



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 205 260 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.05.2002 Patentblatt 2002/20

(51) Int Cl.7: **B06B 1/06**

(21) Anmeldenummer: **01126181.5**

(22) Anmeldetag: **05.11.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **L-3 Communications ELAC Nautik
GmbH**
24118 Kiel (DE)

(72) Erfinder: **Schmidt, Jörg, Dipl.-Ing.**
24340 Eckernförde (DE)

(30) Priorität: **08.11.2000 DE 10055164**

(74) Vertreter: **Rentzsch, Heinz, Dipl.-Ing.**
Schönbornring 1
63263 Neu-Isenburg (DE)

(54) **Torpedosonar mit mehreren Wandlern**

(57) Bei einem Torpedosonar mit konturkonformer Anordnung der elektroakustischen Wandler (e) sind auf dem Torpedobug vier Wandlerzonen gebildet, nämlich eine kreisförmige Scheitelsbereichszone (f), eine sich

anschließende Ringzone (g), zwei seitliche Übergangszonen (h) sowie zwei den Übergangszonen folgende, sich bis zum Großkreis des Torpedobugs erstreckende seitliche Längszonen (i).

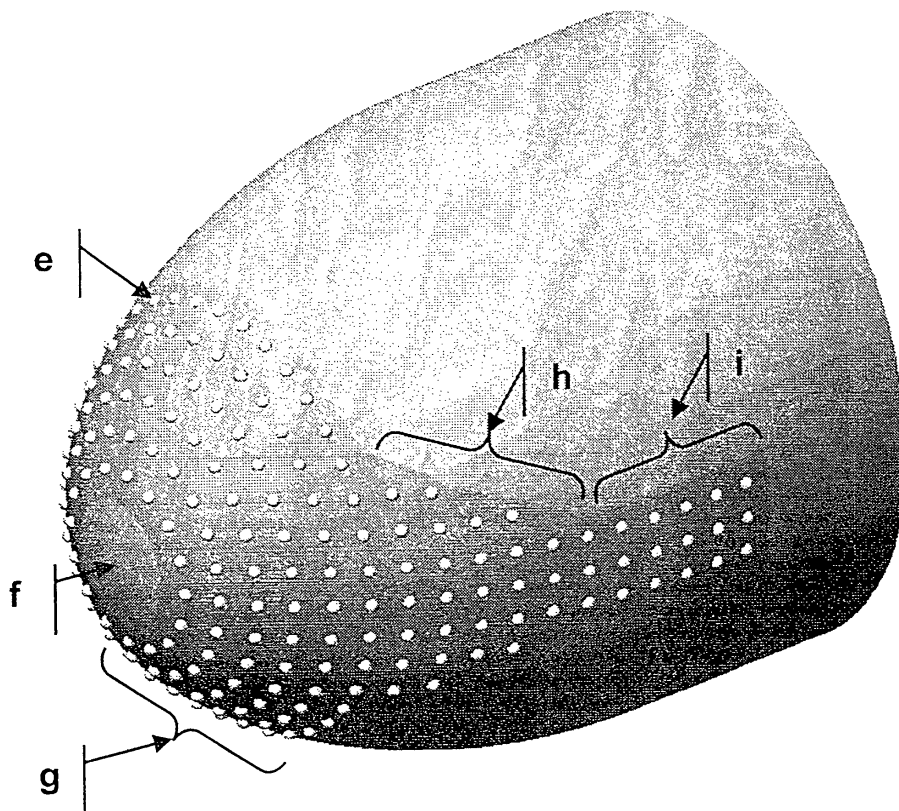


Fig.2

EP 1 205 260 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Torpedosonar mit mehreren elektroakustischen Wandlern, welche auf einem halbkugel- oder paraboloidförmigen Torpedokopf konturkonform angeordnet sind. Zwei Grundtypen von Wandleranordnungen finden bislang bei Torpedosonaren Anwendung. Beim ersten Typ sind die Wandler auf der abgeflachten Stirnseite des Torpedokopfes angeordnet. Beim zweiten Typ folgt die Anordnung der Wandler der gekrümmten Kontur eines nicht abgeflachten Torpedokopfes, was bisweilen als konturkonforme Anordnung (conformal array) bezeichnet wird. GB 2 234 815 B zeigt beide Typen von Wandleranordnungen. Eine erste Ausführungsform (Fig.1) weist auf einer kreisförmigen, zentralen, flachen Stirnfläche eines ansonsten halbkugel- oder paraboloidförmigen Torpedokopfes eine vertikale Reihe von Sendewandlern auf, während mehrere Empfangswandler eine horizontale Zeile bilden. Es ergibt sich also eine kreuzförmige Wandleranordnung auf der Stirnfläche. Die vertikale Wandlerreihe erzeugt einen fächerförmigen, in der Horizontalebene flachen, in der Vertikalebene hingegen scharf gebündelten Sendestrahle. Die horizontale Zeile von Empfangswandlern läßt ein in der Vertikalebene flaches, in der Horizontalebene aber scharf fokussiertes Empfangsdiagramm entstehen. Sendestrahle und Empfangsdiagramm können elektronisch geschwenkt werden. Bei einer zweiten Ausführungsform (Fig.5a) erstrecken sich die Wandlerreihe und die Wandlerzeile längs der gekrümmten Kontur des Torpedokopfes. Weitere konforme Anordnungen von Wandlern eines Torpedosonars sind in US 3 906 431 und DE 33 22 246 A1 beschrieben.

[0002] Eine abgeflachte Stirnfläche des Torpedos vergrößert dessen Strömungswiderstand und erfordert somit mehr Energie für den Torpedoantrieb. Andererseits verringert eine Anordnung der Wandler auf einer flachen Stirnfläche die Anzahl der Wandler, welche für die Erzeugung eines bestimmten Antennendiagramms benötigt werden, und erleichtert die Berechnung des Antennendiagramms. Die Anzahl der auf einer Stirnfläche unterzubringenden Wandler ist stark eingeschränkt. Dies hat eine begrenzte Winkelauflösung des Sonars zur Folge. Schließlich ist der Ortungswinkelbereich eines solchen "Flachkopfsanars" auf etwa $\pm 45^\circ$ begrenzt bzw. unter Inkaufnahme von Mehrdeutigkeiten auf etwa $\pm 60^\circ$.

[0003] Bei Verwendung einer konturkonformen Wandleranordnung hingegen bleibt die strömungsgünstige äußere Gestalt des Torpedokopfes erhalten und sein hydrodynamischer Widerstand kann optimiert werden. Die Wandler werden entlang der Kontur angeordnet. Der Ortungswinkelbereich des Sonars kann wesentlich größer sein als bei Anordnung der Wandler auf einer flachen Stirnfläche. Ohne Mehrdeutigkeiten läßt sich ein maximaler Ortungswinkelbereich von etwa $\pm 135^\circ$ und unter Inkaufnahme von räumlichen Mehrdeu-

tigkeiten ein Ortungsbereich von bis zu $\pm 150^\circ$ erzielen. Um einen solch großen Ortungswinkelbereich gleichzeitig in horizontaler und in vertikaler Richtung zu erreichen, wäre eine erhebliche Anzahl von Einzelwandlern erforderlich, weil die gegenüber einer flachen Stirnfläche wesentlich größere Torpedokopf-Oberfläche mit Schallwandlern bestückt werden muß. Wird zur Verringerung der Anzahl von Wandlern die Wandleranordnung vornehmlich in der Horizontalebene ausgerichtet, so erreicht man zwar einen weiten horizontalen Ortungsbereich aber nur einen kleinen vertikalen Ortungsbereich. Ein solches Torpedosonar ist im tiefen Wasser nur eingeschränkt einsetzbar.

[0004] Mit der im Anspruch 1 gekennzeichneten Erfindung wird ein Torpedosonar geschaffen, welches die Vorteile der beiden bislang bekannten Typen von Torpedosonaren kombiniert gleichzeitig die Anzahl der erforderlichen Einzelwandler deutlich vermindert. Die Einzelwandler sind in vier längs der gekrümmten Torpedokopfkontur in Achsrichtung aufeinander folgenden Zonen ausgeprägter Richtungsempfindlichkeit angeordnet. In Vorwärtsrichtung bietet das Sonar eine rundum gleichartige räumliche Winkelauflösung. Es ermöglicht einen weiten horizontalen Ortungswinkelbereich bei zwar eingeschränkter vertikaler Ortungsgenauigkeit aber gleichwohl großem vertikalen Ortungswinkelbereich. Ein solches Torpedosonar ist auch im Tiefwasser verwendbar. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0005] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung wiedergegebenen Ausführungsbeispiels erläutert. Darin zeigt

Fig.1 eine schematische Darstellung des Torpedobugs, und zwar

- a) in perspektivischer Ansicht;
- b) als Draufsicht von oben;
- c) in Seitenansicht;
- d) von vorn gesehen; und

Fig.2 eine gegenüber Fig.1a vergrößerte perspektivische Darstellung mit den vier Wandlerzonen (f) - (i).

[0006] Die Wandleranordnung des Torpedosonars besteht hier aus 256 Einzelwandlern (e), die auf der strömungsgünstig gestalteten Oberfläche des Torpedobugs vorgesehen sind. Entsprechend der gewählten Nominalfrequenz des Sonars können auch mehr oder weniger Einzelwandler eingesetzt werden, beispielsweise bei niedrigen Nominalfrequenzen weniger Wandler bzw. bei höheren Nominalfrequenzen mehr Wandler. Die Anzahl der Wandler (e) hängt in erster Linie vom zu erfassenden räumlichen Ortungsbereich ab.

[0007] Im Scheitelbereich des Torpedobugs befindet sich eine kreisförmige erste Zone (f), welche im gezeigten Fall nicht mit Wandlern bestückt ist. Hierdurch wird die Zahl der eingesetzten Wandler verringert. Empfangswandler in der Scheitelzone (f) tragen nur wenig zur Richtungsbildung des Sonars bei. Falls, beispiels-

weise zur Zielverfolgung, frontal ein Richtstrahl von Ultraschallwellen ausgesandt werden soll, wird die Scheitelbereichszone (f) mit mehreren Sendewandlern versehen. Bei den übrigen Wandlern handelt es sich zumeist um Empfangswandler oder kombinierte Sende/Empfangswandler. Bei Verwendung reiner Sendewandler entfällt die bei kombinierten Wandlern erforderliche Sende/Empfangsweiche.

[0008] An die kreisförmige erste Zone (f) schließt sich eine ringförmige zweite Zone (g) an, die mit Wandlern (e) bestückt ist. Diese zweite Wandlerzone sorgt für einen großen und gleichmäßigen Ortungswinkelbereich des Sonars sowohl um die Querachse als auch um die Hochachse des Torpedos. Durch die Anordnung der Wandler (e) entlang der gekrümmten Oberfläche des Torpedobugs ist der erzielbare Ortungsbereich des Sonars gegenüber einer Wandleranordnung auf einer abgeflachten Frontfläche erheblich erweitert. Die Gleichmäßigkeit des Richtdiagramms ergibt sich aus der zur Torpedolängsachse rotationssymmetrischen Belegung der Torpedobug-Oberfläche im Bereich der Ringzone (g). Will man einen erweiterten Ortungswinkelbereich um beide genannten Raumachsen erzielen, so kann man die Ringzone (g) weiter nach hinten ausdehnen, braucht dann aber mehr Wandler.

[0009] Mit der Ringzone (g) endet der rotationssymmetrische Aufbau der Wandleranordnung. Zu beiden Seiten der Torpedohochachse schließt sich als dritte Zone (h) je eine Übergangszone an, welche in der Nachbarschaft zur Ringzone (g) breiter ist als am rückwärtigen Ende. Diese dritten Zonen liegen axialsymmetrisch zur Torpedolängsachse. Die beiden Übergangszonen (h) überführen den rotationssymmetrischen Ortungsbereich in zwei seitliche Richtdiagramme parallel zur Längsachse. Die von den beiden seitlichen Wandleranordnungen erzeugten Signale lassen sich von einem Ortungsprozessor algorithmisch leichter auswerten als die Ausgangssignale einer rotationssymmetrischen Wandleranordnung.

[0010] Der Abschlußbereich der Wandlerzonen wird durch zwei seitliche vierte Zonen (i) gebildet, welche auf die Übergangszone (h) folgen und sich bis zum Großkreis der Torpedobugkontur erstrecken. Sie haben eine gleichbleibende Breite und können sich, falls erforderlich, auch über den Großkreis hinaus in Richtung Torpedoheck fortsetzen. Diese Längszonen (i) dehnen das Richtdiagramm bis in den hinteren Bereich des Torpedos aus. Braucht nur ein horizontaler Ortungswinkelbereich von $\pm 90^\circ$ erfaßt zu werden, kann man auf eine Bestückung der vierten Zonen (i) mit Wandlern verzichten. Dies vermindert die Anzahl der benötigten Wandler.

[0011] Für den Entwurf der Wandleranordnung empfiehlt es sich, nach Auswahl einer geeigneten Nominalfrequenz des Torpedosonars, die hydrodynamisch vorgegebene Torpedokontur vom Scheitel des Torpedobugs ausgehend in Schritten entsprechend der halben akustischen Nominal-Wellenlänge λ des Torpedosonars, also in $\lambda/2$ -Schritten, abzuschreiten und dabei

die axiale, entlang der Torpedokontur gemessene Länge der einzelnen Wandlerzonen festzulegen.

[0012] Bei einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich die kreisförmige erste Zone (f), d.h. die Scheitelbereichszone, bis zu einem Abstand von $1,5\lambda$. Im Abstand von 2λ , gemessen vom Scheitel des Torpedobugs, beginnt die ringförmige zweite Zone (g), in welcher mehrere Ringe von Wandlern (e) die Längsachse des Torpedos umschließen. Der Abstand zwischen benachbarten Wandlerringen beträgt $\lambda/2$. Um die Anzahl der Wandler möglichst klein zu halten, sollte diese zweite Zone bei etwa 5λ enden. Damit hört der rotationssymmetrische Bereich der Wandleranordnung auf. Auf den beiden Seitenwänden des Torpedobugs, d.h. zu beiden Seiten der Torpedohochachse schließt sich als dritte Zone (h) je ein Übergangsbereich an, der bis zu einem Gesamtabstand von etwa 7λ reicht. Er ist an der Grenze zur zweiten Zone (g) breiter als am rückseitigen Ende und leitet auf beiden Torpedoseiten in eine vierte Zone (i) über, welche eine gleichbleibende Breite hat. Diese Längszonen (i) erstrecken sich zumindest bis zum größten Durchmesser des Torpedobugs, d.h. bis zu seinem Großkreis. Dort beginnt die zylindrische Torpedokontur.

[0013] Mit der bislang beschriebenen Wandleranordnung erfolgt mit Hilfe der beiden rotationssymmetrischen Wandlerzonen (f) und (g) eine Rundumortung bezogen auf die Torpedolängsachse. Die beiden axialsymmetrischen Wandlerzonen (h) und (i) dienen der Ortung nach beiden Seiten. Soll zusätzlich der Gewässerbereich oberhalb des Torpedos überwacht werden, so sieht man in Weiterbildung der Erfindung auf dessen Oberseite als fünfte Zone eine weitere, in ihrem Aufbau der dritten Zone (h) entsprechende Übergangszone sowie eine sich anschließende, konstruktiv der vierten Zone (i) entsprechende sechste Zone vor. Dementsprechend kann man auf der Torpedobugunterseite je eine weitere fünfte und sechste Wandlerzone anbringen, um zum Gewässerboden hin zu orten. In Abhängigkeit von Anwendungsfall und Zielsetzung des Torpedosonars, den gewünschten Ortungswinkelbereichen und der erforderlichen Winkelauflösung werden die Abmessungen der einzelnen Wandlerzonen sowie Art, Anzahl und Anordnung der Wandler in den Zonen optimiert.

Patentansprüche

1. Torpedosonar mit einer Vielzahl an der gekrümmten Torpedobug-Oberfläche angeordneten elektroakustischen Wandlern (e), **gekennzeichnet durch** mehrere Wandlerzonen, nämlich

- a) eine rotationssymmetrisch den Scheitelpunkt des Torpedobugs umgebende, kreisförmige erste Zone (f);
- b) eine ringförmige, die erste Zone umgebende zweite Zone (g);

c) zu beiden Seiten der Torpedohochachse je eine sich von der zweiten Zone nach hinten erstreckende dritte Zone (h), welche im Abstand vor dem Großkreis des Torpedobugs endet; und

5

d) je eine seitliche vierte Zone (i), die sich von der dritten Zone bis zum Großkreis erstreckt.

2. Torpedosonar nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß**

10

a) die erste Zone (f) sich vom Scheitel des Torpedobugs bis zu einem Abstand von etwa $1,5\lambda$ erstreckt, wobei λ die akustische Nominalwellenlänge des Sonars ist;

15

b) die zweite Zone (g) von 2λ bis etwa 5λ reicht; und

c) die dritte Zone (h) sich bis etwa 7λ erstreckt.

3. Torpedosonar nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die seitlichen vierten Zonen (i) sich nach achtern über den Großkreis hinaus erstrecken.

20

4. Torpedosonar nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die seitlichen dritten Zonen (h) Übergangszonen sind, welche an der Grenze zur zweiten Zone (g) breiter sind als an der Grenze zur vierten Zone (i).

25

30

5. Torpedosonar nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die seitlichen vierten Zonen (i) in Richtung der Torpedolängsachse eine gleichbleibende Breite haben.

35

6. Torpedosonar nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste Zone (f) nicht mit Wandlern bestückt ist.

7. Torpedosonar nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste Zone (f) mit Sendewandlern bestückt ist.

40

8. Torpedosonar nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vierten Zonen (i) nicht mit Wandlern bestückt sind.

45

9. Torpedosonar nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** auf der Torpedobug-Oberseite eine fünfte Zone vom Typ der dritten Zone sowie eine sechste Zone vom Typ der vierten Zone vorgesehen sind.

50

10. Torpedosonar nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** auf der Torpedobug-Unterseite eine fünfte Zone vom Typ der dritten Zone sowie eine sechste Zone vom Type der vierten Zone vorgesehen sind.

55

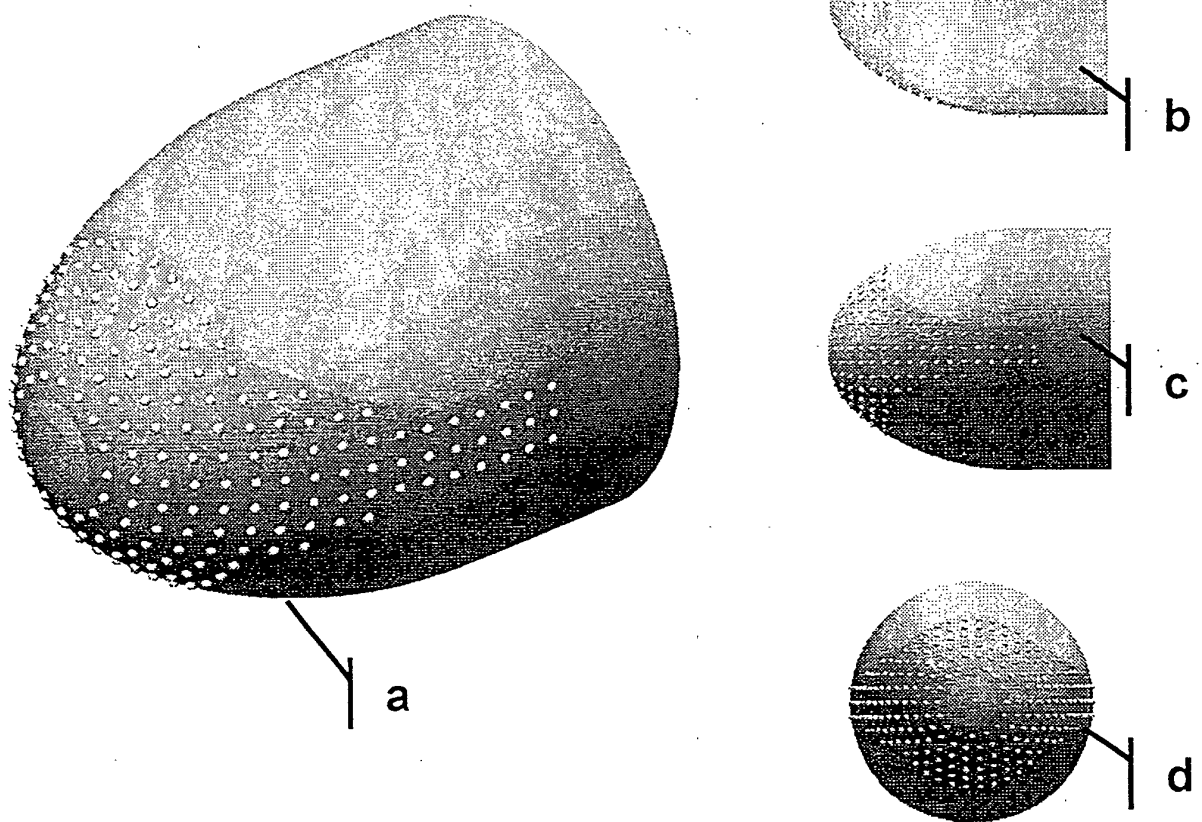


Fig.1

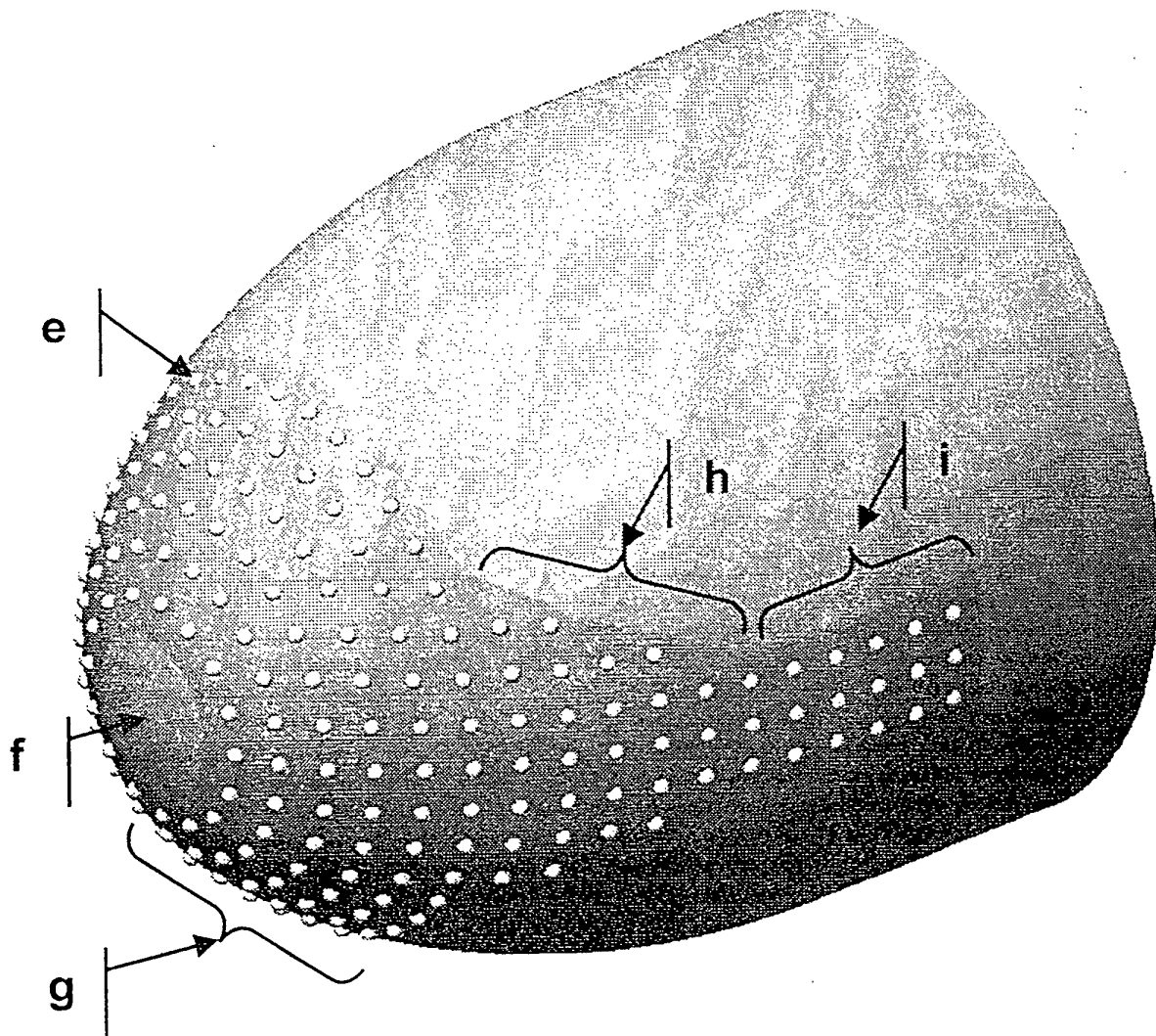


Fig.2