



Exposé



Linear Schwingspule

zur Patentverwertung

Diese lineare Schwingspule dient zum Antrieb einer biegesteifen Flachmembran in einem Breitband Lautsprecher. Der Lautsprecher kann dabei bevorzugt mit Biegeschwingungen im Mittel- und Hochtonbereich arbeiten. Die linearen Eigenschaften der Spule sind zum einen auf die elektro-akustischen Werte im Audio Frequenzbereich bezogen (#1), bezeichnen aber zum anderen auch die geometrische Form (#2). Beide Punkte können auch getrennt voneinander zur Anwendung kommen.

1. Die einzelnen Leiter der Schwingspule sind im Tieftonbereich in Reihe geschaltet (wie in einer herkömmlichen Schwingspule). Im Hochtonbereich (HT) sind die Leiter parallel geschaltet, über eine phasenrichtige Einspeisung des HT mittels Koppelkondensatoren. Damit ist einem Anstieg der Schwingspulen Impedanz bei zunehmender Frequenz entgegengewirkt und die Spule kann auch im Hochtonbereich genügend Antriebsleistung erzeugen. Die Impedanz Kennlinie verläuft trotz Zunahme der Frequenz linear oder kann sogar fallen.
2. Die Spule ist entlang einer Geraden (linear) mit der Membran fest verbunden und kann diese leicht zu Biegeschwingungen anregen. Dabei bewegt sich die Membran ganz oder teilweise um einen Drehpunkt x auf einem Kreissektor. Mit einer konzentrischen Schwingspule herkömmlicher Bauart ist das bisher nicht möglich gewesen. (bei einer biegesteifen Membran großer Amplitude)

Bezüglich des Biegewellen Lautsprechers verweisen wir auf unsere Parallel Anmeldung vom 26. 06. 2013/ DE 102013 010 654 A1/ DPMA.

Eine Schwingspule besteht aus meist dünnem Draht, der auf dem sogenannten Spulenträger aufgewickelt ist. Es werden einlagige sowie mehrlagige Drahtwickel verwendet, manchmal mehrere Wickel elektrisch getrennt auf einem Spulenträger. Diese Spule taucht in den Luftspalt des (Permanent-) Magneten ein, in dem sich ein starkes Magnetfeld befindet.

Als Material für den Spulenträger werden Pappe, Kunststoffe, Composites oder Leichtmetalle (gegen Induktionstrom, geschlitzt) verwendet. Zum Druckausgleich kann der Spulenträger gelocht sein, eine mögliche Schwärzung fördert noch die Wärmeabstrahlung.

Der Spulenträger ist mit der Membran des Lautsprechers verbunden. Das sich durch Stromdurchfluss aufbauende magnetische Wechselfeld bewegt die Schwingspule mit der Membran nach vorne und nach hinten und ermöglicht es so, die elektrische Energie in mechanische Energie und Schall umzusetzen. Von Bedeutung ist dabei das zu erreichende BI-Produkt, die übertragbare Bandbreite und die Linearität innerhalb des Arbeitsbereiches der Schwingspule. Es werden meist Überhang- oder Unterhang Schwingspulen eingesetzt.

Der verwendete Draht kann aus Kupfer, Aluminium oder aus verkupferten Aluminium (CCAL) bestehen. Zur Anwendung kommen neben dem am häufigsten verwendeten Runddraht auch rechteckige, quadratische oder hexagonale Querschnitte. Damit wird der vorhandene Magnetspalt besser ausgenutzt und die Wärmeableitung verstärkt. Die einzelnen Leiter sind üblicherweise durch Backlack voneinander isoliert. Dessen Temperaturbeständigkeit ist neben dem verwendeten Klebstoff eine häufige Schwachstelle bei größeren umgesetzten Leistungen.

Weiterhin sind auch selbsttragende Schwingspulen aus Aluminiumfolie bekannt geworden. (DE 3900038 A1) Mit Einsparung des Schwingspulenträgers wird die bewegte Masse im Antrieb verringert. Indirekt kann damit zwar die Bandbreite zum HT Bereich etwas weiter ausgedehnt werden, aber das Problem der Spuleninduktivität ist generell nicht gelöst. Die Induktivität verhindert eine schnelle Anstiegszeit des Stromdurchflusses und wirkt so einer hohen Beschleunigung von Spule und Membran entgegen.

Durch die beschriebene fortschrittliche Konstruktion ergeben sich im einzelnen folgende Vorteile:

- ✓ Anregung von Biegeschwingungen leicht möglich
- ✓ kein Anstieg der Impedanz im HT Bereich
- ✓ geringe bewegte Masse der Schwingspule
- ✓ gute mechanische Stabilität, selbsttragend
- ✓ Füllfaktor im Magnetspalt mindestens 95%
- ✓ thermische Belastbarkeit, $T_{\max} = 350^{\circ}\text{C}$, intermittierend
- ✓ gute Wärmeableitung, wenig power compression
- ✓ WAK passend zum Membran Material CFK
- ✓ flexible Zuleitungen sind bereits in Spule integriert

Für Wirkungsgrad und Impulsverhalten ist eine geringe bewegte Masse eines Lautsprechers wichtig. Soll die Schwingspule leicht sein, so eignet sich besonders Aluminium. Für gleiche Eigenschaften (gleicher Leiter Widerstand) sollte der Querschnitt dann etwa 60% größer gewählt werden. Trotz des 60% Mehrverbrauchs an Material ist die Spule noch halb so leicht wie eine Kupferspule. Bei der Verwendung von Aluminium lässt sich eine sichere Isolation durch das Eloxal Verfahren erzeugen, eine Beschichtung mit Isolationslack kann daher entfallen, was die bewegte Masse auf ein geringst mögliches Maß weiter verringert. Die thermische Belastbarkeit der Schwingspule wird dann letztlich alleine durch den Klebstoff definiert. Verfügbare gute Klebstoffe erreichen heute eine Temperaturbeständigkeit von mindestens 350°C .

Anwendungsgebiete

Diese Schwingspule kann in Lautsprechern nach konventioneller Bauart, mit Vorteil speziell in Breitband Lautsprechern eingesetzt werden. Gerade bei Biegewellen Lautsprechern mit biegesteifen Membranen kann besonders diese Spule Biegewellen großer Amplitude anregen. Aber auch eine traditionelle Schwingspule lässt sich durch Punkt #1 im Hochton Bereich verbessern. Dazu müssen aber zusätzliche Anschlüsse und ein Netzwerk zur HT Einspeisung ausgeführt sein.

Patentstand

Die Erfindung ist in Deutschland zur Patenterteilung angemeldet, und der Schutzbereich kann innerhalb der Prioritätsfrist noch auf weitere Länder ausgedehnt werden (bis 2018). Erste Versuche wurden im Labormaßstab erfolgreich durchgeführt und ein Prototyp ist verfügbar.

Lizenz – Kaufangebot

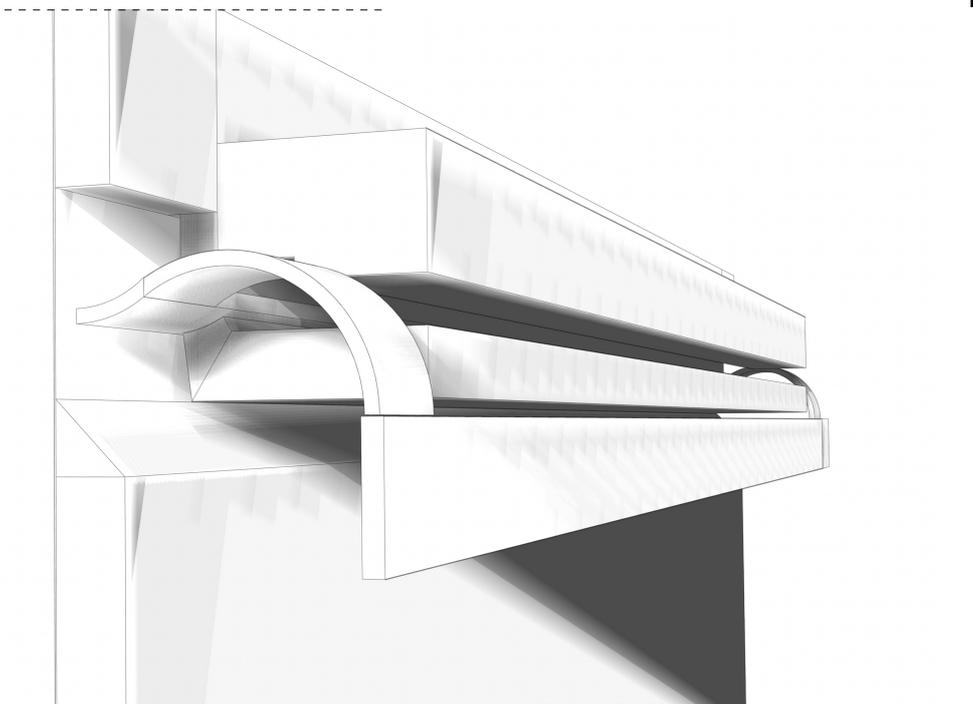
Im Rahmen des Verwertungskonzeptes ist eine Vergabe exklusiver oder auch einfacher Lizenzen vorstellbar. Auch eine Lizenzvergabe angepasst an Produkte und Märkte ist möglich. Der Erfinder kann für Weiterentwicklungen dem Lizenznehmer zur Verfügung stehen.

Kontakt

Für weitere Informationen und zur Kontaktaufnahme wenden sie sich bitte an:

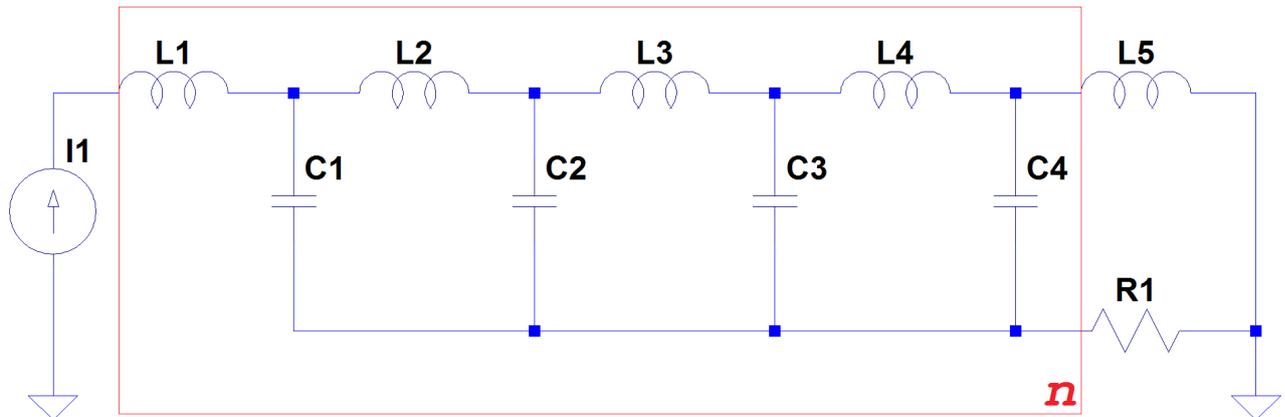
[*bendingwave@t-online.de*](mailto:bendingwave@t-online.de)

Sound**B**lade
Tobias Weiß
Elisabethstraße 21
26135 Oldenburg
Deutschland

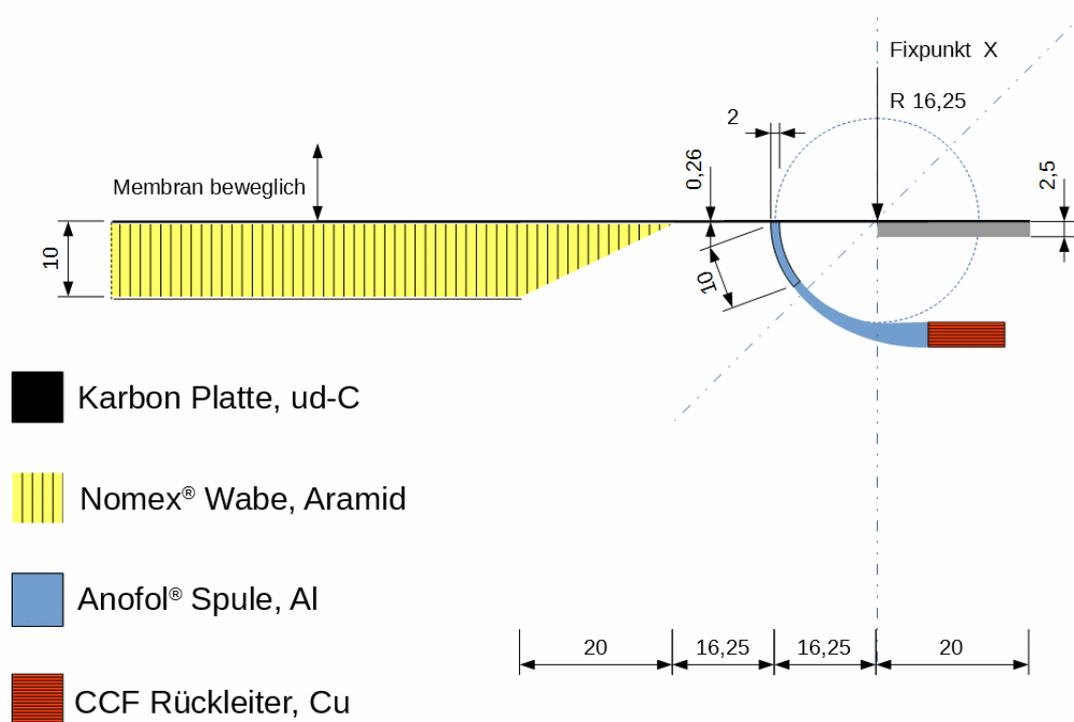


Schaltung

Der diskrete Spulen Aufbau ermöglicht einen Induktanzausgleich durch eingefügte Kapazitäten die der Heaviside-Bedingung genügen, im Rahmen der Leitungstheorie treten damit keine Verzerrungen des zu übertragenden Signals auf, ($n+1$ diskrete Leiter) Viele weitere Varianten mit anderen Übertragungs Eigenschaften sind möglich.



Schnittbild



Material Eigenschaften allgemein

- Grundmaterial Reinaluminium Al 99,5 und E-Al 99,7
- Hohe Temperaturbeständigkeit
- Isolierstoffklasse >H (>180°C) DIN EN 60085
- Oberfläche walzblank, eloxiert, schwarz einfärbbar
- Härte nach Kundenwunsch hart, halbhart oder weich
-

Physikalische Eigenschaften der Oxidschicht Al₂O₃

- Schmelzpunkt ca. 2000 °C
- Härte ähnlich Korund (HV 250 – 350)
- Hohe Verschleiß- und Griff-Festigkeit
- Dielektrizitätskonstante 7 – 8
- Isolationseigenschaften je nach Oxidschichtstärke
- Oxidschichtstärke 1–6 µm, je nach erforderlicher Isolation-Windungs-Spannungsfestigkeit (10V/µm >> max.120V)
-

Physikalischen Eigenschaften von Aluminium

- Al-Schmelzpunkt 658 °C
- Mittlerer Wärmeausdehnungskoeffizient $23,5 \times 10^{-6}/K$
- Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes zwischen 1 und 100 °C; $0,004 K^{-1}$
- Dichte 2,7 kg/dm³
- Zugfestigkeit 70-180 N/mm²
- Wärmeleitfähigkeit 2,3 W/cm x K
- Elektr. Leitfähigkeit bei 20 °C je nach Härte 34-36,5 m/Ohm x mm²
- Spezifischer elektrischer Widerstand bei 20 °C je nach Härte $2,94-2,73 \times 10^{-6} \text{ Ohm x cm}$
- Mittlere spez. Wärmekapazität zwischen 1 und 100 °C $0,92 \text{ J / g x K}$
- Elastizitäts-Modul (Mittelwert) $7 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$