hiernach (C2) mit einer Aufheizrate von 5 bis 150 K/s auf eine Hochglüh-temperatur zwischen 960 Grad Celsius und 1100 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 1000 Grad Celsius und 1060 Grad Celsius, aufgeheizt wird.

50

[0036] Besonders bevorzugt wird das Verfahren derart eingestellt, dass die Hochglüh-temperatur für einen Zeitraum von 10 bis 90 Sekunden gehalten wird.

[0037] Nach dem Schlussglühen kühlt das Kaltband bis auf Raumtemperatur ab, wobei das Abkühlen des Kaltbands bevorzugt bis auf Raumtemperatur mit einer Kühlrate von maximal 25 K/s erfolgt, das heißt, dass eine Kühlrate von 25 K/s während des gesamten Abkühlens nicht überschritten wird. Das kontrollierte Abkühlen dient insbesondere der Ausbildung unerwünschter Eigenspannungen in dem Elektroband, die nachteilige Eigenschaften auf das magnetische Verhalten des Bands haben.

55

[0038] Das Glühen des Schritts (C) findet bevorzugt in einer Glüh-atmosphäre statt, die

EP 4 365 316 A1

- zu mindestens 70 Vol.-Prozent aus H2 besteht, und/oder
- bei einem Taupunkt von $T_p < 0$ Grad Celsius durchgeführt wird.

[0039] Bevorzugt liegen beide Bedingungen kumulativ vor.

5 **[0040]** Auch, wenn die beschriebene Vorgehensweise den bisherigen Beobachtungen zufolge für jedes NO-Material durchführbar ist, ist aufgrund der besonders gut erreichbaren Eigenschaften bevorzugt, wenn in Schritt (A) Elektroband aus einem Material mit der nachfolgend genannten Legierungsvorschrift hergestellt wird, wobei die Angaben jeweils in Gewichts-Prozent, kurz: Gew.-%, angeführt sind:

10	C:	0,0005 bis zu 0,0030;
	Si:	2,8 bis 3,4;
	Al:	0,6 bis 1,6;
	Mn:	bis zu 0,6;
15	P:	bis zu 0,040;
	S:	bis zu 0,0030;
	N:	bis zu 0,0020;
	Ti:	0,0010 bis zu 0,0040;
20	Nb+V+Zr+Sb+Sn+Cu+Cr+Ni+Mo:	bis zu 0,1;

Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen;
bevorzugt mit einem Gehalt der Summe von C, S, N und Ti von maximal 0,0100 Gew.-%. Bei Befolgung dieser

25 Legierungsvorschrift wird ein Elektroband der eingangs genannten Weise erhalten, einhergehend mit der entsprechend vorteilhaften Eigenschaftskombination aus magnetischen und mechanischen Eigenschaften.

[0041] Das Kaltwalzen in Schritt (B) wird bevorzugt bis auf eine Dicke des Kaltbands zwischen 0,230 mm und 0,265 mm durchgeführt, bevorzugt auf eine Dicke zwischen 0,235 mm und 0,255 mm.

30 Beispiele

[0042] Es wurden verschiedene Beispiele durchgeführt.

Beispiel 1

35 **[0043]** Es wurde warmgewalztes Elektroband der nachfolgend wiedergegebenen Zusammensetzung auf eine Enddicke von 0,30 mm kaltgewalzt und hiernach schlussgeglüht:

Zusammensetzung, jeweils in Gew.-Prozent, Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen:

40	Kohlenstoff	0,0021
	Silizium	3,27
	Mangan	0,13
	Phosphor	0,011
	Schwefel	0,0005
45	Aluminium	0,755
	Chrom	0,028
	Kupfer	0,009
	Niob	0,001
	Molybdän	0,001
50	Stickstoff	0,0016
	Titan	0,0028
	Vanadium	0,001
	Nickel	0,015
55	Bor	0,0003
	Zinn	0,002
	Magnesium	0,0024

EP 4 365 316 A1

(fortgesetzt)

Arsen 0,003
Kalzium 0,0004

5

Das Schlussglühen erfolgte mit folgenden Parametern im Durchlaufofen:

10

Enddicke mm	Ofen-Hochglühtemperatur °C	Wasserstoffanteil	Atmosphäre %	Glühdauer im Hochglühbereich s
0,30	960-1000	60-80		40

15

[0044] Diese Schritte erfolgen mit einer Anzahl von Bandzügen für den Einlaufbandzug und separat davon für den Auslaufbandzug. Es werden die magnetischen Eigenschaften für die erhaltenen Bandproben ermittelt. Die Ummagnetisierungsverluste P wurden mittels eines Epsteinrahmens bestimmt, und zwar gemäß DIN EN 60404-2:2019-05: "Magnetische Werkstoffe - Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von Elektroband und -blech mit Hilfe eines Epsteinrahmens". Elektrobleche wurden in Längs- und Querstreifen geschnitten und als Mischprobe im Epsteinrahmen vermessen.

20

[0045] Der Zusammenhang zwischen spezifischen Bandzügen, sowohl für Einlauf als auch für Auslauf ist der nachfolgenden Tabelle 1 zu entnehmen:

25

30

35

40

45

50

55

Tabelle 1

Probe	Glühtemp. °C	Bandzug		spez. N/mm ²	Auslauf kN	spez. N/mm ²	50 Hz		J200 T	J5000 T	400 Hz		Anisotr.		
		Einlauf kN	spezi. N/mm ²				P1,0 W/kg	P1,5 W/kg			P1,0 relativ	P1,5 W/kg	A1,0 %		
-	960	1,40	4,5	1,65	1,65	5,3	1,00	2,23	0,927	1,253	1,664	14,80	107%	35,23	15,8%
1	960	0,82	2,6	0,98	0,98	3,1	0,94	2,14	1,019	1,278	1,661	14,36	104%	34,75	13,2%
2	980	0,46	1,5	0,55	0,55	1,8	0,88	2,04	1,084	1,298	1,662	13,91	100%	34,24	11,9%
3	1000	0,48	1,5	0,54	0,54	1,7	0,85	2,02	1,095	1,297	1,659	13,86	100%	34,38	12,5%
4	1030	0,47	1,5	0,52	0,52	1,7	0,82	1,97	1,112	1,297	1,659	13,89	100%	34,64	13,0%

EP 4 365 316 A1

[0046] Aus der Tabelle 1 geht hervor, dass ein kontinuierlicher Zusammenhang der magnetischen Eigenschaften und der Einlauf- und/oder Auslaufbandzüge besteht.

[0047] In einem Fall, in dem Verluste $P_{1,0;50 \text{ Hz}} = 1,00 \text{ W/kg}$ toleriert werden können, sind diese als vorgegebene magnetische Eigenschaft für die Einstellung des am Band wirkenden Bandzugs maßgeblich, und es können vergleichsweise große spezifische Bandzüge beim Schlussglühen eingestellt werden, beispielsweise mit 4,5 MPa Einlaufbandzug und 5,3 MPa Auslaufbandzug. Für den Fall, dass ein bestimmter Wert $P_{1,0;50 \text{ Hz}}$ zwischen 0,80 und 1,0 W/kg toleriert wird, kann der Zusammenhang $P_{1,0;50 \text{ Hz}}$ -Einlaufbandzug und der Zusammenhang $P_{1,0;50 \text{ Hz}}$ -Auslaufbandzug jeweils beispielsweise einer Linearen Regression unterworfen werden und anhand des Zusammenhangs das Einstellen des beim Schlussglühen am Band wirkenden Bandzugs erfolgen. Es kann aber alternativ auch die erhaltene Tabelle als Referenz für spätere Wiederholungen genutzt werden, wobei die neu erworbene Erkenntnis eines reproduzierbaren Zusammenhangs zwischen Bandzug und magnetischen Eigenschaften genutzt wird, um ausgehend von gewünschten magnetischen Eigenschaften eine Einstellung des Bandzugs vorzunehmen, wobei bevorzugt der Bandzug maximiert wird bei gegebenen magnetischen Wunscheigenschaften.

Beispiel 2:

[0048] Es wurden analoge Versuche durchgeführt mit geänderter Stahlzusammensetzung und anderen Ofenparametern:

Zusammensetzung, jeweils in Gew.-Prozent, Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen:

Kohlenstoff	0,0024
Silizium	3,27
Mangan	0,16
Phosphor	0,01
Schwefel	0,0007
Aluminium	1,016
Chrom	0,028
Kupfer	0,01
Niob	0,001
Molybdän	0,001
Stickstoff	0,0013
Titan	0,002
Vanadium	0,001
Nickel	0,015
Bor	0,0003
Zinn	0,003
Magnesium	0,0022
Arsen	0,003
Kalzium	0,0006

Das Schlussglühen erfolgte mit folgenden Parametern im Durchlaufofen:

Enddicke mm	Ofen-Hochglühtemperatur °C	Wasserstoffanteil Atmosphäre %	Glühdauer im Hochglühbereich s
0,250	1030	60-80	23

[0049] Es zeigte sich ein ähnliches Bild, nämlich ein kontinuierlicher Zusammenhang zwischen Bandzug und magnetischen Eigenschaften, wie in Tabelle 2 dargestellt. Anhand dieser Tabelle kann ein zielgerichtetes Auswählen und Einstellen magnetischer Eigenschaften erfolgen als Folge der bisher nicht bekannten Erkenntnis, dass ein kontinuierlicher Zusammenhang zwischen den technisch relevanten magnetischen Eigenschaften und den beim Schlussglühen angewandten Eigenschaften besteht.

EP 4 365 316 A1

Tabelle 2

	Bandzug Einlauf kN	spez MPa	Bandzug Auslauf kN	spez MPa	Dicke mm	P1,5/50 W/kg	P1,0/400 W/kg	A10/400	J100 T	J200 T
5	0,494	2,23	0,566	2,55	0,241	2,13	12,45	13,9%	1,020	1,253
	0,43	1,93	0,453	2,03	0,242	2,14	12,50	13,7%	1,022	1,256
	0,638	2,87	0,697	3,13	0,242	2,15	12,55	13,7%	1,010	1,251
	0,577	2,60	0,646	2,91	0,242	2,16	12,52	13,8%	1,006	1,251
	0,772	3,46	0,921	4,12	0,243	2,16	12,67	14,0%	0,989	1,244
10	0,858	3,85	1,030	4,62	0,242	2,17	12,74	14,0%	0,970	1,232
	1,057	4,75	1,319	5,93	0,242	2,21	12,87	14,7%	0,936	1,220
	1,199	5,40	1,370	6,17	0,241	2,26	13,01	14,3%	0,921	1,214
	1,257	5,67	1,442	6,51	0,241	2,29	13,24	13,3%	0,898	1,204

15

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines nicht kornorientierten Elektrobands, umfassend zumindest die nachfolgend genannten Verfahrensschritte:

20

- (A) Herstellen eines warmgewalzten, optional warmbandgeglühten, Elektrobands;
 (B) Kaltwalzen des in Schritt (A) bereitgestellten Elektrobands auf eine Dicke zwischen 0,150 mm und 0,400 mm, bevorzugt zwischen 0,200 mm und 0,330 mm;
 (C) Schlussglühen und Abkühlen des in Schritt (B) erhaltenen Kaltbands, um das nicht kornorientierte Elektrobands zu erhalten,
 wobei

25

das Schlussglühen in einem Durchlaufofen durchgeführt wird,
 wobei ein beim Schlussglühen am Band wirkender Bandzug in Abhängigkeit von einer vorgegebenen magnetischen Eigenschaft des erhaltenen nicht kornorientierten Elektrobands eingestellt wird.

30

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der spezifische Einlaufbandzug höchstens 3 N/mm², bevorzugt höchstens 2 N/mm², besonders bevorzugt höchstens 1,7 N/mm² beträgt, und/oder

35

der spezifische Auslaufbandzug höchstens 3 N/mm², bevorzugt höchstens 2 N/mm², besonders bevorzugt höchstens 1,7 N/mm² beträgt, und/oder
 die Summe des Betrags von spezifischem Einlaufbandzug und des Betrags von spezifischem Auslaufbandzug höchstens 6 N/mm², bevorzugt höchstens 4 N/mm², besonders bevorzugt höchstens 3,4 N/mm² beträgt.

40

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die vorgegebene magnetische Eigenschaft ein vorgegebener maximaler Verlust bei festgelegter Frequenz und festgelegter Polarisierung ist, oder
 die vorgegebene magnetische Eigenschaft eine vorgegebene minimale Polarisierung bei festgelegter Aussteuerung ist.

45

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs in Abhängigkeit von einer vorgegebenen magnetischen Eigenschaft des erhaltenen nicht kornorientierten Elektrobands folgende Schritte aufweist:

50

- (i) Durchführen der Schritte (A) bis (C), wobei der Schritt (C) jeweils mit einem niedrigen Bandzug, einem hohen Bandzug und einem zwischen dem niedrigen Bandzug und dem hohen Bandzug liegenden mittleren Bandzug durchgeführt wird zum jeweiligen Erhalten einer entsprechenden Bandprobe;
 (ii) Ermitteln der magnetischen Eigenschaft für die in Schritt (i) erhaltenen Bandproben;
 (iii) Anhand der Wertepaare Magnetische Eigenschaft - Bandzug: Auswählen des Bandzugs für das Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs.

55

EP 4 365 316 A1

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auswählen des Schritts (iii) anhand eines mittels Linearer Regressionsanpassung erhaltenen Zusammenhangs der magnetischen Eigenschaft vom Bandzug erfolgt.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einstellen des am Band wirkenden Einlaufbandzugs und oder das Einstellen des am Band wirkenden Auslaufbandzugs mittels Auswahl desjenigen höchsten jeweiligen Bandzugs erfolgt, mit dem die vorgegebene magnetische Eigenschaft erreicht wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einstellen des am Band wirkenden Bandzugs als ein Einstellen der Summe von spezifischem Einlaufbandzug und spezifischem Auslaufbandzug oder als ein Einstellen von spezifischem Einlaufbandzug erfolgt oder als ein Einstellen von spezifischem Auslaufbandzug erfolgt.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in Schritt (A) hergestellte Elektroband eine Dicke zwischen 1 mm und 3 mm aufweist, bevorzugt zwischen 1,5 mm und 2,5 mm.
- 20 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schlussglühen
(C1) mit einer Aufheizrate von mindestens 40 K/s auf eine Temperatur zwischen 850 Grad Celsius und 950 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 880 Grad Celsius und 920 Grad Celsius, aufgeheizt wird, und hiernach
(C2) mit einer Aufheizrate von höchstens 5 bis 150 K/s auf eine Hochglühtemperatur zwischen 960 Grad Celsius und 1100 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 1000 Grad Celsius und 1060 Grad Celsius, aufgeheizt wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochglühtemperatur für einen Zeitraum von 10 bis 90 Sekunden gehalten wird.
- 30 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Glühen
- in einer Glühatmosfera mit mindestens 70 Vol.-Prozent H₂, und/oder
- bei einem Taupunkt von T_p < 0 Grad Celsius durchgeführt wird.
- 35 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abkühlen des Kaltbands bis auf Raumtemperatur mit einer Kühlrate von maximal 25 K/s erfolgt.
- 40 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kaltwalzen in Schritt (B) auf eine Dicke zwischen 0,230 mm und 0,265 mm erfolgt, bevorzugt zwischen 0,235 mm und 0,255 mm.
- 45 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in Schritt (A) bereitgestellte Elektroband besteht aus:
den nachfolgend genannten Bestandteilen, jeweils in Gewichts-Prozent, kurz: Gew.-%:
- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| C: | 0,0005 bis zu 0,0030; |
| Si: | 2,8 bis 3,4; |
| Al: | 0,6 bis 1,6; |
| Mn: | bis zu 0,6; |
| P: | bis zu 0,040; |
| S: | bis zu 0,0030; |
| N: | bis zu 0,0020; |
| Ti: | 0,0010 bis zu 0,0040; |
| Nb+V+Zr+Sb+Sn+Cu+Cr+Ni+Mo: | bis zu 0,1; |
- 55 Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen;
bevorzugt mit einem Gehalt der Summe von C, S, N und Ti von maximal 0,0100 Gew.-%.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gehalt der Summe von C, S, N und Ti maximal 0,0100 Gew.-%.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 20 3499

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 4 079 893 A2 (POSCO [KR]) 26. Oktober 2022 (2022-10-26) * 0084, 0085; Tab. 5 * -----	1-15	INV. C21D1/76 C21D6/00 C21D8/12
X	US 2017/362677 A1 (KIM JAE-HONG [KR] ET AL) 21. Dezember 2017 (2017-12-21) * 0063, 0070; Tab. 5, 6 * -----	1-3, 7, 8, 10, 13-15	C21D9/46 C22C38/00 C22C38/02 C22C38/06
X	JP H07 5986 B2 (NIPPON KOKAN KK) 25. Januar 1995 (1995-01-25) * das ganze Dokument * -----	1, 2, 4-7, 9-13	C22C38/14 H01F1/147
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C21D C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 1. März 2024	Prüfer Kreutzer, Ingo
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 20 3499

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-03-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 4079893 A2	26-10-2022	CN 115003843 A	02-09-2022
		EP 4079893 A2	26-10-2022
		JP 2023507435 A	22-02-2023
		KR 20210078978 A	29-06-2021
		US 2023050497 A1	16-02-2023
		WO 2021125685 A2	24-06-2021
US 2017362677 A1	21-12-2017	CN 107109583 A	29-08-2017
		EP 3239326 A1	01-11-2017
		JP 6496413 B2	03-04-2019
		JP 2018508646 A	29-03-2018
		PL 3239326 T3	29-06-2020
		US 2017362677 A1	21-12-2017
JP H075986 B2	25-01-1995	JP H075986 B2	25-01-1995
		JP H01234524 A	19-09-1989

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82