

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 028 034
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 80200761.7

(51)

Int. Cl.³: **H 01 F 27/28**, **H 01 F 5/00**,
H 01 F 7/20

(22)

Anmeldetag: 13.08.80

(30)

Priorität: 11.10.79 DE 2941178

(71)

Anmelder: **BBC Brown, Boveri & Cie.**
(Aktiengesellschaft), CH-5401 Baden (CH)

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 06.05.81
Patentblatt 81/18

(72)

Erfinder: **Huber, Curt-Dieter, Winkelweg 33,**
D-6800 Mannheim 31 (DE)
Erfinder: **Wirtz, Werner, Gross Gerauerstrasse 5,**
D-6800 Mannheim 31 (DE)

(84)

Benannte Vertragsstaaten: DE FR GB

(74)

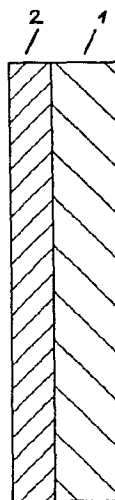
Vertreter: **Kempe, Wolfgang, Dr. et al, Holbeinstrasse 8,**
D-6940 Weinheim (DE)

(54)

Spule für elektrischen Apparat oder elektrische Maschine.

(57)

Spule für einen elektrischen Apparat, insbesondere für physikalische Hochstromanlage, mit mindestens einem Leiterstab aus einem gut leitenden Material und einer den Leiterstab umhüllenden Isolierschicht. Der Aufwand für die Abstützkonstruktion zum Auffangen der hohen beim steilen Stromanstieg auftretenden Kräfte wird verringert, indem den Spulen selbst eine höhere Festigkeit gegeben wird. Dies wird dadurch erreicht, dass der Leiterstab aus einem Verbundwerkstoff besteht, wobei die eine Komponente des Leiterstabes aus einem Werkstoff mit hoher Leitfähigkeit, jedoch geringer Festigkeit besteht. Die zweite Komponente des Leiterstabes besteht dagegen aus einem aushärtbaren gut leitenden Werkstoff, z.B. KupferkobaItberyllium.



EP 0 028 034 A1

BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden

Spule für elektrischen Apparat oder elektrische Maschine.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Spule für einen elektrischen Apparat oder eine elektrische Maschine, insbesondere
5 für eine physikalische Hochstromanlage, mit mindestens einem Leiterstab aus einem gut leitenden Material und einer diesen umhüllenden Isolierschicht und auf ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Spule. Eine solche Spule ist z.B. aus den Brown, Boveri Mitteilungen 1959, Seite 330 bis 332
10 bekannt.

Solche Spulen werden z.B. für Synchrotrone und ähnliche physikalische Großanlagen verwendet. Bei einer solchen Anlage ist ein sich dauernd wiederholender, sehr steiler
15 Stromanstieg und -abstieg erforderlich, welcher in der Größenordnung von vielen Kilo-Ampere pro Sekunde liegt. Diese steilen Stromanstiegs- und -abstiegsvorgänge führen insbesondere bei plasmaphysikalischen Großanlagen in Wechselwirkung mit den Feldern benachbarter Spulen zu entsprechend
20 hohen, auf die Spulen wirkenden Kräften. Da die Spulen aus

einem gut leitenden Werkstoff bestehen müssen und solche Werkstoffe in der Regel eine geringe Festigkeit aufweisen, ist es erforderlich, sehr aufwendige Abstützkonstruktionen für die Spule zum Abfangen der auftretenden hohen Kräfte vorzusehen.

Es ist weiterhin bekannt, bei solchen Spulen den aus Kupfer oder Aluminium bestehenden Leiterstab kraftschlüssig mit hochfesten Stahlbändern zu armieren. Die kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Kupfer bzw. Aluminium und dem Stahl erfolgt durch Galvanisierung von Kupfer auf Stahl oder durch Sprengplattierung. Die Verbindung kann auch im Lötverfahren erfolgen. Die Verarbeitung von solchen in der obigen Weise hergestellten Leiterstäben ist aufgrund der erreichten großen Steifigkeit des Verbundmaterials äußerst schwierig und die Maßhaltigkeit der Spulen läßt sehr zu wünschen übrig. Die Herstellung solcher Leiterstäbe ist technisch auch noch nicht befriedigend gelöst.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, den Aufwand für die Abstützkonstruktionen einer solchen Spule zu verringern, indem den Spulen selbst eine höhere Festigkeit gegeben wird.

Als Lösung dieser Aufgabe wird bei der eingangs erwähnten Anordnung erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der Leiterstab aus einem Verbundwerkstoff besteht, wobei die eine Komponente des Leiterstabes aus einem Werkstoff mit hoher Leitfähigkeit, jedoch geringerer Festigkeit besteht und die zweite Komponente des Leiterstabes aus einem aushärtbaren gut leitenden Werkstoff besteht.

In zweckmäßiger Weise erfolgt der Aushärtvorgang durch Erwärmung der Spule auf Temperaturen zwischen 400° und 500°C. Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß für die erste Komponente des Lei-

terstabes ein Werkstoff vorgesehen ist, dessen Festigkeit bei einer Erwärmung auf eine Temperatur von 400° bis 500°C im wesentlichen erhalten bleibt. Auf diese Weise wird erreicht, daß im Gegensatz zu der Verwendung von Kupfer als erste Komponente des Leiters kaum eine Verringerung der Festigkeit bei der angegebenen Erwärmung auftreten kann.

In zweckmäßiger Weise dient als Werkstoff für die erste Komponente des Leiterstabes Kupferzirkon. Der Zirkonanteil kann dabei so groß sein, daß die erste Komponente ebenfalls aushärtbar ist. Für die erste Komponente ergibt sich aber dann eine verringerte Leitfähigkeit. Der Zirkonanteil kann zwischen 0,1% bis 0,4% betragen.

Als Werkstoff für die zweite Komponente des Leiterstabes dient erfindungsgemäß Kupferkobaltberyllium. Beim Aushärten dieser Wicklungskomponente ergibt sich für diese eine Festigkeit in der Größenordnung von 1000 N/mm².

Als besonderer Vorteil eines solchen Verbundleiters ergibt sich eine gute Verarbeitbarkeit im weichen Zustand, d.h. die Herstellung der Spule bereitet keinerlei Schwierigkeit. Die beiden genannten Werkstoffe haben etwa den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, so daß ein Verbiegen des Leiterstabes - im Gegensatz zu einem stahlarmierten Kupferleiterstab - durch thermische Wirkung nicht eintreten kann. Die Aushärtung erfolgt erst nach Fertigstellung der Wicklungen. Die Spulen weisen danach eine hohe mechanische Festigkeit auf, womit im bezug auf die Abstützungen wesentliche Einsparungen möglich sind. Bei einem vorgegebenen Raum läßt sich durch diese Anordnung eine optimale Anzahl von Amperewindungen unterbringen.

Bei einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die beiden Komponenten Bänder sind, welche durch Walzen oder durch Plattierung miteinander verbunden werden.

Bei einer Ausführungsvariante des Erfindungsgegenstandes ist vorgesehen, daß die beiden Komponenten des Leiterstabes Bänder sind, welche durch Verlöten miteinander verbunden sind.

5

In zweckmäßiger Weise kann der Verbundleiter nach erfolgtem Lötvorgang durch Walzen verfestigt sein.

10

Bei einem Verfahren zur Herstellung einer solchen Spule wird der Leiterstab zuerst in die endgültige Form gebracht und anschließend bei einer Temperatur zwischen 400° und 500°C eine Aushärtung der zweiten Leiterstabkomponente erreicht. Nach dem Aushärten wird die Isolierung auf die Wicklung aufgebracht. In zweckmäßiger Weise wird die Isolation vor dem Biegen aufgebracht und nach dem Aushärten eine Imprägnierung vorgenommen.

15

Weiterhin ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Aushärtvorgang im Vakuum oder unter einem Schutzgas erfolgt.

20

In der Zeichnung sind Leiterstäbe einer solchen Spule im Querschnitt dargestellt. Es zeigen:

25

Fig. 1 einen Leiterstab mit einer Kupferzirkonkomponente und einer Kupferkobaltberylliumkomponente,

Fig. 2 einen Leiterstab mit zwei Kupferzirkonkomponenten und einer zwischen diesen beiden angeordneten Kupferkobaltberylliumkomponente und

30

Fig. 3 einen Leiterstab mit einer Kupferzirkonkomponente und zwei diese einschließende Kupferkobaltberylliumkomponenten.

35

Der Leiterstab besteht aus einer ersten Komponente 1 und aus einer zweiten Komponente 2, die jeweils als Metallbänder, welche aus Kupferzirkon bzw. Kupferkobaltberyllium hergestellt sind, ausgebildet sind. Die Form der Spule kann kreisförmig, spiralig oder auch rechteckig oder quadratisch sein.

5

A n s p r ü c h e

10

15

1. Spule für elektrischen Apparat oder elektrische Maschine, insbesondere für physikalische Hochstromanlage mit mindestens einem Leiterstab aus einem gut leitenden Material und einer diesen umhüllenden Isolierschicht, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterstab aus einem Verbundwerkstoff besteht, wobei die eine Komponente des Leiterstabes aus einem Werkstoff mit hoher Leitfähigkeit, jedoch geringerer Festigkeit besteht und die zweite Komponente des Leiterstabes aus einem aushärtbaren gut leitenden Werkstoff besteht.

20

2. Spule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Aushärtevorgang durch Erwärmung der Spule auf Temperaturen zwischen 400° und 500°C vorgenommen wird.

25

3. Spule nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die erste Komponente des Leiterstabes ein Werkstoff vorgesehen ist, dessen Festigkeit bei einer Erwärmung auf eine Temperatur von 400° bis 500°C im wesentlichen erhalten bleibt.

30

4. Spule nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff für die erste Komponente des Leiterstabes Kupferzirkon dient.

35

5. Spule nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zirkonanteil der ersten Komponente so groß ist, daß dieser Werkstoff aushärtbar ist.

6. Spule nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil der ersten Komponente an Zirkon zwischen 0,1% und 0,4% beträgt.

5 7. Spule nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff für die zweite Komponente des Leiterstabes Kupferkobaltberyllium dient.

10 8. Spule nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil an Kobalt mindestens 0,2% und der Anteil an Beryllium zwischen 1,8% und 2% beträgt.

15 9. Spule nach einem der Ansprüche 2, 3, 4, oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Komponenten Bänder sind, welche durch Walzen oder Plattieren miteinander verbunden sind.

20 10. Spule nach Anspruch 2, 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Komponenten Bänder sind, welche durch Verlöten miteinander verbunden sind.

25 11. Spule nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundleiter nach erfolgtem Lötvorgang durch Walzen verfestigt ist.

30 12. . Verfahren zur Herstellung einer Spule mit einem aus einem Verbundwerkstoff bestehenden Leiter, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zuerst die Spule gebogen wird und anschließend die fertig gebogene Spule in einer Erwärmvorrichtung auf eine Temperatur zwischen 400° und 500°C erwärmt und ausgehärtet wird.

35 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolation des Leiterstabes vor dem Biegevorgang aufgebracht wird und nach dem Aushärten einer Imprägnierung unterzogen wird.

620/79

- 3 -

0028034
8. 10. 1979

14. Spule nach Anspruch 12 oder 13; dadurch gekennzeichnet, daß der Aushärtevorgang im Vakuum oder unter einem Schutzgas erfolgt.

5

10

15

20

25

30

35

0028034

1 / 1

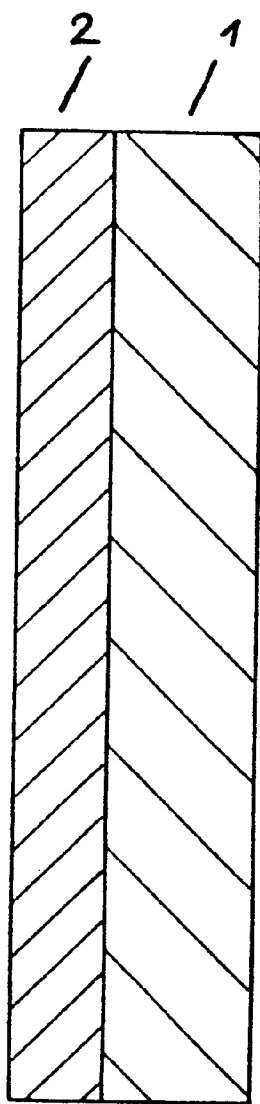


Fig. 1

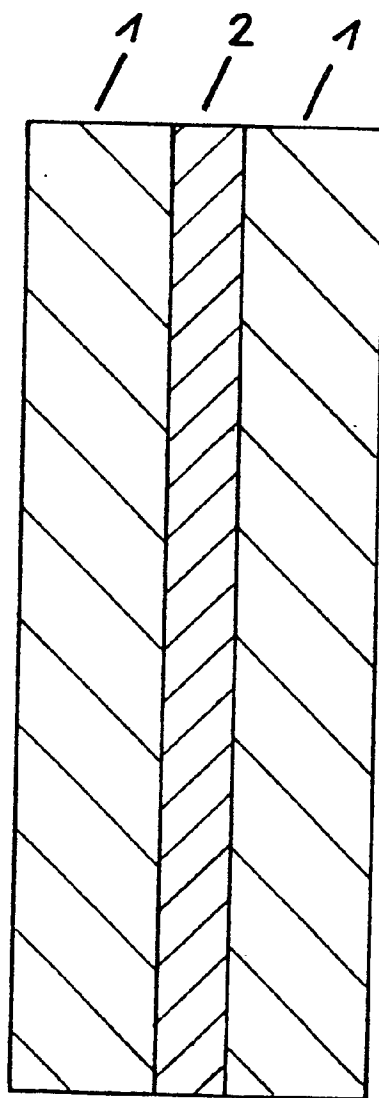


Fig. 2

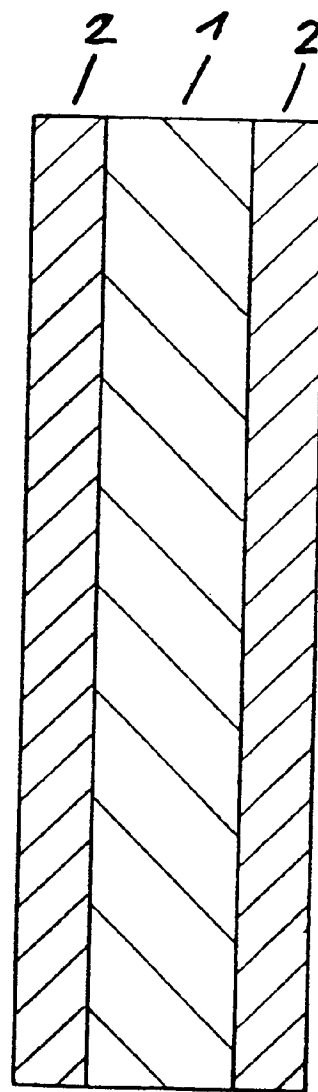


Fig. 3

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.) ³⁾
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>DE - C - 533 274</u> (PHILIPS) * Seite 2, Zeilen 7-24 *	1	H 01 F 27/28 5/00 7/20
	--		
	IEEE SPECTRUM, Band 3, Heft 8, August 1966, Seiten 111-114 D.B. MONTGOMERY: "High-strength conductors for supermagnets" * Seite 112, linke Spalte, Absatz 2, Zeilen 12-14 *	4	
	--		
	ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE PHYSIK, Band 31, Nr. 5/6, 1971, Seiten 346-359 D. SCHNEIDER et al.: "Technik gepulster hoher Magnetfelder mit kapazitiven und induktiven Speichern oder nach dem Kompressionsverfahren" * Seite 351, rechte Spalte, letzter Absatz *	7	
	--		
A	<u>DE - A - 1 638 508</u> (ZELLENTIN)		
A	<u>CH - A - 125 304</u> (BBC)		
A	<u>FR - A - 1 510 111</u> (ALSTHOM-SA-VOISSENNE)		

			RECHERCHIÉRE SACHGEBIETE (Int. Cl.) ³⁾
			H 01 F 27/28 5/00 7/20
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	13-01-1981	VANHULLE	