

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 3036514 T3**



(12) **Oversættelse af
europæisk patentskrift**

Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl.: **G 01 L 1/14 (2006.01)** **G 01 L 1/16 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2018-07-23**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2018-04-11**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **14752630.5**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2014-08-18**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2016-06-29**
- (86) International ansøgning nr.: **EP2014067576**
- (87) Internationalt publikationsnr.: **WO2015024906**
- (30) Prioritet: **2013-08-19 DE 102013216402**
- (84) Designerede stater: **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**
- (73) Patenthaver: **CeramTec GmbH, CeramTec-Platz 1-9, 73207 Plochingen, Tyskland**
- (72) Opfinder: **BINDIG, Reiner, Rosenstrasse 20, 95463 Bindlach, Tyskland**
SCHMIDT, Tobias, Am Schillingsanger 8, 91207 Lauf, Tyskland
SCHREINER, Hans-Jürgen, Breslauer Strasse 13, 91217 Hersbruck, Tyskland
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Budde Schou A/S, Hausergade 3, 1128 København K, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Trykføler til detektion af kraft**
- (56) Fremdragne publikationer:
DE-A1-102008 002 925
GB-A- 2 086 584
US-A1- 2002 185 935
SADAYUKI TAKAHASHI ET AL: "Effects of Impurities on the Mechanical Quality Factor of Lead Zirconate Titanate Ceramics", JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Bd. 11, Nr. 1, 1. Januar 1972 (1972-01-01), Seiten 31-35, XP055140504, ISSN: 0021-4922, DOI: 10.1143/JJAP.11.31

Nærværende opfindelse angår en fremgangsmåde til måling af en kraft ved hjælp af en trykføler henholdsvis et system til måling af en kraft med en trykføler af et piezoelektrisk materiale.

- 5 Det er kendt teknik, at bestemme kraften via den inducerede ladning, således som dette eksempelvis forekommer i kvarts-kraftmåledåser og piezofølere. I den forbindelse kræves der til måleteknisk evaluering en ladningsforstærker.

10 GB 2 086 584 A beskriver en fremgangsmåde til måling af en kraft ved hjælp af en trykføler af et piezoelektrisk materiale, hvor ændringen af trykfølerens kapacitet anvendes til kraftmåling. Der beskrives ikke den samtidige måling med en polariseret og med en ikke-polariseret trykføler, og slet ikke den elektrotekniske kombination i en evalueringsenhed.

15 SADAYUKI TAKAHASHI ET AL: "Effects of Impurities on the Mechanical Quality Factor of Lead Zirconate Titanate Ceramics" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, bd. 11, nr. 1, 1. januar 1972 (1972-01-01), siderne 31-35, XP055140504, ISSN: 0021-4922, DOI: 10.1143/JJAP.11.31 og US 2002/185935 A1 beskriver det bredt udbredte piezoelektriske materiale $\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$, som er egnet til anvendelse ved stor
20 kompressionsbelastning.

DE 10 2008 002925 A1 beskriver baggrundsviden til kraftmåling med trykfølere.

25 Det er hensigten med opfindelsen, at forbedre disse kendte fremgangsmåder således, at en kombination af en enklere kraftdetektion og en nøjagtigere kraftbestemmelse opnås. Desuden skal der angives et system til måling af denne kraft.

Ifølge opfindelsen opnås dette med hensyn til fremgangsmåden ved de i krav 1 angivne træk. Løsningen består i, at målingen af kraften sker samtidigt med en polariseret og en
30 ikke-polariseret trykføler, og kapaciteten for begge trykfølere tilføres en elektroteknisk kombination i en evalueringsenhed, og det piezoelektriske materiale har en mekanisk godhedsfaktor i området 200 til 2000 og har en koercitivfeltstyrke $> 1,5 \text{ kV/mm}$ ved rumtemperatur.

35 Eftersom ændringen i kapacitet for trykføleren anvendes til kraftmåling, kræves ikke nogen ladningsforstærker til måling og derved er målesystemet samlet miniaturiseret.

Med henblik på at udkoble forstyrrelseselementer sker målingen af kapaciteten fortrinsvis i overensstemmelse med Lock-In-fremgangsmåden, ved en bestemt målefrekvens. Fortrinsvis ligger målefrekvensen imellem 800 Hz og 1,2 kHz, særligt foretrukket ved 1 kHz.

Et system ifølge opfindelsen til måling af en kraft ifølge krav 4 til udøvelse af den ovenfor beskrevne fremgangsmåde udmærker sig ved, at systemet omfatter en polariseret og en ikke-polariseret trykføler, og kapaciteten for begge trykfølere kan tilføres den elektrotekniske kombination i evalueringsenheden, og det piezoelektriske materiale har den mekaniske godhedsfaktor i området 200 til 2000 og har koercitivfeltstyrken $>1,5$ kV/mm ved rumtemperatur.

Polariserede trykfølere giver den fordel at starte målingen ved hjælp af en impuls og dermed at spare energi. Polariserede trykfølere har en stejlere stigning af kapaciteten. Ikke-polariserede trykfølere har fra en bestemt startpåvirkning et tydeligt lineært forløb (se fig. 5). Således har den polariserede trykføler fordelene med en enklere kraft-detektering og den ikke-polariserede trykføler fordelen med den nøjagtigere kraftbestemmelse. En forbindelse af begge virkninger via en elektroteknisk kombination af begge typer trykfølere er tænkelig for den kapacitive kraftmåling.

Fortrinsvis er trykføleren en rund plade med affasede kanter. Fortrinsvis bliver målesignalet sendt trådløs til en evalueringsenhed.

I overensstemmelse med opfindelsen er anvendelsen af en trykføler til måling af et belastningssignal til medicinske anvendelser eller til måling af et belastningssignal til industrielle anvendelser eller til måling af et belastningssignal til forbrugeranvendelser eller til måling af et belastningssignal til automotive anvendelser.

Måleprincippet beror således på målingen af kapaciteten af en med tryk påvirket trykføler af piezoelektrisk materiale. Ved trykpåvirkningen sker der en kontraktion af den piezoelektriske trykføler og dermed en ændring af kapaciteten. Ud fra denne sammenhæng kan den ved påvirkningen påførte kraft henholdsvis trykket, bestemmes ved hjælp af den målte kapacitet (se fig. 1). Kapacitetsændringen er sammensat af en ferroelektrisk og en geometrisk del, idet den ferroelektriske, dvs. ændringen af dielektricitetskonstanten, er overvejende og bestemmer signalstyrken.

Ved en direkte kapacitiv kraftmåling er en ladningsforstærker ikke nødvendig, således at en væsentlig miniaturisering af målesystemet er mulig.

- 5 Ved anvendelsen af piezoeffekten optræder der tab på grund af ledningsevnen for materialet (se fig. 2) og ved hystereseeffekter (se fig. 3). Målingen af kapaciteten sker i overensstemmelse med Lock-In-fremgangsmåden, ved en bestemt målefrekvens, fortrinsvis imellem 800 Hz og 1,2 kHz, særlig foretrukket ved 1 kHz, hvorved andre forstyrrelsesselementer udkobles.

10

Til føleren kan der anvendes såvel et ferroelektrisk blødt som også et ferroelektrisk hårdt materiale.

- 15 Gennemførte undersøgelser kunne for hårde piezoelektriske materialer eftervise bedre linearitetsforhold imellem påført tryk og målt kapacitet.

Med hårde piezoelektriske materialer forstås materialer med en høj mekanisk godhedsfaktor i området 200 til 2000, fortrinsvis 400 til 1200, som ved rumtemperatur har en koercitivfeltstyrke $> 1,5$ kV/mm, fortrinsvis > 2 kV/mm.

20

Desuden er følsomheden i forbindelse med hårde piezokeramikker væsentligt større (se fig. 4). Deraf fås fordelene med en enklere måleteknisk bestemmelse af påvirkningen.

- 25 For anvendelsen bliver en polariseret trykføler anvendt, eftersom denne samtidigt giver muligheden, ved hjælp af en impuls at starte målingen og dermed at spare energi. Desuden kan også ikke-polariserede trykfølere anvendes til ren kapacitetsmåling. Medens den polariserede trykføler har den stejlere stigning af kapaciteten, fås der for de ikke-polariserede trykfølere, fra en bestemt startpåvirkning, et tydeligt mere lineært forløb (se fig. 5). Således har den polariserede trykføler fordelene med en enklere
- 30 kraftdetektering, og den upolariserede trykføler den nøjagtigere kraftbestemmelse. En kombination af begge effekter, ved hjælp af en elektroteknisk kombination af begge typer af trykfølere, er nødvendig for den kapacitive kraftmåling.

- 35 Udformningen af trykføleren kan eksempelvis ske i form af en rund plade. Anvendelsen af trykfølere med en affaset kant, har en højere styrke ved trykpåvirkninger. Ved valget

af en hård piezokeramik kunne en bedre lineær sammenhæng imellem påvirkning og målt kapacitet opnås.

Nærværende opfindelse angår især:

- 5
- Trykføler til måling af en kraft, **kendetegnet ved, at** ændringen af dielektricitetskonstanterne anvendes til kraftmåling,
 - Trykføler til måling af en kraft, **kendetegnet ved, at** det anvendte materiale er piezoelektrisk/ferroelektrisk, og kraftændringen bevirker en polarisations-

10

 - Trykføler til måling af en kraft, **kendetegnet ved, at** et polariseret ferroelektrisk materiale anvendes, med henblik på at muliggøre en ladningsgenerering.
 - Trykføler til måling af en kraft, som ved hjælp af ladningsgenereringen ved belastning igangsætter et kredsløb til en måling ("Trigger-signal"). Før belastningen er kredsløbet i en hvilefase, med henblik på at spare energi.

15

 - Trykføler til måling af en kraft bestående af en ikke-polariseret piezokeramik til bedre måling af belastningssignalet.
 - Kombination af polariserede og ikke-polariserede ferroelektrika, af det samme eller forskellige materialer, med henblik på at afkoble målingen af "Trigger-signal".

20

 - System, som er **kendetegnet ved, at** til eliminering af temperatur og øvrige omgivelsespåvirkninger forbliver et eller flere yderligere ferroelektriske konstruktionselementer af samme eller anden art ubelastede. Ved målingen af kapaciteten for de ubelastede konstruktionselementer, kan eksempelvis

25

 - System til måling af et belastningssignal til medicinske anvendelser.
 - System til måling af et belastningssignal til industrielle anvendelser.
 - System til måling af et belastningssignal til forbrugeranvendelser.
 - System til måling af et belastningssignal til automotive anvendelser.

30

 - System, som er **kendetegnet ved, at** ved hjælp af det polariserede ferroelektrikum genereres den til måling nødvendige energi ("energihøstning").
 - System, som er **kendetegnet ved, at** målesignalet sendes trådløst til en evalueringseenhed.

35

I det følgende beskrives opfindelsen nærmere ved hjælp af et eksempel.

EKSEMPEL:

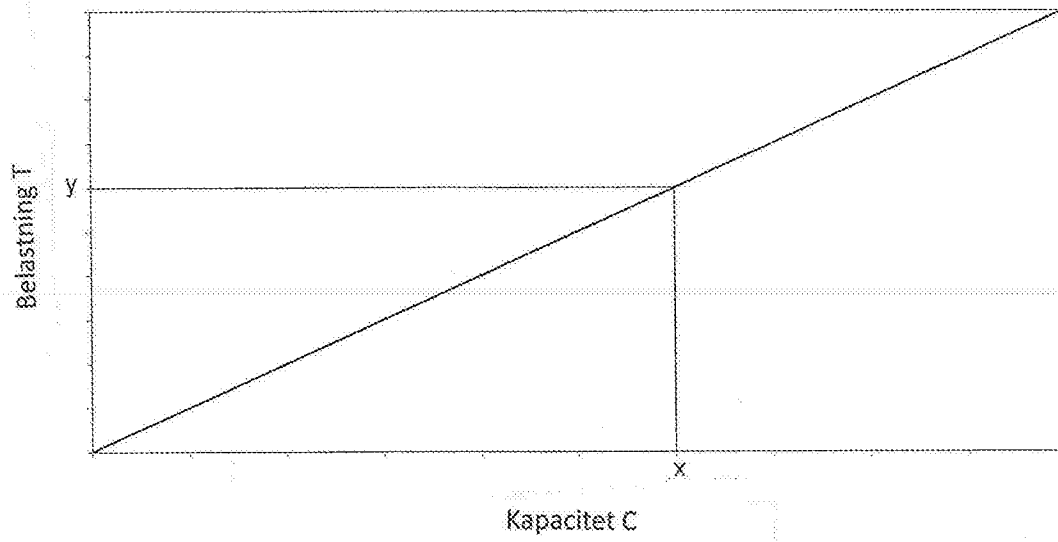
Medicinsk belastningsføler

- 5 Ved denne anvendelse drejer det sig om et medicinsk målesystem til registrering af belastninger af ekstremiteter, eksempelvis foden. Trykfølere befinder sig under foden og detekterer de ved belastning af foden opstående kræfter og sender disse via en trådløs forbindelse til et lagringsmedie. Ved kendskab til den statiske og dynamiske kapacitive kraftmåling, og under udelukkelse af forstyrrelseselementer, som eksempel-
- 10 vis temperaturen, er en overvågning af helingsfremskridtet mulig. Ligeledes er det muligt, ved hjælp af måledataene at indgribe i en helingsproces. (Se fig. 6).

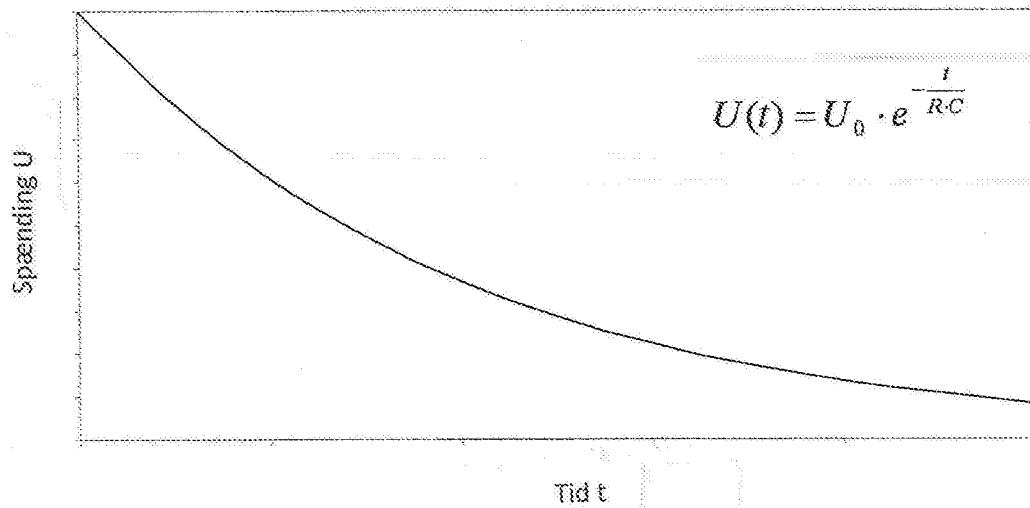
PATENTKRAV

1. Fremgangsmåde til måling af en kraft under anvendelse af en trykføler fremstillet af et piezoelektrisk materiale, idet ændringen i kapaciteten for trykføleren anvendes til
5 måling af kraften, **kendetegnet ved, at** kraften samtidigt måles under anvendelse af en polariseret trykføler og en ikke-polariseret trykføler, og kapaciteten af begge trykfølere tilføres en elektroteknisk kombination i en evalueringsenhed, og det piezoelektriske materiale har en mekanisk godhedsfaktor i området 200 til 2000 og har en koercitivfeltstyrke større end 1,5 kV/mm ved rumtemperatur.
- 10 2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, **kendetegnet ved, at** kapaciteten måles i overensstemmelse med Lock-In-fremgangsmåden ved en bestemt målefrekvens.
3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, **kendetegnet ved, at** målefrekvensen er imellem 800
15 Hz og 1,2 kHz.
4. System til måling af en kraft til udøvelse af fremgangsmåden ifølge ethvert af kravene 1-3, **kendetegnet ved, at** systemet har en polariseret trykføler og en ikke-polariseret trykføler, og kapaciteten af begge trykfølere kan tilføres den elektrotekniske kombination
20 i evalueringsenheden, og det piezoelektriske materiale har den mekaniske godhedsfaktor i området 200 til 2000 og har koercitivfeltstyrken på > 1,5 kV/mm ved rumtemperatur.
5. Trykføler ifølge krav 4, **kendetegnet ved, at** trykføleren er en lille rund plade med
25 affasede kanter.
6. Trykføler ifølge ethvert af kravene 4 og 5, **kendetegnet ved, at** målesignalet transmitteres trådløst til en evalueringsenhed.
- 30 7. Anvendelse af en trykføler ifølge ethvert af kravene 4-6 til måling af et belastningssignal til en medicinsk anvendelse eller til måling af et belastningssignal til industrielle anvendelser eller til måling af et belastningssignal til en brugeranvendelse eller til måling af et belastningssignal til automotive anvendelser.

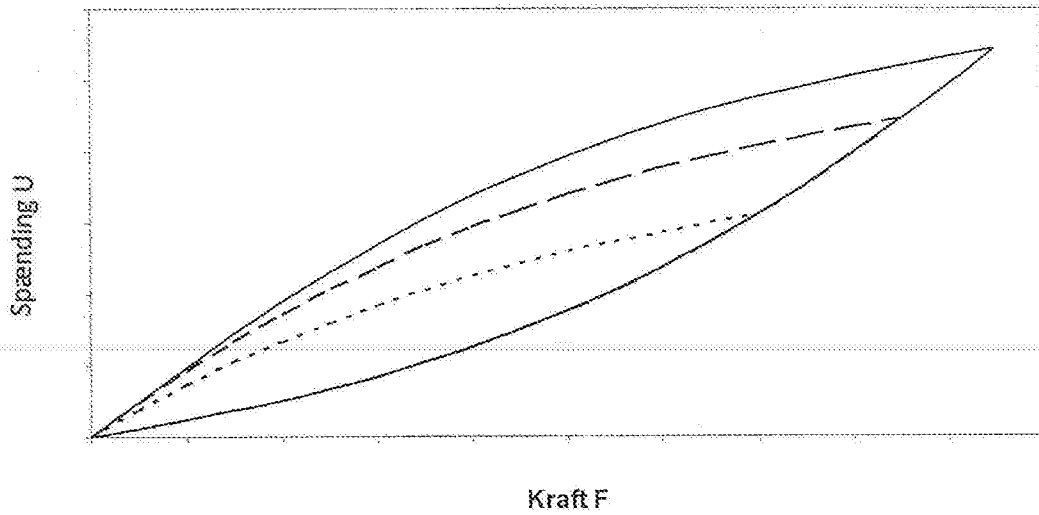
Figur 1



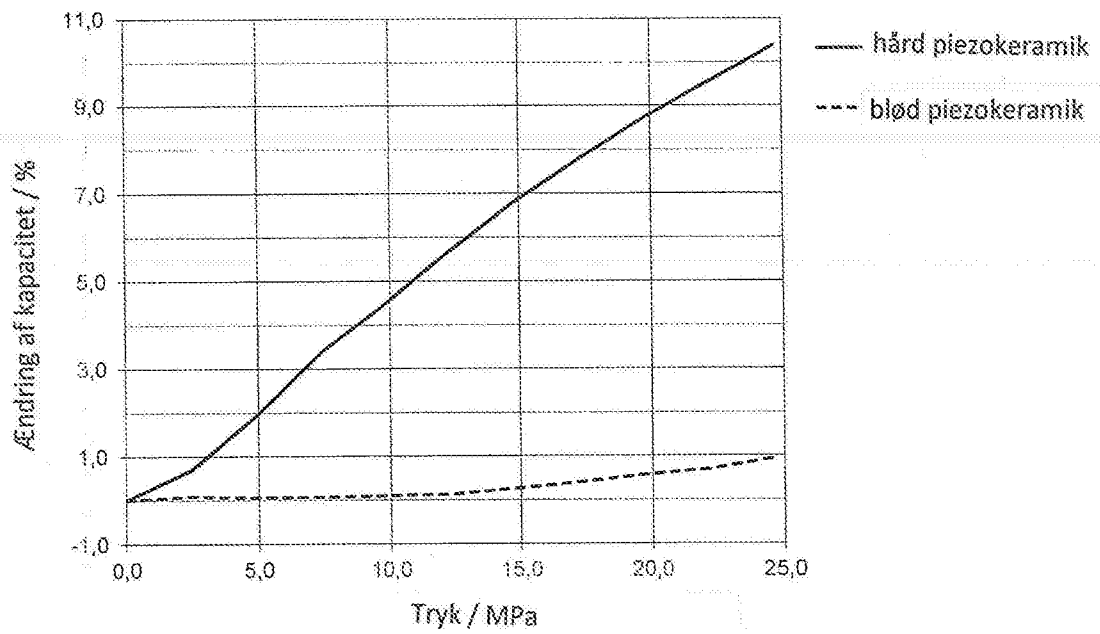
Figur 2



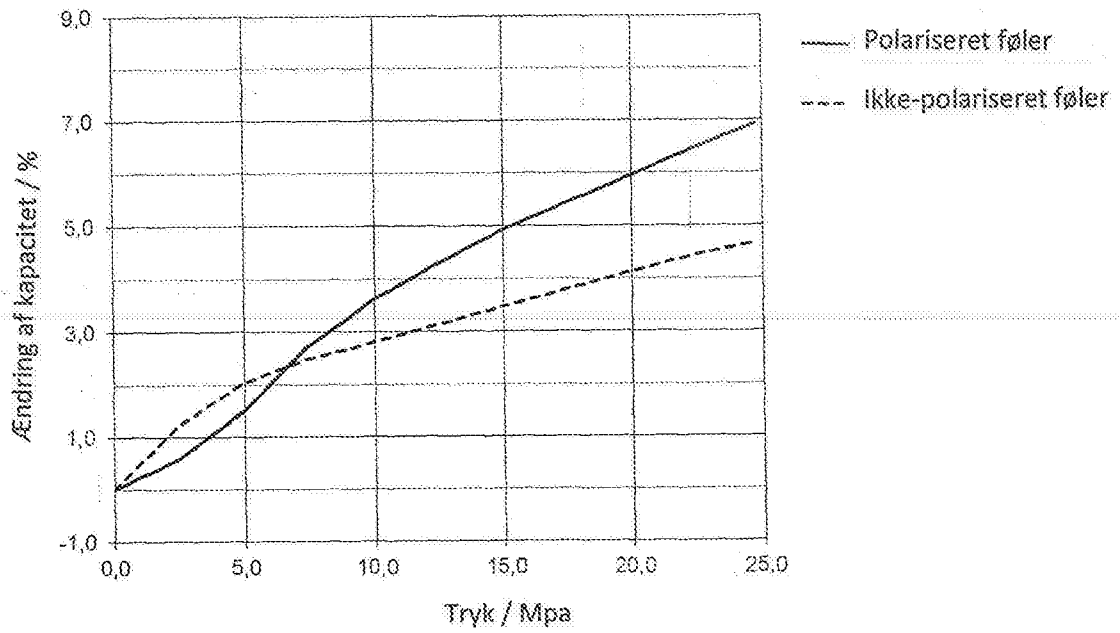
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6

