



# Industria y Comercio

## SUPERINTENDENCIA

Delegatura de propiedad Industrial  
División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD

PCT  
INVENTARIO

## PATENTE DE INVENCION

08-53594

21. EXPEDIENTE No.

54. TÍTULO METODO PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE UN MINERAL DENTRO DE UN  
MATERIAL.

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL G01N 22/00

71. SOLICITANTE THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND

DOMICILIO QUEENSLAND, AUSTRALIA

74. APODERADO DILIA RODRIGUEZ D'ALEMAN

22. BOGOTÁ, D. C.,



No. 08-053594- -00000-0000

Fecha. 2008-05-27 16:13:34 Dep. 2020 NUECREACIONE  
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI  
Act. 411 PRESENTACION Folios: 79

**FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE  
PCT**

**ENTRADA EN FASE NACIONAL**

Junio 4/2008

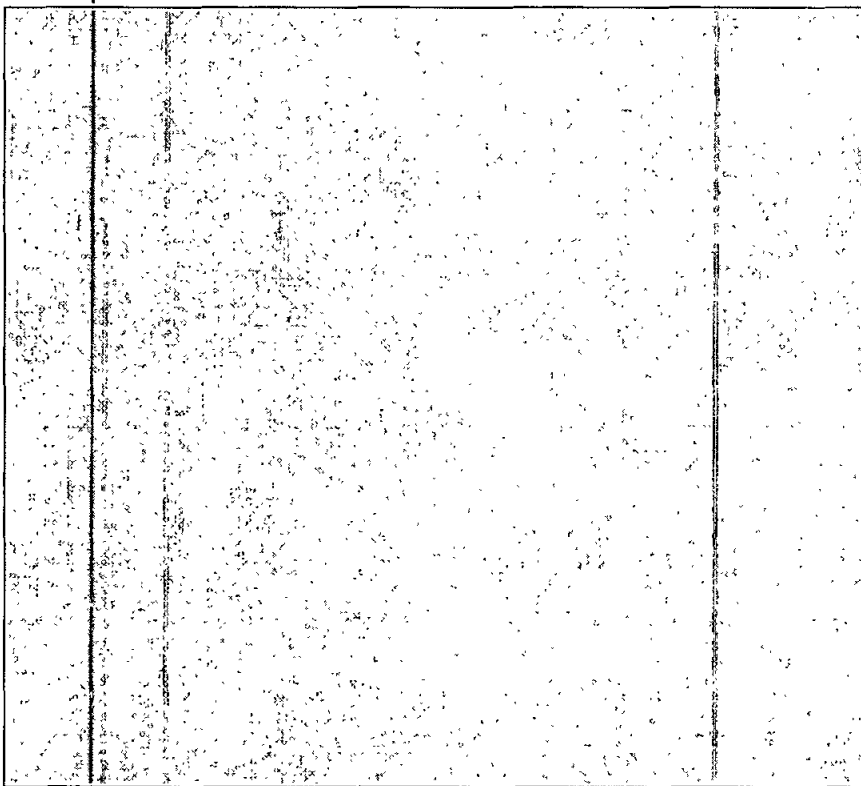
|                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>1 SOLICITUD DE:</b>                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> Patente de Invención                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Patente de Modelo de Utilidad                                                                                                                                                                                                     |                                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> Capítulo I                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> Capítulo II                                                                                                                                                                                                                       |                                                      |
| <b>2 SOLICITANTE (71)</b>                                                                                                                                                                                                          | <b>Nombre:</b> THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND<br><b>Dirección:</b> St Lucia, Queensland 4072, Australia<br><b>Nacionalidad o domicilio:</b> Queensland, Australia<br><b>Lugar de Constitución:</b> Australia<br><b>Teléfono:</b> <b>Fax:</b><br><b>E-mail:</b> | <b>IDENTIFICACIÓN</b><br><b>C.C.</b> <input type="checkbox"/> <b>NIT</b> <input type="checkbox"/><br><b>C.E.</b> <input type="checkbox"/> <b>Otro</b> <input type="checkbox"/><br><b>Número</b>                                                            |                                                      |
| <b>3 REPRESENTANTE O APODERADO (74)</b>                                                                                                                                                                                            | <b>Nombre:</b> DILIA MARÍA RODRÍGUEZ D'ALEMAN<br><b>Dirección:</b> Carrera 11 No. 86-53, piso 6<br><b>Teléfono:</b> 6 181088 <b>Fax:</b> 6350824<br><b>E-mail:</b> clarkemodet@clarkemodet.com.co                                                            | <b>IDENTIFICACIÓN</b><br><b>C.C.</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>NIT</b> <input type="checkbox"/><br><b>C.E.</b> <input type="checkbox"/> <b>Otro</b> <input type="checkbox"/><br><b>Número</b> <u>41.654.882</u><br><b>TP</b> <u>20824 CSJ</u> |                                                      |
| <b>4 INVENTOR (ES) (72)</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>Nombre:</b> DJORDJEVIC, Nenad<br><b>Dirección:</b> 10 Olsen Court, Brookfield, Queensland 4069 Australia<br><b>Nacionalidad o domicilio:</b> Queensland, Australia                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <b>5 PCT (86)</b><br><b>Solicitud Internacional No.</b> <u>PCT/AU2006/001561</u> <b>Fecha</b> <u>23 de octubre de 2006</u><br><b>Publicación Internacional No.</b> <u>WO 2007/051225 A1</u> <b>Fecha</b> <u>10 de mayo de 2007</u> |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <b>6 TÍTULO (54)</b> <u>METODO PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE UN MINERAL DENTRO DE UN MATERIAL.</u>                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <b>7 Clasificación Internacional (51)</b> <u>G01N 22/00</u>                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <b>8 Prioridad</b><br>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>                                                                                                                                           | <b>(33) País de Origen</b><br><u>AUSTRALIA</u>                                                                                                                                                                                                               | <b>(32) Fecha</b><br><u>04 de noviembre de 2005</u>                                                                                                                                                                                                        | <b>(31) Número de Solicitud</b><br><u>2005906115</u> |
| <b>9 Comprobante de pago No.</b> <u>08 - 41.049</u> <b>Fecha</b> <u>21 de mayo de 2008</u>                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |

10

## ANEXOS

- ☐ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud
- ☐ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica
- ☐ Poderes si fuere el caso
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante
- ☐ Declaraciones
- ☐ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA
- ☐ De ser el caso copia de contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico
- ☐ Arte final 12 X 12 .
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional
- ☐ Otros \* Opinión escrita.

## 11 FIGURA CARACTERÍSTICA



## 12 S licito la concesión de la patente

NOMBRE : DILIA MARÍA RODRÍGUEZ D'ALEMAN

FIRMA:

C.C. 41.654.882

T.P. 20824

## SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 08-053594- -00000-0000

Fecha: 2008-05-27 16:13:34 Dep. 2020 NUECREACIONE  
Tra 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI  
Act. 411 PRESENTACION Folios: 79

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 08 - 41,049  
FECHA : MAYO 21 DE 2008

## \*\*\*\*\* CONSIGNACION \*\*\*\*\*

| DEPOSITANTE               | TIPO PAGO    | BANCO           | CUENTA    | No. PAGO | FECHA PGO  | Vr. PAGO      |
|---------------------------|--------------|-----------------|-----------|----------|------------|---------------|
| CLARKE MOBEL Y CO. COLOMB | CONSIGNACION | BANCO DE BOGOTA | 062754387 | 693066   | 21/05/2008 | 27,730,000.00 |

## \*\*\*\*\* CONCEPTO \*\*\*\*\*

| CANT. | RENTISTICO  | CONCEPTO                            | TOTAL CONCEPTO |
|-------|-------------|-------------------------------------|----------------|
| ✓ 1   | 50005-01-01 | SOLICITUDES                         |                |
|       |             | 1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN | 501,000.00     |
|       |             | TOTAL :                             | \$ 501,000.00  |

SON: QUINIENTOS UN MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. \_\_\_\_\_

P-1252

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau



(43) International Publication Date  
10 May 2007 (10.05.2007)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 2007/051225 A1

(51) International Patent Classification:

G01N 22/00 (2006.01) G01N 33/24 (2006.01)  
B07C 5/344 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/AU2006/001561

(22) International Filing Date: 23 October 2006 (23.10.2006)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

2005906115 4 November 2005 (04.11.2005) AU

(71) Applicant (for all designated States except US): THE  
UNIVERSITY OF QUEENSLAND [AU/AU]; St Lucia,  
Queensland 4072 (AU).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): DJORDJEVIC, Ne-  
nad [AU/AU]; 10 Olsen Court, Brookfield, Queensland  
4069 (AU).

(74) Agent: PIZZEYS; Level 2, Woden Plaza Offices, P.O.  
Box 291, Woden, Australian Capital Territory 2606 (AU).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every  
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,  
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,  
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,  
LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS,  
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

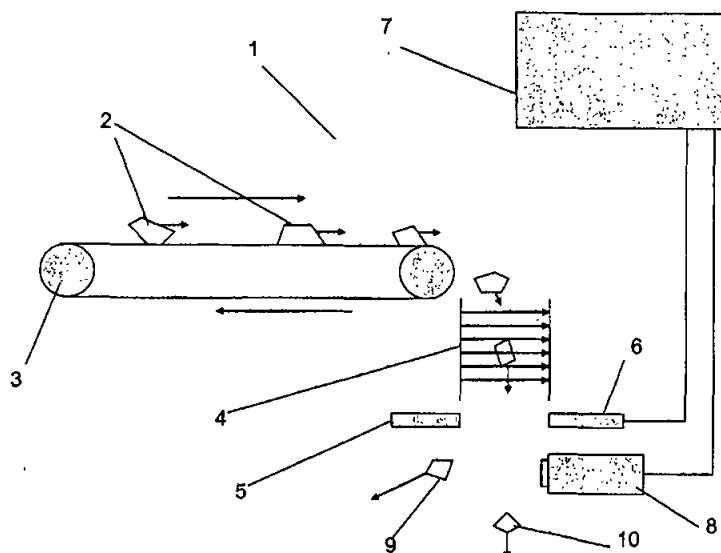
(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every  
kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,  
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-  
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-  
ning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: METHOD OF DETERMINING THE PRESENCE OF A MINERAL WITHIN A MATERIAL



(57) Abstract: The invention relates generally to a method of determining the presence of a mineral within a material, such as a rock, a rock fragment, soil, sand or other geological material including: applying pulsed microwave radiation to the material; detecting radiation emitted from the material after the application of the pulsed microwave radiation; and analysing the detected radiation to determine the presence of mineral within the material. The invention also provides a method of sorting rock fragments into at least two streams using this method and an apparatus for carrying out the method.

WO 2007/051225 A1

## METHOD OF DETERMINING THE PRESENCE OF A MINERAL WITHIN A MATERIAL

### 5 FIELD OF THE INVENTION

The invention relates primarily to a method of determining the presence or absence of a mineral within a material, be that a rock fragment in the laboratory or a rock body in situ, for example. The invention also relates to a method of sorting rock fragments,  
10 such as ore fragments, based on a determination according to the above method. Still further, the invention relates to an apparatus for determining the presence of a mineral within a material.

The invention has particular but not exclusive application to assessing mineral  
15 content and/or distribution within and on the surface of rock fragments, and for illustrative purposes particular reference will be made to this application. However, it is to be understood that this invention could be used in other applications, such as assessing mineral content and or distribution within rock bodies in situ, in soils or sands, in mining, in other geological contexts and in research.

20

### BACKGROUND TO THE INVENTION

It has been known for a relatively long time that dielectric (non-metallic) materials can be heated by applying energy in the form of microwaves. The origin of such heating  
25 is derived from the ability of the electric field to polarise charges in the material and the inability of this polarisation to follow rapid reversals of the external electromagnetic field. The ability of a material to be heated by microwaves depends on its complex permittivity and loss tangent. Complex permittivity is described by equation (1):

30

$$\epsilon^* = \epsilon' - j \epsilon''_{\text{eff}} \quad (1)$$

where real part ( $\epsilon'$ ) is a measure of how much energy from the external field is stored in the material; and the imaginary part ( $\epsilon''_{\text{eff}}$ ) is the effective loss factor and is a measure of how dissipative the material is to an external field.

- 5 Loss tangent is defined by equation (2) and represents a ratio of energy lost and energy stored, per cycle of field oscillation.

$$\tan \delta_{\text{eff}} = \epsilon''_{\text{eff}}/\epsilon' \quad (2)$$

- 10 Both parameters are a function of frequency and temperature.

Rate of temperature rise within material exposed to microwave radiation is given by equation (3):

$$15 \quad DT/dt = \text{const.} \cdot \epsilon''_{\text{eff}} \cdot f \cdot E^2 / \rho \cdot C_p \quad (3)$$

- where E is intensity of electromagnetic field;  $\epsilon''_{\text{eff}}$  is loss factor; f is microwave frequency;  $\rho$  is material density; and  $C_p$  is specific heat capacity of the material. Hence for a given material and microwave cavity, the rate of material heating will  
20 increase with an increase in the frequency of the microwaves and intensity of electromagnetic field squared.

- Optimum transfer of microwave energy can be achieved by ensuring adequate penetration into the material and a high conversion of the microwave energy into  
25 heat. This can be achieved if the material has a moderate value of  $\epsilon'$  and if the loss factor is high (i.e. a relatively high value of  $\epsilon''_{\text{eff}}$  resulting in a relatively high value of  $\tan \delta_{\text{eff}}$ ). Water is characterised by a strong ability to absorb microwave energy and transform that energy into heat.

- 30 Rocks typically comprise an aggregate of minerals in varying concentrations and at least some water, either absorbed or chemically bound. Early methods of analysing fragmentary rock samples have included irradiating the samples with microwave radiation for relatively long periods of time, generally in the order of several seconds

or more. The microwave radiation differentially heats the rock fragments as observed by, for example, thermal imaging such as by an infra-red camera. Different fragments and/or areas of fragments of the rock sample are composed of different minerals and/or have different water contents. As such, these areas will increase in temperature at a different rate, and therefore to a different degree, in response to the microwave radiation. However, when constant microwave radiation is used rock fragments tend to heat very quickly throughout, reducing the detectable difference between the different components within the rock sample and forming the surface of the rock sample. The resulting infra-red thermal image tends to be essentially a blurry and indistinct depiction of the entire fragment.

In this way fragments containing some minerals which will heat and provide a generally blurry infra-red image can be sorted from those containing very little or no minerals which will heat only mildly to provide a very faint infra-red image. However, the efficacy of the sorting method is not high as it does not allow for the assessment of the level of microwave heating-associated mineral within the rock. Rather it provides a rudimentary analysis of whether the fragment contains desired minerals or not. Furthermore such methods do not provide any information about the pattern of mineral distribution in the rock fragments. For example such methods could not provide an assessment of whether the mineral deposits are located in the centre or on the surface of the rock. Due to their relative insensitivities, prior art methods have been primarily focused on separating rocks based on the different amounts of absorbed water within the rocks.

Pulsed microwave radiation has been used for inducement of micro-fractures in rock fragments to reduce the amount of energy required for subsequent crushing and comminution. The power density absorption of the microwave radiation used for this practice is generally in the range of 1,000 to 100,000 MW/m<sup>3</sup>. However, these processes with such high microwave power densities are not suitable or required for the analysis of mineral content within or on the surface of rock fragments.

Thus, it would be advantageous if a method could be provided for determining the presence of mineral within a rock more distinctly and thereby effectively enable

sorting of rock fragments containing different amounts of minerals. It would also be advantageous if a method were provided that facilitates determination of the pattern of valuable mineral distribution within or on the surface of the rock fragments.

- 5 It has been surprisingly found that pulsed microwave irradiation at lower power densities than those used for the inducement of micro-fractures in rocks is superior to continuous wave microwave irradiation for analysis of the content of microwave-absorbing minerals in fragmentary samples. The use of such irradiation may allow not only the identification of fragments containing minerals but also quantification of  
10 the mineral content.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

- 15 In one aspect of the present invention there is provided a method of determining the presence of a mineral within a material including:

- applying pulsed microwave radiation to the material;
- detecting radiation emitted from the material after the application of the pulsed microwave radiation; and
- 20 analysing the detected radiation to determine the presence of the mineral in the material.

- As used herein the term "mineral" is intended in a broad sense. This term includes within its scope both non-organic minerals, such as chalcocite, chalcopyrite, galena, magnetite, hematite, pyrite, pyrrhotite, sphalerite, uraninite, etc., and organic  
25 geological compounds, such as heavy oil, light oil, bitumen, etc.

- As used herein the term "material" is intended in a broad sense. This term includes within its scope rocks, rock fragments, soils, sands and other geological materials whether in situ or not.

30

The microwave pulse duration is advantageously chosen such that:

- the heating of surface moisture and/or absorbed moisture within the material is minimised;

- the thermal differential between the microwave absorbing minerals and other material is maximised;
- the heating of gangue material is minimised; and/or
- the mineral of choice in the material is suitably affected by the microwave pulse.

5  
10 In certain embodiments the pulsed microwave radiation applied to the material includes at least one pulse of up to 1 second duration, preferably from 0.01 to 1 second duration and more preferably from 0.1 to 1 second duration. In other embodiments the pulsed microwave radiation applied to the material includes a plurality of pulses of up to 1 second duration, preferably from 0.01 to 1 second duration and more preferably from 0.1 to 1 second duration.

15 As described briefly above, where the material includes rocks or rock fragments, the pulsed microwave radiation is generally applied at relatively low power densities so as to avoid any inducement of micro-fractures in the rock fragments. This amount of microwave irradiation that will induce fracture will vary from case to case as will be appreciated by those of skill in the art. In a preferred embodiment the pulsed microwave radiation is applied at a power density below 1,000 MW/m<sup>3</sup>, more  
20 preferably in a range of from 1 to 100 MW/m<sup>3</sup>.

In a similar vein to selection of the microwave pulse duration, the microwave frequency may be chosen to:

- minimise the heating of the surface moisture and/or the absorbed moisture within  
25 the material;
- maximise the thermal differential between the microwave absorbing minerals and the other material;
- suit a mineral of choice; and/or
- minimise the heating of gangue material.

30

The frequency will preferably be in the range of from 900 to 5800 MHz, more preferably in the range of from 900 to 3500 MHz, even more preferably from 915 to 2450 MHz, and most preferably in the range of from 915 to 950 MHz.

The method of detection of radiation emitted from the material is not particularly limited. In one embodiment, the detection of radiation emitted from the material includes thermal imaging of the material, for example using an infra red camera. In  
5 another embodiment the detection of radiation emitted from the material includes detecting microwave radiation emitted from the material, for example using passive microwave sensing.

Generally, the mineral being targeted in each particular case will be known. As such,  
10 the infra red spectra of the mineral being targeted will also generally be known, or can be determined. Where thermal imaging is the analysis method of choice, it is preferred that infrared imaging be performed within the spectral range of infra red radiation within which the targeted mineral is characterised as having its highest differential emmisivity relative to the host (background) rock or soil.

15

As mentioned above, the method of the invention may be applicable for in situ analysis of the material, for example for determining mineral content in a body or ore in situ. Generally, the method is applicable to rock fragments or other material samples, such as sand samples or soil samples that are removed from their in situ  
20 site. In that case, the material is preferably fed into a microwave irradiation zone for subsequent application of the pulsed microwave radiation.

The material may be fed into the microwave irradiation zone in a single feed channel. Alternatively, to increase throughput the material may be fed into the microwave  
25 irradiation zone in a plurality of separate feed channels. In either case, where the material includes rocks or rock fragments, the rocks or rock fragments are preferably fed into the microwave irradiation zone single file in the one or more channels.

In certain embodiments it may be desirable to apply more than one microwave  
30 frequency to the material being analysed. This may provide a more detailed analysis of the make-up of the material sample as described below.

Accordingly, in another aspect the invention provides a method of determining the presence of a mineral in a material including:

- applying pulsed microwave radiation of a first frequency to the material;
- detecting a first amount of radiation emitted from the material after the
- 5 application of the pulsed microwave radiation of the first frequency;
- applying pulsed microwave radiation of a second frequency to the material;
- detecting a second amount of radiation emitted from the material after the
- application of the pulsed microwave radiation of the second frequency; and
- analysing the detected first and second amounts of radiation to determine the
- 10 presence of the mineral within the material.

Efficiency of penetration of microwave energy into a material, described as the depth at which the intensity of the microwave field decays by a factor of (1/e) or approximately 37% of initial intensity, is described by a parameter (skin depth) which

15 is a function of the dielectric properties of the material as well as the frequency of microwave radiation applied. This is defined by equation (4):

$$\delta = (c/f) ((\epsilon')^{0.5} / (2\pi\epsilon''_{eff})) \quad (4)$$

20 where (  $\delta$  ) is skin depth; (  $c$  ) is propagation velocity of electromagnetic waves through the material; (  $f$  ) is the frequency of microwaves applied; and  $\epsilon'$  and  $\epsilon''_{eff}$  are real and imaginary parts of the complex dielectric permittivity of the material.

All of these parameters, except microwave frequency, are constant for a given

25 material. So, for a given host rock, (i.e., constant dielectric parameters) frequency of the microwave source will determine effective depth of microwave heating.

In the case of a material having relatively deeply embedded microwave absorbing minerals, by using two microwave frequencies it is possible to distinguish between

30 microwave absorbing minerals at or close to the surface from the strongly microwave absorbing minerals located at depth within the material.

Heating of the microwave absorbing minerals inside the material, for example a rock or rock fragment, is not immediately evident on the surface of the material in terms of thermal pattern produced. Due to the relatively low thermal conductivity of such materials, it may take up to several seconds for heat to reach the surface of the material. This is particularly the case when the material is a rock or rock fragment.

In the first stage of this aspect of the invention, microwave radiation is applied at a first frequency which is generally a relatively high frequency microwave radiation, for example from 920 to 925 MHz. Of course other frequencies may be employed within the preferred ranges mentioned above. If the material contains microwave absorbing minerals on its surface, this will be immediately recognised by the following analysis, which may be conducted using the methods previously described. Such fragments will be immediately removed for further processing.

In the second stage of this aspect of the invention, microwave irradiation is applied at a second frequency which is generally a relatively low frequency microwave radiation, for example from 915 to 920 MHz. Again, other frequencies may be applied as mentioned above. This will allow for more efficient deep penetration of microwaves into the material and heating of microwave absorbing minerals within the material. Due to the time required for this heat to reach the surface of the material, the material will preferably be analysed some time after application of the microwave radiation. For example, the material may be analysed from 1 to 5 seconds after microwave application. This may again be achieved using the analysis methods described above.

It will be appreciated that the first frequency may be a high frequency and the second frequency a low frequency if desired in a particular application.

By exposing materials, particularly rocks or rock fragments, to a relatively high frequency microwave radiation, analysing the resulting radiation (for example the thermal pattern) emitted from the material, and subsequently exposing the material to a relatively high frequency microwave radiation, preferably at the same energy, and again analysing the resulting radiation emitted from the material, the difference

between those two emissions will reveal the existence of microwave absorbing minerals which are located deep in the interior of the material.

Where images are produced following from the application of the first and second  
5 microwave frequencies, image processing techniques, such as the subtraction of the  
1<sup>st</sup> image from the 2<sup>nd</sup> image may enhance features indicating existence of hot,  
relatively deeply buried, microwave absorbing minerals. Materials exhibiting such a  
thermal anomaly will be extracted for further processing.

10 Hence, by using two different microwave frequencies it is possible to distinguish  
between materials, particularly rock and rock fragments; containing microwave  
absorbing minerals on the surface, from those where microwave absorbing minerals  
are not visible on the surface, but are embedded within the material.

15 Further to the above, from the rate of temperature decay normalised with the mass  
and size of the material sample being analysed, it may be possible to determine the  
mass of the microwave absorbing minerals of certain kind that are present within the  
material. This will provide advantages as would be appreciated by those of skill in  
the art.

20

It should be appreciated that additional steps may be included. For example, the  
method may include at least one further application of microwave radiation of a  
frequency different to the first and second frequencies to the material, and  
subsequent detection of the amount of radiation emitted from the material

25

According to another aspect of the invention there is provided a method of sorting a  
feed stream of material into at least two streams including:

determining the presence of a mineral in the feed stream of material using a  
method as described above; and

30

separating the feed stream of material into the at least two streams based on  
that determination.

According to this aspect of the invention, the feed stream is preferably separated into at least a waste stream and a product stream. In certain embodiments, the feed stream may be separated into a waste stream and a plurality of product streams based on mineral grade of the material.

5

Separation of the feed stream into at least two separate streams may be achieved by any suitable means. For example this may be achieved using a separating conveyor belt or the like. Preferably, the feed stream is separated into the at least two streams by a high pressure air blower.

10

According to yet another aspect of the invention there is provided an apparatus for determining the presence of a mineral within a material including:

a microwave irradiation zone including a microwave emitter adapted to emit pulsed microwave radiation into the microwave irradiation zone;

15

a detector for detecting radiation emitted from the material following application of pulsed microwave radiation to the material; and

an analyser for interpreting the radiation detected and thereby determining the presence of the mineral within the material.

20

Preferably the microwave irradiation zone, including the microwave emitter, is arranged such that the material being analysed passes vertically through the microwave irradiation zone. In that way, the material being analysed may simply fall under gravity through the microwave irradiation zone.

25

In order to facilitate the processing of a large volume of material in a uniform and continuous manner, the microwave emitter will most likely be in the form of a multimode microwave cavity, preferably equipped with a suitable stirrer. Advantageously, use of such a microwave cavity will ensure that all microwave resonance modes within cavity are excited ensuring as uniform heating of the material as possible. Use of a suitable single mode microwave cavity could provide more efficient heating of the material from an energy consumption point of a view.

30

As will be appreciated from the above description of the invention generally, the detector is preferably a thermal imager or a passive microwave sensor.

5 If a thermal imager is employed, this may be an infra-red imager. Furthermore, the apparatus may include additional thermal imagers. In one embodiment, the apparatus further include a cool region, the cool region being of relatively lower temperature to the rest of the apparatus. The thermal imager/s may then be positioned about the cool region providing for improved detection of radiation emitted from the material as it passes through the microwave irradiation zone.

10

Considering that the speed of the material through the microwave irradiation zone could be up to several metres per second, it is important that the material residence time within microwave irradiation zone is sufficiently long to induce the required amount of heating of the minerals of interest to allow for their efficient identification. Preferably, the microwave absorbing minerals will be heated to a temperature which is significantly higher (10-50°C) from the temperature of the microwave non-absorbing minerals. Considering that thermal sensitivity of modern IR imaging systems is about 0.02°C, microwave absorbing minerals and their pattern of distribution within the material will be easily recognised by thermal imaging.

20

As noted, the detector may include a passive microwave sensor, or a plurality of such sensors. In that case, after passing through the microwave irradiation zone, the presence of microwave absorbing minerals will be detected by using the passive microwave sensor (i.e. a radiometer). Such sensors are in effect microwave receivers of high precision and are able to detect electromagnetic radiation coming from the material in the microwave part of the electromagnetic spectrum. This allows for the detection heated minerals which have absorbed microwave radiation while passing through the cavity, not only on the material surface, but also embedded relatively deeply in the material. This is due to fact that microwaves have a greater wavelength compared to the infrared radiation.

30

In this embodiment, detection of microwave absorbing minerals is not based on detection of microwave radiation that this transmitted through the investigated

material, but is based on the detection of natural microwave electromagnetic radiation coming from the previously heated material. In that regard, passive microwave sensors are similar in concept to infrared sensors. According to Plank's radiation law all objects emit microwave energy of some magnitude, but the amounts  
5 are generally very small. The amount of energy emitted from the material is proportional to the temperature of the material. A passive microwave sensor detects the naturally emitted microwave energy within its field of view. Microwave radiation is generally detected using an antenna of a suitable type (most likely a horn antenna).

10 Because of their longer wavelengths, compared with infrared radiation, microwaves have properties that are advantageous for the detection of valuable minerals. Longer wavelength microwave radiation can penetrate through dust as the longer wavelengths are not susceptible to atmospheric scattering which affects shorter optical wavelengths (infrared and visible). This property allows for the detection of  
15 microwave energy under almost all environmental conditions so that data can be collected at any time.

The analyser will generally be a computer equipped with image processing software. Advantageously, this will enable continuous and automated processing and analysis  
20 of a feed of material.

In certain embodiments, it may be desirable for the apparatus to include a visible light camera or other means for gauging the size of material passing through the microwave irradiation zone. This may particularly be the case where the material  
25 includes rocks or rock fragments.

The apparatus of the invention will preferably be configured to facilitate sorting of material passing through the microwave irradiation zone. Preferably, therefore, the apparatus includes a sorter for sorting the material into at least two streams. The  
30 sorter may include a separating conveyor belt, but is preferably a high pressure air blower. A plurality of high pressure air blowers may be included if desired.

The material may be fed to the microwave irradiation zone by any suitable means. However, the apparatus preferably includes a feeder for supplying the material to the microwave irradiation zone in at least one channel. Preferably the feeder is a conveyer belt.

5

In certain embodiments, the continuous monitoring of moisture within material may be a useful addition that will improve efficiency of sorting process. As such, a monitor may be provided to facilitate this.

## 10 DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

It will be convenient to hereinafter provide a detailed description of certain embodiments of the invention with reference to the accompanying drawings. The purpose of providing this detailed description is to instruct persons having an interest  
15 in the subject matter of the invention how to put the invention into practice. It is to be clearly understood however that the specific nature of this detailed description does not supersede the generality of the preceding statements.

In the drawings:

20

Figure 1 illustrates an apparatus according to one embodiment of the invention;

Figure 2 is an IR image of a high grade copper ore, medium grade copper ore and a barren rock after brief exposure to microwave heating;

25

Figure 3 is an IR image of a high grade ore fragment, a sandstone fragment and waste rock after brief exposure to microwave heating;

Figure 4 is an IR image of a high grade copper ore, homogenous sandstone, waste  
30 rock and low grade copper ore after brief exposure to microwave heating;

Figure 5 is an IR image of a mid-grade copper ore, high grade copper ore and granite sample after brief exposure to microwave heating;

Figure 6 is an IR image showing increased mineralization corresponding to the warmer part of the rock after brief exposure to microwave heating;

- 5 Figure 7 is an IR image showing not only a highly mineralized part of the rock but also structural features such as cracks, after brief exposure to microwave heating;

Figure 8 is an IR image of a copper ore fragment vs. non-mineralised volcanic rock after brief simultaneous exposure to microwave heating;

10

Figure 9 is an IR image of highly mineralised area within rock is warmer than rest rock surface after brief exposure to microwave heating;

- 15 Figure 10 is an IR image of the mineralised pattern within porphyry copper ore after brief exposure to microwave heating; and

Figure 11 is an IR image of textural features within an ore fragment after brief exposure to microwave heating.

- 20 Figure 1 depicts an apparatus (1) in accordance with one embodiment of the present invention. Rock fragments (2) are transported by a conveyor belt (3) that terminates above a microwave irradiation zone in the form of a multimode or single mode microwave cavity (4). The rock fragments (2) fall vertically through the microwave cavity (4). Although the rock fragments (2) may pass through the cavity (4) in any  
25 direction, falling vertically is advantageous as it increases the likelihood of even distribution of the irradiation of the fragments as they tumble through the cavity (4). The rock fragments pass through the cavity (4) individually so that each fragment (2) may be analyzed individually.

- 30 Within the microwave cavity (4) the rock fragments (2) are exposed to short pulsed microwave radiation of a selected frequency and intensity. As previously noted, the microwave radiation will generally have a frequency from 900 to 5800 MHz, although the frequency will obviously be quite variable depending on the mineral or grade of

interest. Generally, a frequency in the lower end of this range will be employed. The pulsed microwave radiation may be applied at a power density below that which is required to induce micro-fractures in the rock fragments as previously described. Generally, the pulsed microwave radiation will be applied at a power density of below  
5 1000 MW/m<sup>3</sup>.

Immediately after passing through the microwave cavity (4), radiation emitted from the rock fragments (2) is detected by high resolution, high speed infrared imager (5) and (6). As previously noted, other forms of detection may be used according to the  
10 invention. In this embodiment the imagers (5,6) capture thermal images of the rock fragments (2). While one thermal imager is sufficient, two or more thermal imagers (5,6) may be used for full coverage of the rock particle surface. Images collected by the thermal imagers (5,6) are processed using a computer (7) equipped with image processing software. The thermal imagers (5,6) may also be used for determination  
15 of the size of the rock fragments (2).

Alternatively, or in combination, one or more visible light cameras may capture visible light images to allow determination of fragment size. From the number of detected hot spots (pixels), temperature, pattern of their distribution and their cumulative area,  
20 relative to the size of the fragment, an estimation of the grade of observed rock fragments will be made. This estimation may be supported and/or more mineral content may be quantified by comparison of the data with previously established relationships between microwave induced thermal properties of specifically graded and sized rock fragments.

25 Based on the content analysis individual rock fragments (2) may then be separated using a separator in the form of a high pressure air blower (8). Any appropriate conventional device may, however, be used as described above. The air blower (8) separates the individual rock fragments (2) based on information sent by the  
30 computer (7). The individual rock fragments (2) may be separated on the basis of, for example, estimated grade, quantified mineral content and/or location of mineral pockets within or on the surface of the rock fragments (2).

In the apparatus depicted in Figure 1, the high pressure air blower (8) may receive a signal from the computer (7) to release air at the moment a rock fragment containing a high mineral content (9) passes it such that that fragment (9) is directed to a specific collector. Low grade or gangue particles (10) may be allowed to continue  
5 their free fall into a separate collector. In this particular embodiment for ease of understanding the fragments have only been divided into two groups. However, it should be realized that this apparatus and method can be configured to separate the rock fragments (2) across a scale of mineral content. In such a configuration, the high pressure air blower (8) may blow air at varying forces and/or directions, or  
10 multiple blowers could be used, for example for each fragment grade, to direct specific fragments to specific collectors dependent upon the level of mineral content or distribution pattern of the mineral within the fragments. Alternatively, or in combination, separate conveyer belts may be used to direct the rock fragments to separate collectors.

15

As discussed above, previous methods employing constant high power microwave irradiation have resulted in heating of rock fragments throughout producing a blurry thermal image. The resultant images have been limited to essentially allowing determination of those rock fragments containing minerals of interest and those not  
20 containing the mineral. The use of pulsed lower power microwave irradiation enables the mineral pockets in the rock fragments and/or on the surface of the rock fragments to heat quickly without distributing heat rapidly to the surrounding rock. Accordingly, the resultant thermal image may be far more defined and in many cases the image will allow the mineral pocket to be pinpointed within the rock fragment. One obvious  
25 advantage of this is that a more accurate quantification of mineral content is achieved. One follow on advantage is that rock fragments may be sorted across a scale of mineral content rather than a rudimentary analysis of high level or low/no mineral content.

30 In order to illustrate the invention in further detail, reference is now made to Figures 2 through 11. The differential heating of the various rock fragments is clearly illustrated in these figures which will be described briefly below.

- Figure 2 illustrates a high grade copper ore at the top of the Figure. This fragment of ore clearly has higher temperature than the other fragments that have been imaged. The middle fragment of this image is a medium grade copper ore. It will be appreciated on viewing the image that the medium grade ore is much duller and therefore has a lower temperature than the high grade ore after the same amount of microwave irradiation has been applied. Likewise, the barren rock, which is located at the bottom of the image, is black, indicating very little heating of that fragment after the same amount of microwave irradiation.
- Figure 3 similarly provides an image of a high grade ore fragment at the top, a sandstone fragment at the lower left and a waste rock at the lower right. Once again, the high grade ore sample shows markedly higher temperature than the other two samples.
- Figure 4 is an image of simultaneously microwave heated rock fragments, including a high grade copper ore at the top, a homogeneous sandstone fragment at the middle left, a waste rock at the middle right and a low grade copper ore at the bottom. Again, the delineation between the grades of the various fragments is clear in this image.
- Figure 5 is an image of a high grade copper ore in the middle, which is quite clearly distinct from the lower grade copper ore on the left. The granite sample on the right is easily distinguished from the two copper ore samples.
- Figure 6 is an image of a rock fragment that has varying degrees of mineralization throughout its structure. From this image it can be seen how the invention may be used to clarify where mineralization, corresponding to higher temperature after microwave irradiation, is located on the fragment.
- Figure 7 illustrates that brief exposure to microwave radiation may not only provide an indication of the location of mineralization within a rock fragment, but may also provide information on structural features. In this image a crack is clearly visible after the fragment has been briefly exposed to microwave radiation.

Figure 8 show the difference between a copper ore fragment on the left and a non-mineralized volcanic rock on the right after simultaneous exposure to microwave radiation.

5

Figure 9 again shows differential heating of mineralized areas within a rock fragment after the application on microwave radiation.

10

Figure 10 shows the mineralized pattern within a porphyry copper ore sample after exposure to microwave radiation.

Figure 11 shows the textural features within an ore fragment revealed by an infrared image after brief exposure to microwave radiation.

15

It will of course be realised that the above has been given only by way of illustrative example of the invention and that all such modifications and variations thereto as would be apparent to persons skilled in the art are deemed to fall within the broad scope and ambit of the invention as herein set forth.

## CLAIMS

1. A method of determining the presence of a mineral in a material including:  
5           applying pulsed microwave radiation to the material;  
              detecting radiation emitted from the material after the application of the  
              pulsed microwave radiation; and  
              analysing the detected radiation to determine the presence of the  
              mineral in the material.  
10
2. A method according to claim 1, wherein the pulsed microwave radiation  
applied to the material includes at least one pulse of up to 1 second duration,  
preferably from 0.1 to 1 second duration.
- 15 3. A method according to claim 1, wherein the pulsed microwave radiation  
applied to the material includes a plurality of pulses of up to 1 second duration,  
preferably from 0.1 to 1 second duration.
4. A method according to claim 1, wherein the pulsed microwave radiation has a  
20           power density induced within targeted minerals of below 1,000 MW/m<sup>3</sup>.
5. A method according to claim 4, wherein the pulsed microwave radiation has a  
power density induced within targeted minerals of from 1 to 100 MW/m<sup>3</sup>.
- 25 6. A method according to claim 1, wherein the pulsed microwave radiation has a  
frequency of from 900 to 5800 MHz.
7. A method according to claim 6, wherein the pulsed microwave radiation has a  
frequency of from 900 to 3500 MHz.  
30
8. A method according to claim 7, wherein the pulsed microwave radiation has a  
frequency of from 915 to 950 MHz.

9. A method according to claim 1, wherein detection of radiation emitted from the material includes thermal imaging of the material.
10. A method according to claim 1, wherein detection of radiation emitted from the material includes detecting microwave radiation emitted from the material.
11. A method according to claim 1, wherein the material is fed into a microwave irradiation zone for subsequent application of the pulsed microwave radiation.
12. A method according to claim 11, wherein the material is fed into the microwave irradiation zone in at least one feed channel.
13. A method of determining the presence of a mineral in a material including:  
applying pulsed microwave radiation of a first frequency to the material;  
detecting a first amount of radiation emitted from the material after the application of the pulsed microwave radiation of the first frequency;  
applying pulsed microwave radiation of a second frequency to the material;  
detecting a second amount of radiation emitted from the material after the application of the pulsed microwave radiation of the second frequency; and  
analysing the detected first and second amounts of radiation to determine the presence of the mineral within the material.
14. A method according to claim 13, wherein the first frequency is from 920 to 925 and the second frequency is from 915 to 920 MHz.
15. A method according to claim 13, wherein the analysis of the first and second amounts of radiation includes a subtraction of one of the amounts of radiation from the other.
16. A method according to claim 13, including at least one further application of microwave radiation of a frequency different to the first and second

frequencies to the material, and subsequent detection of the amount of radiation emitted from the material

- 5 17. A method of sorting a feed stream of material into at least two streams including:  
determining the presence of a mineral in the feed stream of material using a method according to claim 1 or claim 13; and  
separating the feed stream of material into the at least two streams based on that determination.
- 10 18. A method according to claim 17, wherein the feed stream is separated into a waste stream and a product stream.
- 15 19. A method according to claim 17, wherein the feed stream is separated into a waste stream and a plurality of product streams based on mineral grade of the material.
- 20 20. A method according to claim 17, wherein the feed stream is separated into the at least two streams by a high pressure air blower.
- 25 21. An apparatus for determining the presence of a mineral within a material including:  
a microwave irradiation zone including a microwave emitter adapted to emit pulsed microwave radiation into microwave irradiation zone;  
a detector for detecting radiation emitted from the material following application of pulsed microwave radiation to the material; and  
an analyser for interpreting the radiation detected and thereby determining the presence of the mineral within the material.
- 30 22. An apparatus according to claim 21, wherein the microwave emitter is a multimode or single mode microwave cavity.

23. An apparatus according to claim 21, wherein the detector is a thermal imager or a passive microwave sensor.
- 5 24. An apparatus according to claim 21, wherein the analyser is a computer equipped with image processing software.
25. An apparatus according to claim 21, wherein the material includes rocks or rock fragments and the apparatus includes a visible light camera for gauging the size of the rocks or rock fragments.
- 10 26. An apparatus according to claim 21, including a sorter for sorting the material into at least two streams.
- 15 27. An apparatus according to claim 26, wherein the sorter is a high pressure air blower.
28. An apparatus according to claim 21, including a feeder for supplying the material to the microwave irradiation zone in at least one channel.
- 20 29. An apparatus according to claim 28, wherein the feeder is a conveyer belt.

1/6

Figure 1

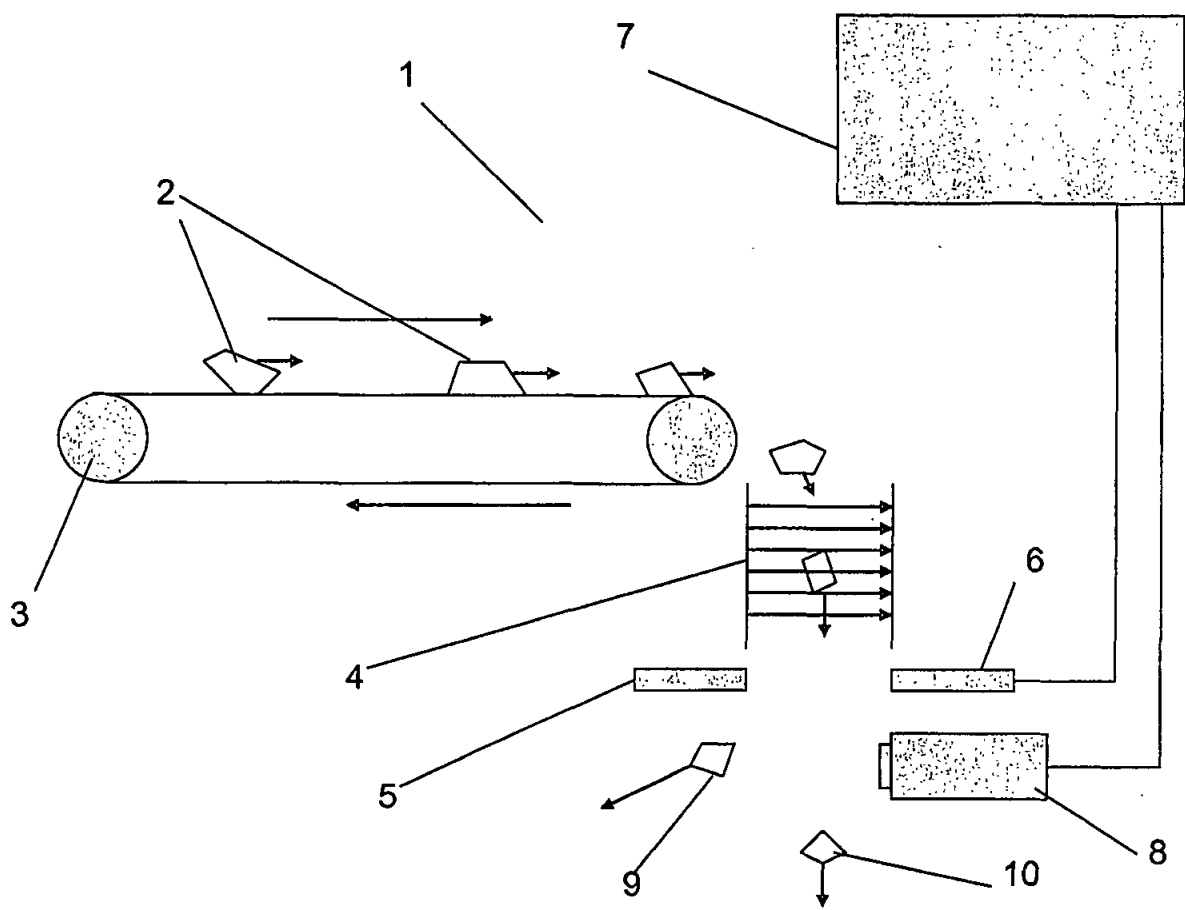




Figure 2

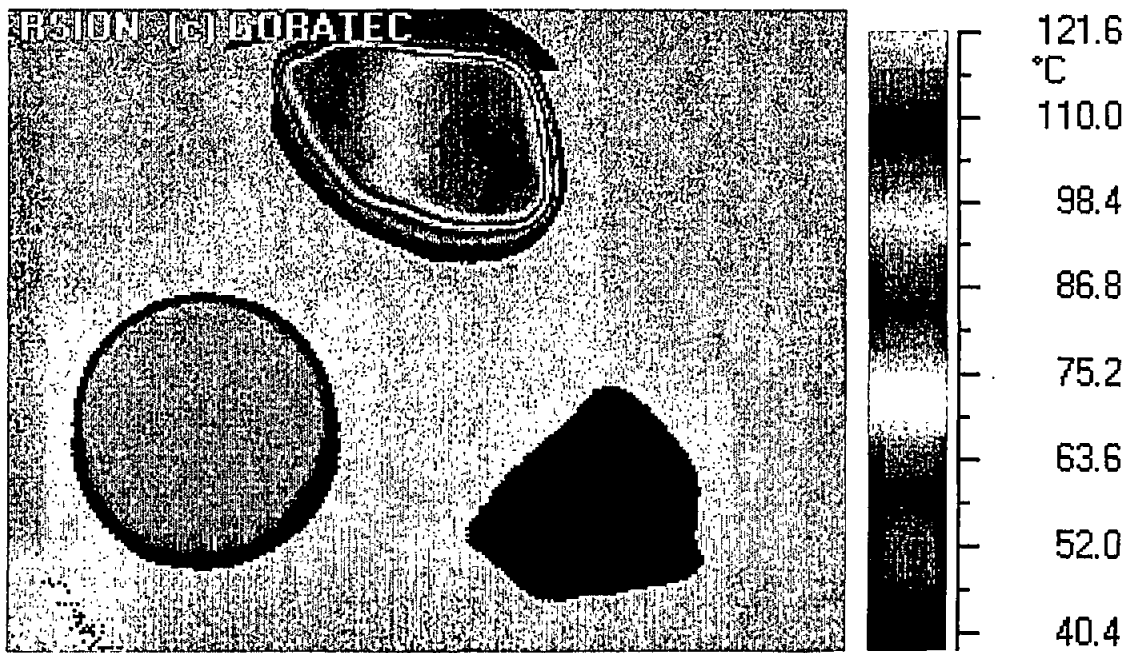


Figure 3

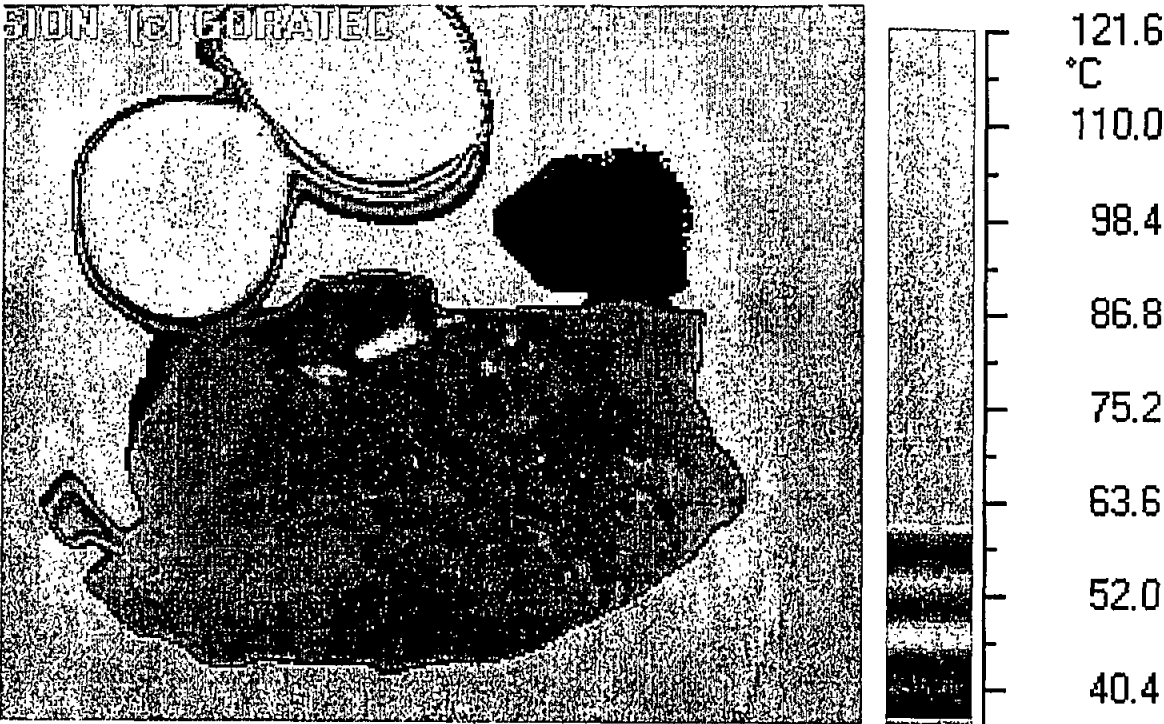


Figure 4

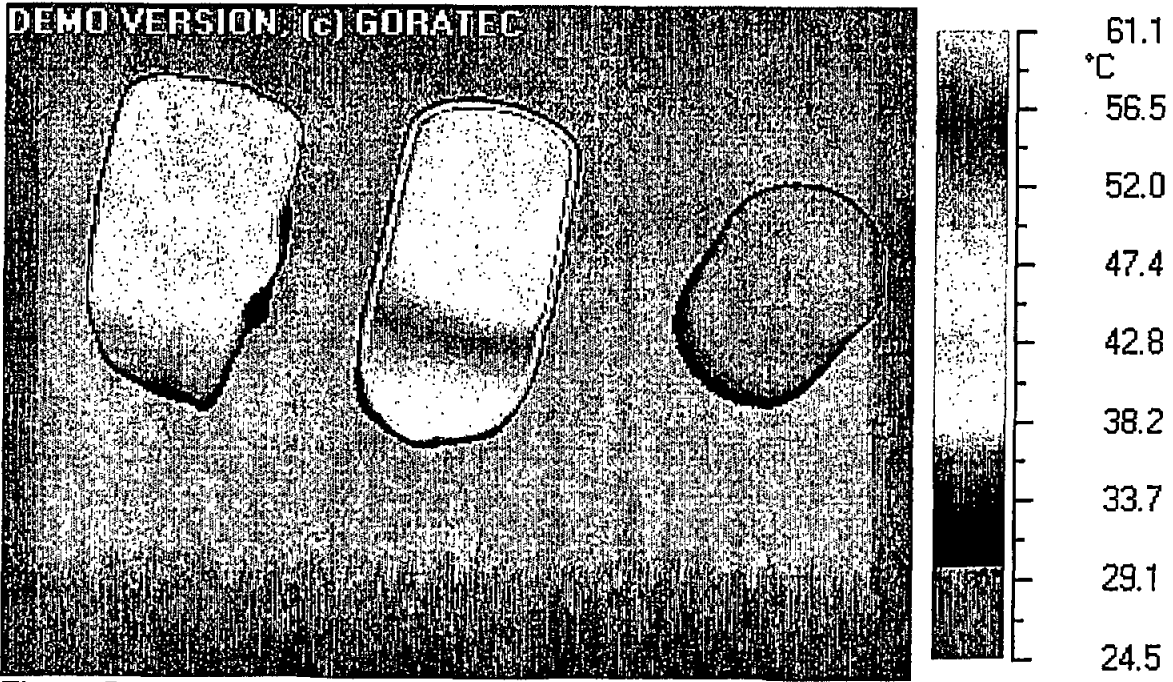


Figure 5

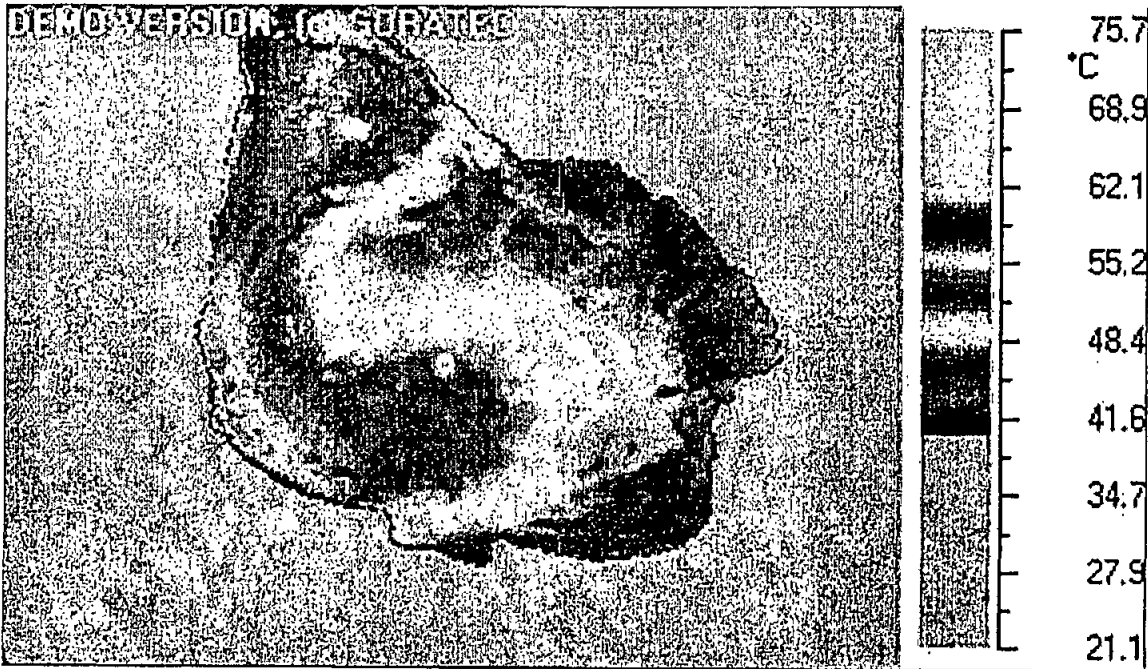


Figure 6

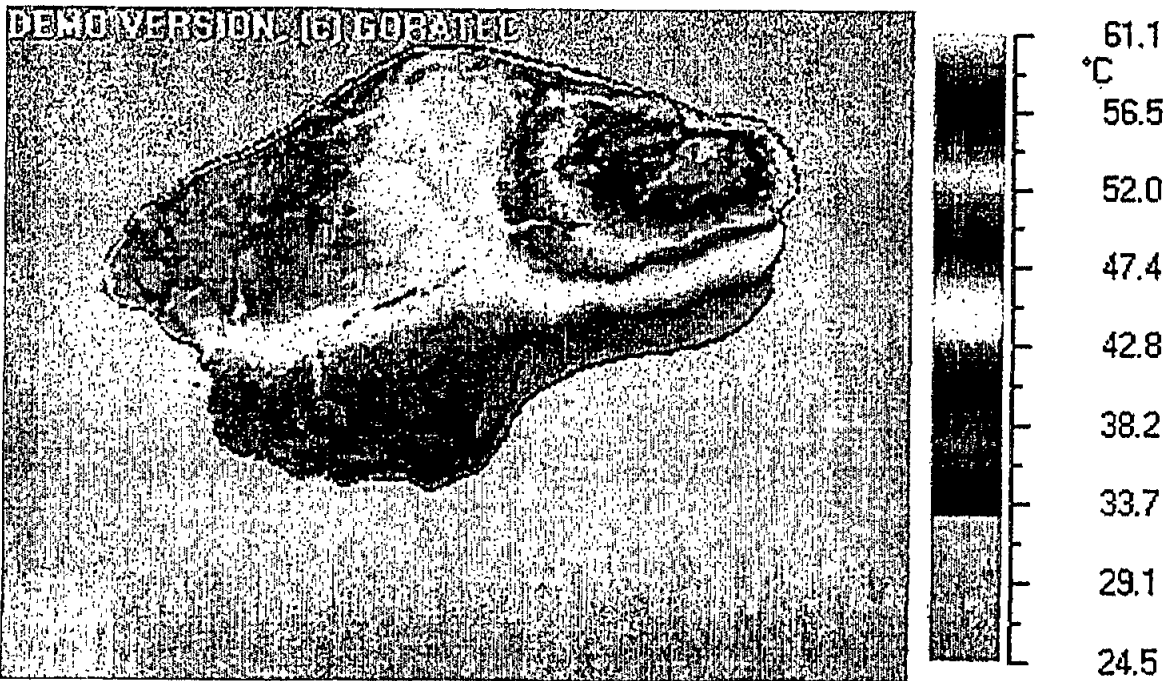


Figure 7

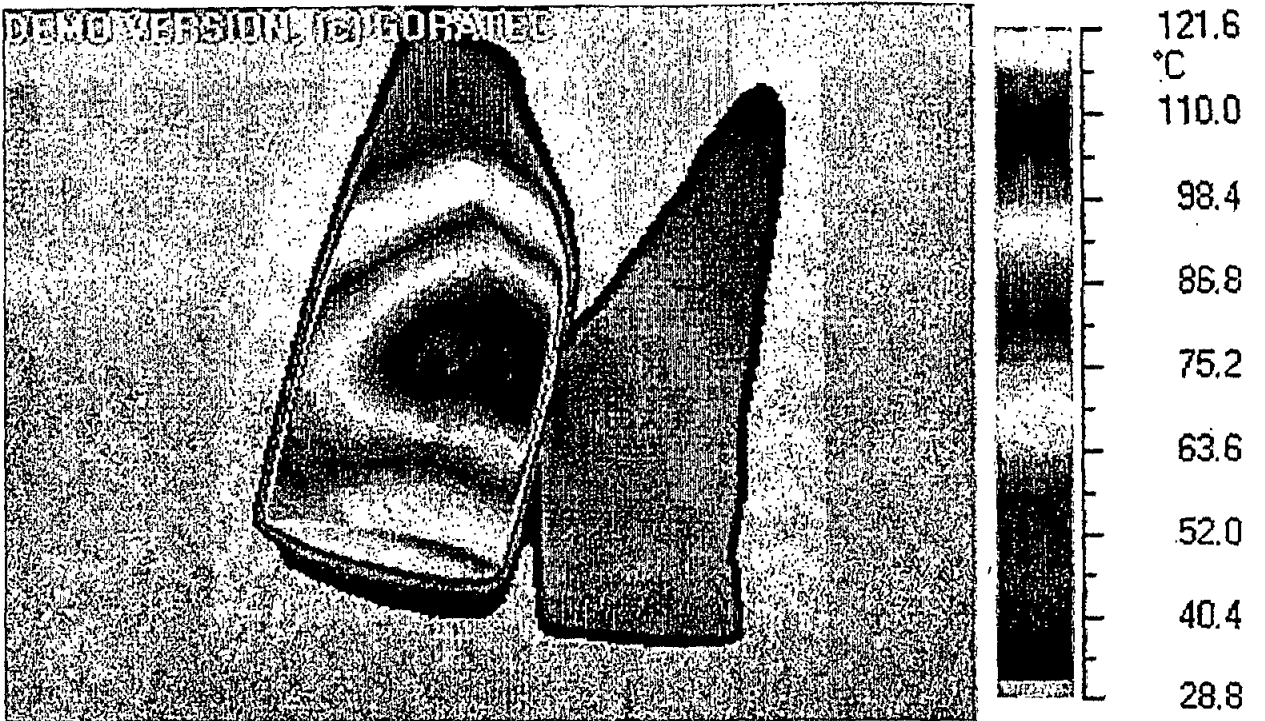


Figure 8

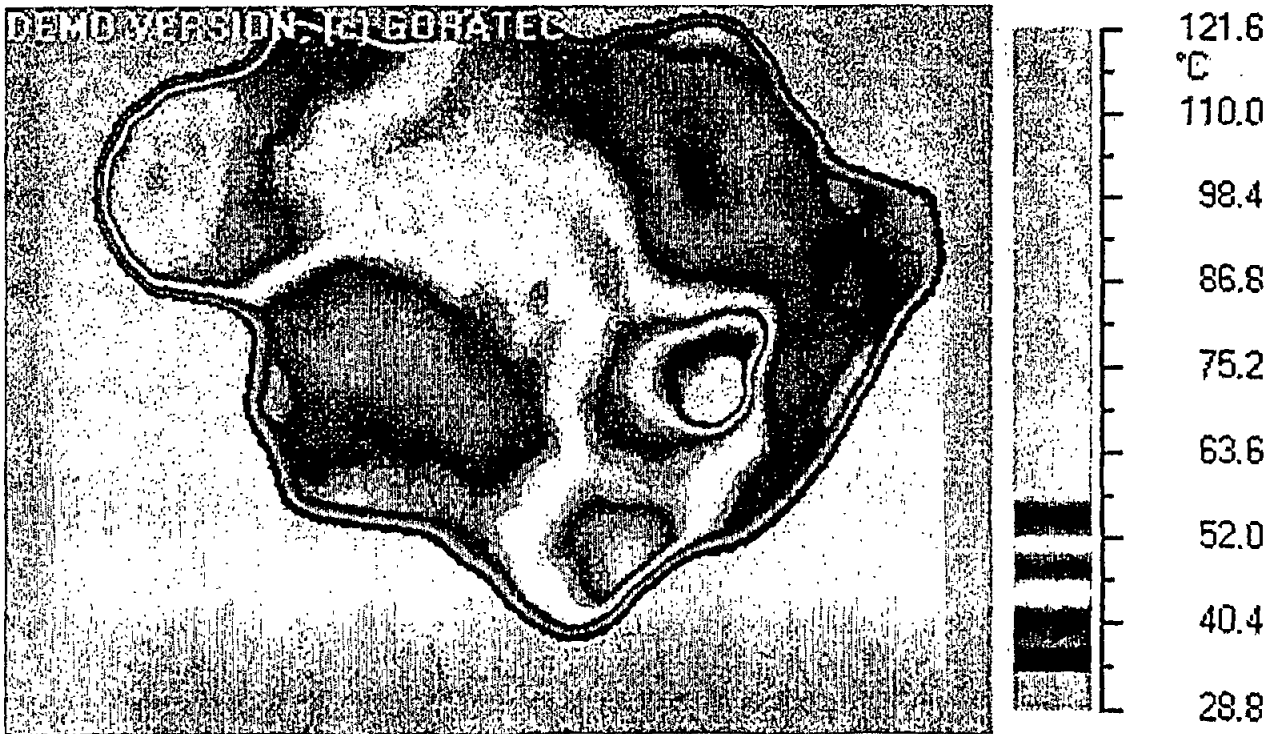


Figure 9

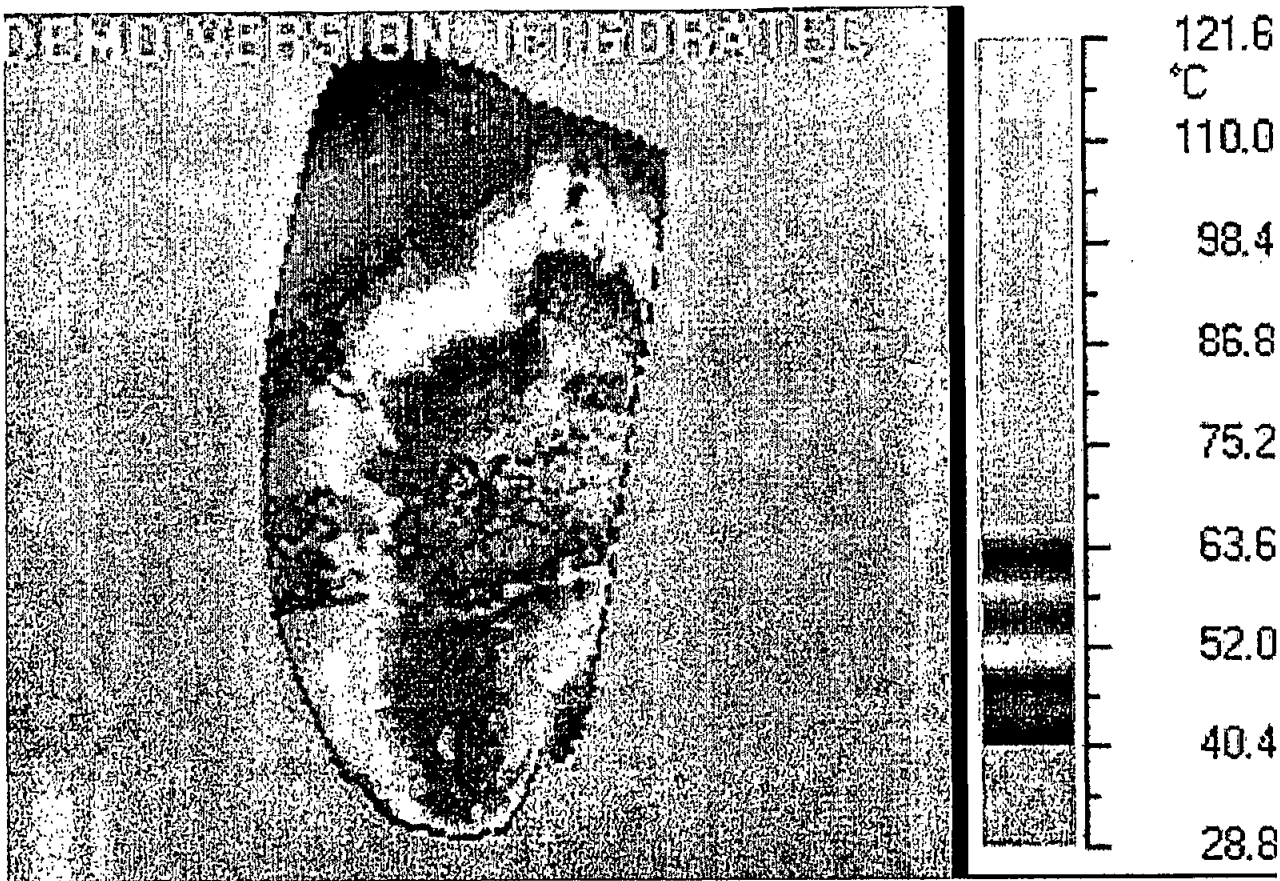


Figure 10

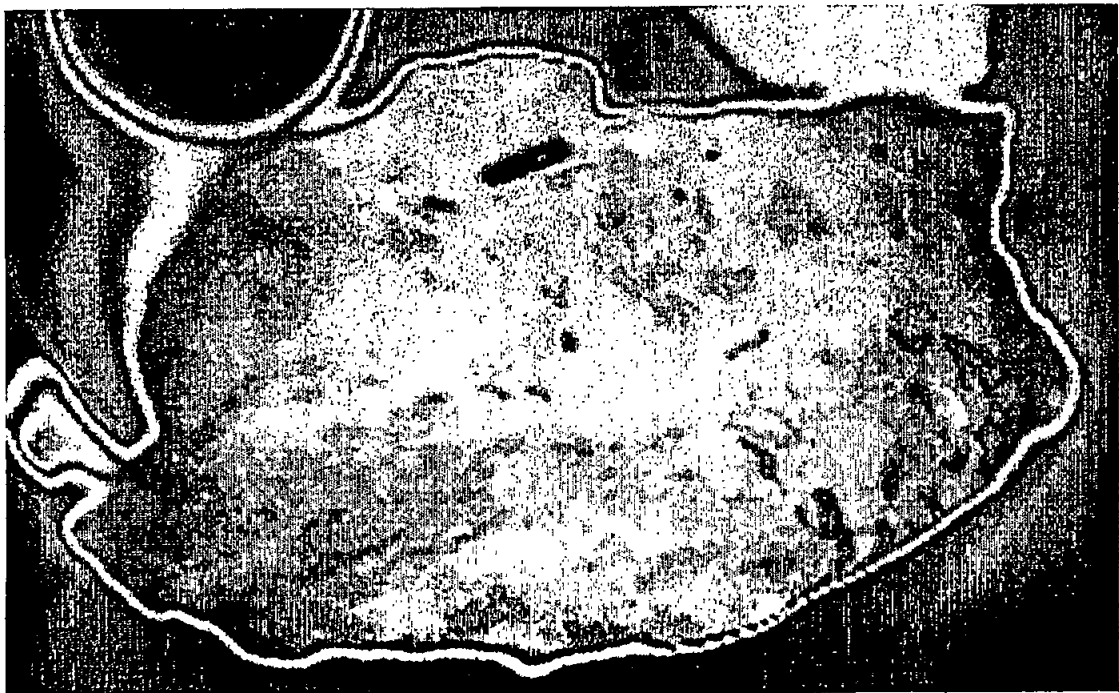


Figure 11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AU2006/001561

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                       |                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                       |                                                                            |
| Int. Cl.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                       |                                                                            |
| G01N 22/00 (2006.01) B07C 5/344 (2006.01) G01N 33/24 (2006.01)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                       |                                                                            |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                       |                                                                            |
| B. FIELDS SEARCHED                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                       |                                                                            |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                       |                                                                            |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                       |                                                                            |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                       |                                                                            |
| Dwpi and keywords: mineral, ore, oil, soil, sand, rock, fragments, pulsed, interval, duration, time, frequency, microwave, radiation, sort, separate, stream, divide, first, second, two, multiple, many, plurality and other similar terms.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                       |                                                                            |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                       |                                                                            |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                    | Relevant to claim No.                                                      |
| X<br>Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | US 5170666 A (LARSEN) 15 December 1992<br>See abstract, col 2 line 20-52, col 6 line 58 – col 8 line 56.              | 1, 21<br>2-12, 17-20,<br>22-29                                             |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | GB 2206213 A (DE BEERS INDUSTRIAL DIAMOND DIVISION LTD)<br>29 December 1988<br>See abstract, figure 1, and pages 2-5. | 17-20, 22-29                                                               |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                       |                                                                            |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                       |                                                                            |
| Date of the actual completion of the international search<br>06 December 2006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                       | Date of mailing of the international search report<br>12 DEC 2006          |
| Name and mailing address of the ISA/AU<br>AUSTRALIAN PATENT OFFICE<br>PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA<br>E-mail address: pct@ipaustalia.gov.au<br>Facsimile No. (02) 6285 3929                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       | Authorized officer<br><br>Lynn Bloomfield<br>Telephone No : (02) 6283 2851 |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AU2006/001561

| C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                             | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                        | Relevant to claim No. |
| Y                                                     | <p>GB 2188727 A (DE BEERS INDUSTRIAL DIAMOND DIVISION LTD)<br/>7 October 1987<br/>See entire document</p> <p>Claims 17-20 and 22-29 do not involve an inventive step when the disclosure of US5170666 is combined with any of GB2206213 or GB2188727.</p> | 17-20, 22-29          |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/AU2006/001561

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

| Patent Document Cited in<br>Search Report                                                                                 |         | Patent Family Member |          |    |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|----------|----|---------|
| US                                                                                                                        | 5170666 | NONE                 |          |    |         |
| GB                                                                                                                        | 2206213 | AU                   | 18195/88 | BR | 8803091 |
|                                                                                                                           |         | ZA                   | 8804383  | US | 4933075 |
| GB                                                                                                                        | 2188727 | AU                   | 70978/87 | ZA | 8702303 |
| Due to data integration issues this family listing may not include 10 digit Australian applications filed since May 2001. |         |                      |          |    |         |
| END OF ANNEX                                                                                                              |         |                      |          |    |         |

# **MÉTODO PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE UN MINERAL DENTRO DE UN MATERIAL**

## **CAMPO DE LA INVENCION**

La invención se relaciona principalmente con un método para determinar la presencia o ausencia de un mineral dentro de un material, pudiendo ser un fragmento de roca en el laboratorio o un cuerpo rocoso en situ, por ejemplo. La invención también se relaciona con un método para clasificar fragmentos de rocas, tales como fragmentos minerales, basados en una determinación según el método anterior. Más aún, la invención se relaciona con un aparato para determinar la presencia de un mineral dentro de un material.

La invención tiene una aplicación en particular pero no exclusiva de determinar el contenido mineral y/o la distribución dentro y sobre la superficie de los fragmentos de roca, y se hará referencia en cuanto a los propósitos ilustrativos en particular en esta aplicación. Sin embargo, se debe entender que esta invención podría ser usada en otras aplicaciones, tales como determinar el contenido mineral y o la distribución dentro de los cuerpos rocosos in situ, en suelos o arenas, en minería, en otros contextos geológicos y en investigación.

## **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Se ha sabido por un tiempo relativamente largo que los materiales dieléctricos (no metálicos) pueden ser calentados al aplicar energía en la forma de microondas. El origen de dicho calentamiento deriva de la capacidad del campo eléctrico de polarizar cargas en el material y la incapacidad de esta polarización de seguir inversiones rápidas del campo

electromagnético externo. La capacidad de un material de ser calentado mediante microondas depende de su compleja permisividad y tangente de pérdida. La permisividad compleja se describe a través de la ecuación (1):

$$\epsilon^* = \epsilon' - j \epsilon''_{\text{eff}} \quad (1)$$

donde la parte real ( $\epsilon'$ ) corresponde a una medida de cuanta energía del campo externo es almacenada en el material; y la parte imaginaria ( $\epsilon''_{\text{eff}}$ ) corresponde al factor de pérdida efectivo y es una medida de cómo es disipar el material en un campo externo.

La tangente de pérdida se define mediante la ecuación (2) y representa una proporción de energía perdida y energía almacenada, por ciclo de oscilación de campo.

$$\tan \delta_{\text{eff}} = \epsilon''_{\text{eff}} / \epsilon' \quad (2)$$

Ambos parámetros son una función de frecuencia y temperatura.

La tasa de aumento en la temperatura dentro del material expuesto a radiación microonda se entrega mediante la ecuación (3):

$$DT/dt = \text{const.} \cdot \epsilon''_{\text{eff}} \cdot f \cdot E^2 / \rho \cdot C_p \quad (3)$$

donde E corresponde a la intensidad del campo electromagnético;  $\epsilon''_{\text{eff}}$  es un factor de pérdida; f corresponde a la frecuencia microonda;  $\rho$  corresponde a la densidad de material; y  $C_p$  es la capacidad específica de calor del material. Por lo tanto, para un material dado y una cavidad microonda, la tasa de calentamiento de material aumentará con un incremento en la frecuencia de las microondas y la intensidad del campo electromagnético cuadrado.

La transferencia óptima de la energía microonda se puede lograr al asegurar la penetración adecuada hacia el interior del material y una alta conversión de la energía microonda en calor. Esto se puede lograr si el material tiene un valor moderado de  $\epsilon'$  y si el factor de pérdida es elevado (es decir, un valor relativamente alto de  $\epsilon''_{\text{eff}}$  que da como resultado un valor relativamente alto de  $\delta_{\text{eff}}$ ). El agua se caracteriza por una gran capacidad de absorber energía microonda y transformar esa energía en calor.

Las rocas por lo general comprenden un agregado de minerales en concentraciones variables y al menos algo de agua, ya sea absorbida o químicamente enlazada. Los primeros métodos para analizar muestras de roca fragmentaria han incluido irradiar las muestras con radiación microonda durante períodos de tiempo relativamente prolongados, por lo general en el orden de varios segundos o más. La radiación microonda calienta diferencialmente los fragmentos de roca que se observan, por ejemplo, mediante imagen térmica, tal como mediante una cámara de infrarrojo. Distintos fragmentos y/o áreas de fragmentos de la muestra de roca están compuestos de distintos minerales y/o tienen diferentes contenidos de agua. Como tal, estas áreas aumentarán en temperatura a una tasa diferente, y por lo tanto, a un grado diferente, en respuesta a la radiación microonda. No obstante, cuando se usa la radiación microonda constante, los fragmentos de roca tienden a calentarse muy rápido, reduciendo la diferencia detectable entre los distintos componentes dentro de la muestra de roca y formando la superficie de la muestra de roca. La imagen térmica de infrarrojo resultante tiende a ser esencialmente una representación borrosa y confusa del fragmento completo.

De este modo, los fragmentos que contienen algunos minerales que se calentarán y proporcionarán una imagen de infrarrojo por lo general borrosa, pueden ser clasificados de aquellos que contienen muy poco o nada de minerales, los cuales se calentarán sólo ligeramente para proporcionar una imagen de infrarrojo muy débil. Sin embargo, la eficacia del método de clasificación no es elevada, ya que no permite determinar el nivel de mineral asociado de calentamiento microonda dentro de la roca. Más bien proporciona un análisis rudimentario de si acaso el fragmento contiene minerales deseados o no. Además, dichos

métodos no proporcionan información alguna acerca del patrón de distribución mineral en los fragmentos de roca. Por ejemplo, dichos métodos podrían no proporcionar una determinación de si acaso los depósitos minerales están ubicados en el centro o en la superficie de la roca. Debido a sus relativas insensibilidades, los métodos de la técnica previa se han enfocado principalmente en separar rocas basados en las distintas cantidades de agua absorbida dentro de las rocas.

La radiación microonda pulsada ha sido usada para la inducción de micro-fracturas en fragmentos de roca, a fin de reducir la cantidad de energía requerida para la posterior trituración y pulverización. La absorción de densidad de potencia de la radiación microonda usada en esta práctica se encuentra por lo general en el rango de 1.000 hasta 100.000 MW/m<sup>3</sup>. No obstante, estos procesos con dichas densidades de potencia microonda elevadas no son adecuados o requeridos para el análisis de contenido mineral dentro o en la superficie de fragmentos de roca.

De ese modo, sería ventajoso si se pudiera proporcionar un método para determinar la presencia de mineral más claramente dentro de una roca y, por lo tanto, permitir de manera efectiva la clasificación de fragmentos de roca que contienen distintas cantidades de minerales. También sería ventajoso si se proporcionara un método que facilite la determinación del patrón de distribución de mineral valioso dentro o en la superficie de los fragmentos de roca.

Se ha encontrado sorpresivamente que la irradiación microonda pulsada a densidades de potencia más bajas que aquellas usadas para la inducción de micro-fracturas en rocas es superior a la irradiación microonda de onda continua para el análisis del contenido de minerales absorbentes de microondas en muestras fragmentarias. El uso de dicha irradiación puede permitir no sólo la identificación de fragmentos que contienen minerales, sino que también la cuantificación del contenido mineral.

### **RESUMEN DE LA INVENCION**

En un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para determinar la presencia de un mineral dentro de un material que incluye:

aplicar radiación microonda pulsada al material;

detectar radiación emitida desde el material después de la aplicación de la radiación microonda pulsada; y

analizar la radiación detectada para determinar la presencia del mineral en el material.

Como se usa aquí, el término “mineral” se propone en un sentido amplio. Este término incluye dentro de su alcance tanto minerales no orgánicos, tales como calcosita, calcopirita, galena, magnetita, hematita, pirita, pirrotita, escalerita, uraninita, etc, y compuestos geológicos orgánicos, tales como aceite denso, aceite fluido, bitumen, etc.

Como se usa aquí, el término “material” se propone en un amplio sentido. Este término incluye dentro de su alcance: rocas, fragmentos de roca, suelos, arenas y otros materiales geológicos, ya sea in situ o no.

La duración del pulso microonda se escoge ventajosamente, de modo que:

- El calentamiento de la humedad de superficie y/o la humedad absorbida dentro del material sea minimizado;
- El diferencial térmico entre los minerales absorbentes de microondas y otro material sea maximizado;
- El calentamiento del material de ganga sea minimizado; y/o
- El mineral de elección en el material se vea afectado adecuadamente por el pulso microonda.

En determinadas realizaciones preferentes, la radiación microonda pulsada aplicada al material incluye al menos un pulso de hasta 1 segundo de duración, de preferencia desde 0,01 hasta 1 segundo de duración y más preferible desde 0,1 hasta 1 segundo de duración. En otras realizaciones preferentes, la radiación microonda pulsada aplicada al material

incluye una pluralidad de pulsos de hasta 1 segundo de duración, de preferencia desde 0,01 hasta 1 segundo de duración y más preferible desde 0,1 hasta 1 segundo de duración.

Como se describe brevemente aquí, cuando el material incluye roca o fragmentos de roca, la radiación microonda pulsada se aplica por lo general a densidades de potencia relativamente bajas, a fin de evitar cualquier inducción de micro-fractura en los fragmentos de roca. Esta cantidad de irradiación microonda que inducirá a la fractura variará de caso en caso, como será apreciado por aquellos de experiencia en la técnica. En una realización preferida, la radiación microonda pulsada se aplica a una densidad de potencia por debajo de los  $1.000 \text{ MW/m}^3$ , más preferible en un rango que va desde 1 hasta  $100 \text{ MW/m}^3$ .

En una pauta similar para la selección de la duración de pulso microonda, la frecuencia microonda puede ser escogida para:

- Minimizar el calentamiento de la humedad de superficie y/o la humedad absorbida dentro del material;
- Maximizar el diferencial térmico entre los minerales absorbentes de microondas y los otros materiales;
- Convenir un mineral de elección; y/o
- Minimizar el calentamiento de material de ganga.

La frecuencia se encontrará de preferencia en el rango que va desde 900 hasta 5800 MHz, más preferible en el rango desde 900 hasta 3500 MHz, incluso más preferible desde 915 hasta 2450 MHz, y lo más preferible en el rango que va desde 915 hasta 950 MHz.

El método de detección de radiación emitida desde el material no es particularmente limitado. En una realización preferente, la detección de radiación emitida desde el material incluye obtener una imagen térmica del material, por ejemplo, usando una cámara de infrarrojo. En otra realización preferente, la detección de radiación emitida desde el material incluye detectar radiación microonda emitida desde el material, por ejemplo, usando sensores microonda pasivos.

Por lo general, se conocerá el mineral que es objetivo en cada caso en particular. De ese modo, los espectros infrarrojos del mineral que es objetivo también se conocerán, o puede ser determinado. Cuando la obtención de imagen térmica es el método de análisis de elección, se prefiere que la obtención de imagen infrarroja se lleve a cabo dentro del rango espectral de la radiación infrarroja dentro de la cual el mineral objetivo se caracteriza por tener una capacidad de emisión diferencial lo más alta en relación al suelo o roca huésped.

Como se mencionara antes, el método de la invención puede ser aplicable para un análisis in situ del material, por ejemplo, para determinar el contenido mineral en un cuerpo o mineral in situ. Por lo general, el método es aplicable a fragmentos de roca u otras muestras de material, tales como muestras de arena o muestras de suelo que son removidas de su lugar in situ. En ese caso, el material es alimentado de preferencia en una zona de irradiación microonda para su posterior aplicación de la radiación microonda pulsada.

El material puede ser alimentado en la zona de irradiación microonda en un canal de alimentación individual. De manera alternativa, para aumentar el producto, el material puede ser alimentado en la zona de irradiación microonda en una pluralidad de canales de alimentación separados. En cualquier caso, cuando el material incluye rocas o fragmentos de roca, las rocas o los fragmentos de rocas son alimentados de preferencia en la fila individual de la zona de irradiación microonda en uno o más canales.

En determinadas realizaciones preferentes, puede ser deseable aplicar más de una frecuencia microonda al material que está siendo analizado. Esto puede proporcionar un análisis más detallado de la composición de la muestra de material como se describe a continuación.

Por consiguiente, en otro aspecto la invención proporciona un método para determinar la presencia de un mineral en un material, que incluye:

aplicar radiación microonda pulsada de una primera frecuencia al material;

detectar una primera cantidad de radiación emitida desde el material después de la aplicación de la radiación microonda pulsada de la primera frecuencia;

aplicar radiación microonda pulsada de una segunda frecuencia al material;

detectar una segunda cantidad de radiación emitida desde el material después de la aplicación de la radiación microonda pulsada de la segunda frecuencia; y

analizar la primera y segunda cantidad detectada de radiación, a fin de determinar la presencia del mineral dentro del material.

La eficiencia de penetración de la energía microonda en un material, descrita como la profundidad en la cual la intensidad del campo microonda decae por un factor de  $(1/e)$  o aproximadamente 37% de intensidad inicial, se describe mediante un parámetro (profundidad superficial) el cual es una función de las propiedades dieléctricas del material, así como también la frecuencia de la radiación microonda aplicada. Esto se define mediante la ecuación (4):

$$\delta = (c/f) ((\epsilon')^{-0.5} / (2\pi\epsilon''_{eff})) \quad (4)$$

donde  $(\delta)$  corresponde a la profundidad superficial;  $(c)$  es la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas a través del material;  $(f)$  corresponde a la frecuencia de microondas aplicadas; y  $\epsilon'$  además de  $\epsilon''_{eff}$  son partes reales e imaginarias de la permisividad dieléctrica compleja del material.

Todos estos parámetros, excepto la frecuencia microonda, son constantes para un material dado. De ese modo, para una roca huésped determinada, (es decir, parámetros dieléctricos constantes) la frecuencia de la fuente microonda determinará la profundidad efectiva del calentamiento microonda.

En el caso de un material que tiene minerales absorbentes de microonda empotrados en forma relativamente profunda, al usar dos frecuencias microonda, es posible distinguir entre minerales absorbentes de microonda en o cerca de la superficie impartir de los minerales fuertemente absorbentes de microonda ubicados en profundidad dentro del material.

El calentamiento de los minerales absorbentes de microondas en el interior del material, por ejemplo, una roca o fragmento de roca, no es evidente de inmediato sobre la

superficie del material en términos de patrón térmico producido. Debido a la conductividad térmica relativamente baja de dichos materiales, puede tomar varios segundos para que el calor alcance la superficie del material. Este es en particular el caso cuando el material es una roca o fragmento de roca.

En la primera etapa de este aspecto de la invención, la radiación microonda se aplica en una primera frecuencia que es por lo general una radiación microonda de frecuencia relativamente alta, por ejemplo, desde 920 hasta 925 MHz. Por supuesto otras frecuencias pueden ser empleadas dentro de los rangos preferidos mencionados antes. Si el material contiene minerales absorbentes de microondas en su superficie, esto será reconocido de inmediato por el siguiente análisis, el cual puede ser conducido usando los métodos descritos previamente. Dichos fragmentos serán removidos de inmediato para su posterior procesamiento.

En la segunda etapa de este aspecto de la invención, la irradiación microonda se aplica a una segunda frecuencia, la cual es por lo general una radiación microonda de frecuencia relativamente baja, por ejemplo, desde 915 hasta 920 MHz. Una vez más, otras frecuencias pueden ser aplicadas como se mencionara antes. Esto permitirá una penetración profunda más eficiente de microondas dentro del material y el calentamiento de los minerales absorbentes de microondas dentro del material. Debido al tiempo requerido para que este calor alcance la superficie del material, el material de preferencia será analizado un tiempo después de la aplicación de la radiación microonda. Por ejemplo, el material puede ser analizado desde 1 hasta 5 segundos después de la aplicación de microondas. Esto se puede lograr nuevamente usando los métodos de análisis descritos antes.

Se apreciará que la primera frecuencia puede ser una alta frecuencia y la segunda frecuencia una baja frecuencia si se desea en una aplicación en particular.

Al exponer los materiales, en particular rocas o fragmentos de roca, a una radiación microonda de frecuencia relativamente alta, analizar la radiación resultante (por ejemplo, el patrón térmico) emitida desde el material, y posteriormente exponer el material a una radiación microonda de frecuencia relativamente alta, de preferencia la misma energía, y

una vez más analizar la radiación resultante emitida desde el material, la diferencia entre estas dos emisiones revelará la existencia de minerales absorbentes de microonda que se encuentran ubicados profundamente en el interior del material.

Cuando las imágenes se producen siguiendo la aplicación de la primera y segunda frecuencia microonda, las técnicas de procesamiento de imagen, tales como la substracción de la 1ra imagen a partir de la 2da imagen pueden aumentar los rasgos distintivos que indican la existencia de minerales absorbentes de microondas calientes, enterrados en forma relativamente profunda. Los materiales que exhiben una anomalía térmica de ese tipo serán extraídos para su posterior procesamiento.

Por lo tanto, al usar dos frecuencias microondas diferentes es posible distinguir entre materiales, en particular roca y fragmentos de roca; que contienen minerales absorbentes de microondas en la superficie, de aquellos en que los minerales absorbentes de microondas no son visibles sobre la superficie, pero están empotrados dentro del material.

Además de lo anterior, a partir de la tasa de temperatura que decae en forma normalizada con la masa y el tamaño de la muestra de material que es analizado, puede ser posible determinar la masa de minerales absorbentes de microondas de determinados tipos que están presentes dentro del material. Esto proporcionará ventajas que serán apreciadas por aquellos de experiencia en la técnica.

Se apreciará que se puedan incluir pasos adicionales. Por ejemplo, el método puede incluir al menos una aplicación adicional de radiación microonda de una frecuencia diferente a la primera y segunda frecuencia al material, y la posterior detección de la cantidad de radiación emitida desde el material.

Según otro aspecto de la invención, se proporciona un método para clasificar un flujo de alimentación de material al menos en dos flujos, que incluyen:

determinar la presencia de un mineral en el flujo de alimentación del material usando un método como se describe anteriormente; y

separar el flujo de alimentación de material al menos en dos flujos basados en esa determinación.

Según este aspecto de la invención, el flujo de alimentación es separado de preferencia al menos en un flujo de desperdicio y un flujo de producto. En determinadas realizaciones preferentes, el flujo de alimentación puede ser separado en un flujo de desperdicio y una pluralidad de flujos de productos basados en el grado mineral del material.

La separación del flujo de alimentación en al menos dos flujos separados, se puede lograr a través de cualquier medio adecuado. Por ejemplo, esto se puede lograr usando una correa transportadora de separación o algo similar. De preferencia, el flujo de alimentación se separa al menos en dos flujos mediante un compresor de aire de alta presión.

Según aún otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato para determinar la presencia de un mineral dentro de un material, que incluye:

- una zona de irradiación microonda que incluye un emisor de microonda adaptado para emitir radiación microonda pulsada hacia la zona de irradiación microonda;

- un detector para determinar la radiación emitida desde el material que sigue la aplicación de radiación microonda pulsada al material; y

- un analizador para interpretar la radiación detectada y, por lo tanto, determinar la presencia del mineral dentro del material.

De preferencia, la zona de irradiación microonda, que incluye el emisor microonda, está dispuesta de manera tal que el material que está siendo analizado pase en forma vertical a través de la zona de irradiación microonda. De esa forma, el material que está siendo analizado puede simplemente caer bajo gravedad a través de la zona de irradiación microonda.

A fin de facilitar el proceso de un gran volumen de material en una manera uniforme y continua, el emisor de microondas probablemente se encontrará más en la forma de una cavidad microonda de modos múltiples, equipado de preferencia con un agitador adecuado. De manera ventajosa, el uso de una cavidad microonda de ese tipo asegurará que todos los modos de resonancia de microondas dentro de la cavidad sean excitados, asegurando un calentamiento del material tan uniforme como sea posible. El uso de una

cavidad microonda en modo individual adecuado podría proporcionar un calentamiento más eficiente del material a partir de un punto de vista del consumo de energía.

Como se aprecia en la descripción anterior de la invención por lo general, el detector es de preferencia un generador de imagen térmico o un sensor de microondas pasivo.

Si se emplea un generador de imagen térmico, ésta puede ser una imagen infrarroja. Además de lo anterior, el aparato puede incluir generadores de imagen térmicos adicionales. En una realización preferente, el aparato incluye además una región fría, dicha región fría que es de temperatura relativamente inferior al resto del aparato. El (los) generador(es) de imagen térmico(s) entonces pueden ser posicionados alrededor de la región fría proporcionando una detección mejorada de radiación emitida desde el material en la medida que pasa a través de la zona de irradiación microonda.

Considerando que la velocidad del material a través de la zona de irradiación microonda podría ser de hasta varios metros por segundo, es importante que el tiempo de permanencia del material dentro de la zona de irradiación microonda sea suficientemente largo para inducir la cantidad requerida de calentamiento de minerales de interés para permitir su identificación eficiente. De preferencia, los minerales absorbentes de microondas serán calentados a una temperatura que es significativamente mayor (10-50°C) de la temperatura de los minerales no absorbentes de microondas. Considerando que la sensibilidad térmica de los sistemas de obtención de imagen IR modernos es de alrededor de 0,02°C, los minerales absorbentes de microondas y su patrón de distribución dentro del material será fácilmente reconocido por la obtención de imagen térmica.

Como se puede observar, el detector puede incluir un sensor microonda pasivo, o una pluralidad de dichos sensores. En ese caso, después de pasar a través de la zona de irradiación microonda, la presencia de minerales absorbentes de microondas se detectará al usar el sensor de microondas pasivo (es decir, un radiómetro). Dichos sensores son en efecto receptores de microondas de alta precisión y son capaces de detectar radiación electromagnética proveniente del material en la parte microonda del espectro

electromagnético. Esto permite la detección de minerales calentados que tienen radiación microonda absorbida mientras pasan a través de la cavidad, no solo sobre la superficie del material, sino que también empotrados en forma relativamente profunda en el material. Esto se debe al hecho que las microondas tienen una mayor longitud de onda comparada con la radiación infrarroja.

En esta realización preferente, la detección de minerales absorbentes de microondas no se basa en la detección de radiación microonda, la cuales transmitida a través del material investigado, sino que se basa en la detección de radiación electromagnética natural de microondas proveniente del material calentado previamente. En cuanto a esto, los sensores microonda pasivos son similares en concepto a los sensores infrarrojos. Según la ley de radiación de Plank, todos los objetos emiten energía microonda de alguna magnitud, pero las cantidades son por lo general muy pequeñas. La cantidad de energía emitida desde el material es proporcional a la temperatura del material. Un sensor de microondas pasivo detecta la energía microonda emitida en forma natural dentro de su campo de vista. La radiación microonda se detecta por lo general usando una antena de un tipo adecuado (lo más probable, una antena de bocina).

A causa de sus longitudes de onda más largas, comparadas con la radiación infrarroja, las microondas tienen propiedades que son ventajosas para la detección de minerales valiosos. La radiación microonda de longitud de onda más larga puede penetrar a través del polvo mientras las longitudes de onda más largas no sean susceptibles a la dispersión atmosférica que afecta las longitudes de onda ópticas más cortas (infrarroja y visible). Esta propiedad permite la detección de energía microonda bajo casi todas las condiciones ambientales, de modo que la información puede ser recolectada en cualquier momento.

El analizador por lo general será un computador equipado con un software procesador de imagen. De manera ventajosa, esto permitirá un análisis y un procesamiento continuo y automático de una alimentación de material.

En determinadas realizaciones preferentes, puede ser deseable que el aparato incluya una cámara visible a la luz u otro medio para medir el tamaño del material que pasa a través de la zona de irradiación microonda. Esto puede ser particularmente el caso en que el material incluye rocas o fragmentos de roca.

El aparato de la invención estará configurado de preferencia para facilitar la clasificación de material que pasa a través de la zona de irradiación microonda. De preferencia, por lo tanto, el aparato incluye un clasificador para seleccionar el material al menos en dos flujos. El clasificador puede incluir una correa transportadora de separación, pero es de preferencia un compresor de aire de alta presión. Una pluralidad de compresores de aire de alta presión pueden ser incluidos si así se desea.

El material puede ser alimentado a la zona de irradiación microonda a través de cualquier medio adecuado. Sin embargo, el aparato incluye de preferencia un alimentador para suministrar el material a la zona de irradiación microonda al menos en un canal. El alimentador de preferencia es una correa transportadora.

En ciertas realizaciones preferentes, el monitoreo continuo de humedad dentro del material puede ser una adición útil que mejorará la eficiencia del proceso de clasificación. De ese modo, un monitor puede estar provisto para facilitar esto mismo.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

Será conveniente aquí proporcionar una descripción detallada de ciertas realizaciones preferentes de la invención con referencia a los dibujos acompañantes. El propósito de proporcionar esta descripción detallada es instruir a las personas para que tengan un interés en la materia de la invención acerca de cómo poner en práctica la invención. Se ha de entender claramente, no obstante, que la naturaleza específica de esta descripción detallada no reemplaza la generalidad de las declaraciones precedentes.

En los dibujos:

La Figura 1 ilustra un aparato según una realización preferente de la invención;

La Figura 2 corresponde a una imagen IR de un mineral con alto grado de cobre, un mineral con grado medio de cobre y una roca estéril después de una breve exposición al calentamiento microonda;

La Figura 3 corresponde a una imagen IR de un fragmento con alto grado de mineral, un fragmento de arenisca y roca estéril después de una breve exposición al calentamiento microonda;

La Figura 4 corresponde a una imagen IR de un mineral con alto grado de cobre, arenisca homogénea, roca estéril y mineral con bajo grado de cobre después de una breve exposición al calentamiento microonda;

La Figura 5 corresponde a una imagen IR de un mineral con grado medio de cobre, mineral con alto grado de cobre y muestra de granito después de una breve exposición al calentamiento microonda;

La Figura 6 corresponde a una imagen IR que muestra una mineralización aumentada que corresponde a la parte más caliente de la roca después de una breve exposición al calentamiento microonda;

La Figura 7 corresponde a una imagen IR que muestra no sólo una parte altamente mineralizada de la roca, sino que también los rasgos distintivos estructurales tales como grietas, después de una breve exposición al calentamiento microonda;

La Figura 8 corresponde a una imagen IR de un fragmento de mineral de cobre versus una roca volcánica no mineralizada después de una breve exposición simultánea al calentamiento microonda;

La Figura 9 corresponde a una imagen IR del área altamente mineralizada dentro de la roca que está más caliente que el resto de la superficie de la roca después de una breve exposición al calentamiento microonda;

La Figura 10 corresponde a una imagen IR del patrón mineralizado dentro del mineral de cobre pórfiro después de una breve exposición al calentamiento microonda; y

La Figura 11 corresponde a una imagen IR de rasgos distintivos texturales dentro de un fragmento mineral después de una breve exposición al calentamiento microonda.

La Figura 1 representa un aparato (1) según una realización preferente de la presente invención. Los fragmentos de roca (2) son transportados a través de una correa transportadora (3) que termina sobre una zona de irradiación microonda en la forma de una cavidad microonda de modo individual o modo múltiple (4). Los fragmentos de roca (2) caen en forma vertical a través de la cavidad microonda (4). Aunque los fragmentos de roca (2) pueden pasar a través de la cavidad (4) en cualquier dirección, el descenso vertical es ventajoso ya que aumenta la probabilidad de una distribución uniforme de la irradiación de los fragmentos, en la medida que caen en la cavidad (4). Los fragmentos de roca pasan a través de la cavidad (4) en forma individual, de modo tal que cada fragmento (2) pueda ser analizado individualmente.

Dentro de la cavidad microonda (4), los fragmentos de roca (2) son expuestos a radiación microonda corta pulsada de una frecuencia e intensidad seleccionada. Como se observara antes, la radiación microonda por lo general tendrá una frecuencia desde 900 hasta 5800 MHz, aunque la frecuencia obviamente será bastante variable dependiendo del mineral o el grado de interés. Por lo general, se empleará una frecuencia en el extremo inferior de este rango. La radiación microonda pulsada puede ser aplicada a una densidad de potencia por debajo de aquella que es requerida para inducir micro-fracturas en los fragmentos de roca, como se describiera antes. Generalmente, la radiación microonda pulsada será aplicada a una densidad de potencia por debajo de  $1000 \text{ MW/m}^3$ .

Inmediatamente después de pasar a través de la cavidad microonda (4), la radiación emitida desde los fragmentos de roca (2) es detectada mediante un generador de imagen infrarroja de alta resolución y alta velocidad (5) y (6). Como se observara antes, otras formas de detección pueden ser usadas según la invención. En esta realización preferente, los generadores de imagen (5, 6) capturan imágenes térmicas de los fragmentos de roca (2). Aunque un generador de imagen térmico es suficiente, dos o más generadores de imagen

térmicos (5, 6) pueden ser usados para una cobertura total de la superficie de la partícula de roca. Las imágenes recolectadas mediante el generador de imagen térmico (5, 6) son procesadas usando un computador (7) equipado con un software que procesa la imagen. Los generadores de imagen térmicos (5, 6) también pueden ser usados para la determinación del tamaño de los fragmentos de roca (2).

De manera alternativa, o en combinación, una o más cámaras visibles a la luz pueden capturar imágenes visibles a la luz, a fin de permitir la determinación de tamaño del fragmento. A partir del número de manchas calientes detectadas (píxeles), temperatura, patrón de su distribución y su área acumulativa, con respecto al tamaño del fragmento, se puede efectuar una estimación del grado de fragmentos de roca observado. Esta estimación puede ser sostenida y/o más contenido mineral puede ser cuantificado mediante la comparación de información con una relación establecida previamente entre las propiedades térmicas inducidas por microonda de fragmentos de roca de tamaño y grado específicos.

Basado en el análisis del contenido, los fragmentos de roca individuales (2) entonces pueden ser separados usando un separador en la forma de un compresor de aire de alta presión (8). No obstante, cualquier dispositivo convencional apropiado puede ser usado como se describiera antes. El compresor de aire (8) separa los fragmentos de roca individuales (2) basado en la información enviada por el computador (7). Los fragmentos de roca individuales (2) pueden ser separados a base de, por ejemplo, contenido mineral cuantificado y grado estimado y/o ubicación de las bolsas de mineral dentro o sobre la superficie de los fragmentos de roca (2).

En el aparato representado en la Figura 1, el compresor de aire de alta presión (8) puede recibir una señal del computador (7) para liberar aire en el momento en que un fragmento de roca que tiene un alto contenido mineral (9) pasa a través, de modo tal que el fragmento (9) sea dirigido a un colector específico. A las partículas de ganga o de bajo grado (10) se les puede permitir continuar su caída libre hacia el interior de un colector separado. En esta realización preferente en particular, para facilitar la comprensión, los

fragmentos sólo han sido divididos en dos grupos. Sin embargo, se debería observar que este aparato y método pueden estar configurados para separar los fragmentos de roca (2) a través de una escala de contenido mineral. En una configuración de ese tipo, el compresor de aire de alta presión (8) puede comprimir aire a distintas fuerzas y/o direcciones, o se pueden usar múltiples compresores, por ejemplo, para cada grado de fragmento, a fin de dirigir fragmentos específicos a colectores específicos dependiendo del nivel de contenido mineral o patrón de distribución del mineral dentro de los fragmentos. De manera alternativa, o en combinación, las correas transportadoras separadas pueden ser usadas para dirigir los fragmentos de roca a fin de separar los colectores.

Como se discutiera antes, los métodos previos que emplean irradiación microonda constante de alta potencia han dado como resultado el calentamiento de los fragmentos de roca de principio a fin, produciendo una imagen térmica borrosa. Las imágenes resultantes han sido limitadas para permitir esencialmente la determinación de aquellos fragmentos de roca que contienen minerales de interés y aquellos que no contienen el mineral. El uso de irradiación microonda pulsada de potencia más baja permite que las bolsas de mineral en los fragmentos de roca y/o sobre la superficie de los fragmentos de roca se calienten rápidamente sin distribuir calor en forma rápida a la roca circundante. En consecuencia, la imagen térmica resultante puede estar mucho más definida y en muchos casos la imagen permitirá que las bolsas de mineral sean señaladas con precisión dentro del fragmento de roca. Una ventaja obvia de esto radica en que se logra una cuantificación más exacta del contenido mineral. Siguiendo con la ventaja, es que los fragmentos de roca pueden ser clasificados a través de una escala de contenido mineral en vez de un análisis rudimentario de alto o bajo nivel / sin contenido mineral.

A fin de ilustrar la invención en mayor detalle, ahora se hace referencia a las Figuras 2 hasta 11. El calentamiento diferencial de los diversos fragmentos de roca se ilustra claramente en aquellas figuras que serán descritas brevemente a continuación.

La Figura 2 ilustra un mineral con alto grado de cobre en la parte más alta de la Figura. Este fragmento de mineral tiene claramente mayor temperatura que los otros

fragmentos que han sido representados mediante imagen. El fragmento del medio de esta imagen es un mineral con grado medio de cobre. Se apreciará al ver la imagen que el mineral con grado medio es mucho más oscuro y, por lo tanto, tiene una temperatura inferior que el mineral de alto grado después que la misma cantidad de irradiación microonda ha sido aplicada. Asimismo, la roca estéril, la cual se ubica en la parte del fondo de la imagen, es negra, indicando muy poco calentamiento del fragmento después de la misma cantidad de irradiación microonda.

La Figura 3 proporciona de manera similar una imagen de un fragmento de alto grado mineral en la parte más alta, un fragmento de arenisca en la parte izquierda inferior y una roca estéril en la parte derecha inferior. Una vez más, la muestra de alto grado mineral muestra marcadamente una temperatura más alta que las otras dos muestras.

La Figura 4 corresponde a una imagen de fragmentos de roca calentados con microonda en forma simultánea, incluyendo un mineral con alto grado de cobre en la parte más alta, un fragmento de arenisca homogéneo en la parte izquierda del medio, una roca estéril en la parte derecha al medio y un mineral con bajo grado de cobre en la parte del fondo. Una vez más, la delineación entre los grados de los diversos fragmentos es clara en esta imagen.

La Figura 5 corresponde a una imagen de un mineral con alto grado de cobre en el medio, que es claramente distinto al mineral con grado más bajo de cobre en la parte izquierda. La muestra de granito en la parte derecha se distingue fácilmente de las dos muestras de mineral de cobre.

La Figura 6 corresponde a una imagen de un fragmento de roca que tiene diversos grados de mineralización a través de toda su estructura. A partir de esta imagen se puede observar cómo la invención puede ser usada para clarificar donde se ubica la mineralización sobre el fragmento, correspondiente a la temperatura más alta después de la irradiación microonda.

La Figura 7 ilustra que una breve exposición a la radiación microonda puede no sólo proporcionar una indicación de la ubicación de mineralización dentro de un fragmento

de roca, sino que también puede proporcionar información acerca de los rasgos distintivos estructurales. En esta imagen, una grieta es claramente visible después que el fragmento ha sido expuesto por poco tiempo a la radiación microonda.

La Figura 8 muestra la diferencia entre un fragmento de mineral de cobre en la parte izquierda y una roca volcánica no mineralizada en la parte derecha después de la exposición simultánea a radiación microonda.

La Figura 9 muestra una vez más el calentamiento diferencial de áreas mineralizadas dentro de un fragmento de roca después de la aplicación de radiación microonda.

La Figura 10 muestra el patrón mineralizado dentro de una muestra de mineral de cobre pórfiro después de la exposición a radiación microonda.

La Figura 11 muestra los rasgos distintivos texturales dentro de un fragmento mineral revelados mediante una imagen infrarroja después de una breve exposición a la radiación microonda.

Por supuesto se observará que lo anterior ha sido entregado sólo a modo de ejemplo ilustrativo de la invención y que todas las modificaciones y variaciones de ese tipo que serán aparentes para personas expertas en la técnica, están consideradas para que encajen dentro del amplio alcance y ámbito de la invención como se establece aquí.

### REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar la presencia de un mineral en un material, CARACTERIZADO porque incluye:

aplicar radiación microonda pulsada al material;

detectar radiación emitida desde el material después de la aplicación de la radiación microonda pulsada; y

analizar la radiación detectada para determinar la presencia del mineral en el material.

2. Un método según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la radiación microonda pulsada aplicada al material incluye al menos un pulso de hasta 1 segundo de duración, de preferencia desde 0,1 hasta 1 segundo de duración.

3. Un método según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la radiación microonda pulsada aplicada al material incluye una pluralidad de pulsos de hasta 1 segundo de duración, de preferencia desde 0,1 hasta 1 segundo de duración.

4. Un método según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la radiación microonda pulsada tiene una densidad de potencia inducida dentro de los minerales objetivos por debajo de  $1.000 \text{ MW/m}^3$ .

5. Un método según la reivindicación 4, CARACTERIZADO porque la radiación microonda pulsada tiene una densidad de potencia inducida dentro de los minerales objetivos desde 1 hasta  $100 \text{ MW/m}^3$ .

6. Un método según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la radiación microonda pulsada tiene una frecuencia que varía desde 900 hasta 5800 MHz.

7. Un método según la reivindicación 6, CARACTERIZADO porque la radiación microonda pulsada tiene una frecuencia que varía desde 900 hasta 3500 MHz.

8. Un método según la reivindicación 7, CARACTERIZADO porque la radiación microonda pulsada tiene una frecuencia que varía desde 915 hasta 950 MHz.

9. Un método según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la detección de radiación emitida desde el material incluye obtener una imagen térmica del material.

10. Un método según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la detección de radiación emitida desde el material incluye detectar radiación microonda emitida desde el material.

11. Un método según la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque el material es alimentado hacia una zona de irradiación microonda para su posterior aplicación de radiación microonda pulsada.

12. Un método según la reivindicación 11, CARACTERIZADO porque el material es alimentado hacia la zona de irradiación microonda al menos en un canal de alimentación.

13. Un método para determinar la presencia de un mineral en un material, CARACTERIZADO porque incluye:

aplicar radiación microonda pulsada de una primera frecuencia al material;

detectar una primera cantidad de radiación emitida desde el material después de la aplicación de la radiación microonda pulsada de la primera frecuencia;

aplicar radiación microonda pulsada de una segunda frecuencia al material;

detectar una segunda cantidad de radiación emitida desde el material después de la aplicación de la radiación microonda pulsada de la segunda frecuencia; y

analizar la primera y segunda cantidad detectada de radiación, a fin de determinar la presencia del mineral dentro del material.

14. Un método según la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque la primera frecuencia varía desde 920 hasta 925 y la segunda frecuencia varía desde 915 hasta 920 MHz.

15. Un método según la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque el análisis de la primera y segunda cantidad de radiación incluye una substracción de una de las cantidades de radiación de la otra.

16. Un método según la reivindicación 13, CARACTERIZADO porque incluye al menos una aplicación adicional de radiación microonda de una frecuencia diferente a la primera y segunda frecuencia al material, y una detección posterior de la cantidad de radiación emitida desde el material.

17. Un método para clasificar un flujo de alimentación de material hacia al menos dos flujos, CARACTERIZADO porque incluye:

determinar la presencia de un mineral en el flujo de alimentación del material usando un método según la reivindicación 1 o la reivindicación 13; y

separar el flujo de alimentación de material al menos hacia dos flujos basados en esa determinación.

18. Un método según la reivindicación 17, CARACTERIZADO porque el flujo de alimentación se separa en un flujo de desperdicio y un flujo de producto.

19. Un método según la reivindicación 17, CARACTERIZADO porque el flujo de alimentación se separa en un flujo de desperdicio y una pluralidad de flujos de producto basado en el grado mineral del material.

20. Un método según la reivindicación 17, CARACTERIZADO porque el flujo de alimentación se separa al menos en dos flujos mediante un compresor de aire de alta presión.

21. Un aparato para determinar la presencia de un mineral dentro de un material, CARACTERIZADO porque incluye:

una zona de irradiación microonda que incluye un emisor de microonda adaptado para emitir radiación microonda pulsada hacia la zona de irradiación microonda;

un detector para determinar la radiación emitida desde el material que sigue la aplicación de radiación microonda pulsada al material; y

un analizador para interpretar la radiación detectada y, por lo tanto, determinar la presencia del mineral dentro del material.

22. Un aparato según la reivindicación 21, CARACTERIZADO porque el emisor de microondas es una cavidad microonda en modo individual o modo múltiple.

23. Un aparato según la reivindicación 21, CARACTERIZADO porque el detector es un generador de imagen térmico o un sensor de microonda pasivo.

24. Un aparato según la reivindicación 21, CARACTERIZADO porque el analizador es un computador equipado con un software que procesa la imagen.

25. Un aparato según la reivindicación 21, CARACTERIZADO porque el material incluye rocas o fragmentos de roca y el aparato incluye una cámara visible a la luz para medir el tamaño de las rocas o los fragmentos de roca.

26. Un aparato según la reivindicación 21, CARACTERIZADO porque incluye un clasificador para seleccionar el material hacia al menos dos flujos.

27. Un aparato según la reivindicación 26, CARACTERIZADO porque el clasificador es un compresor de aire de alta presión.

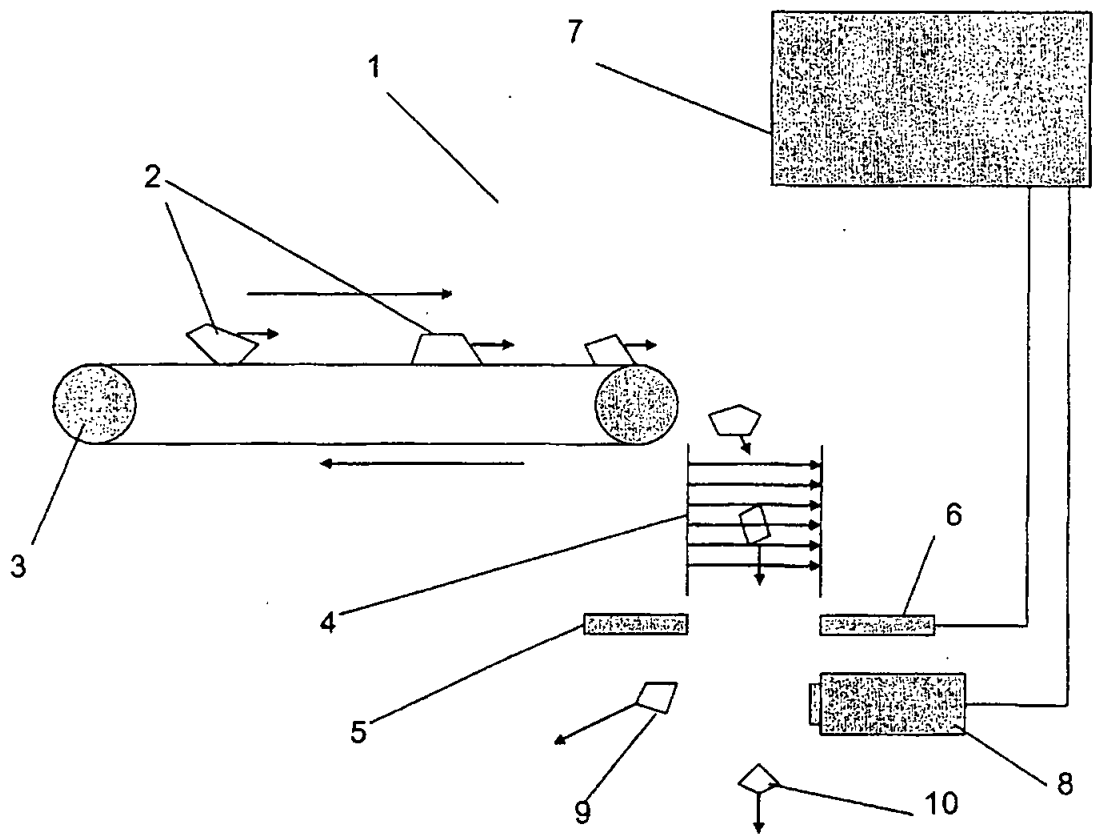
28. Un aparato según la reivindicación 21, CARACTERIZADO porque incluye un alimentador para suministrar el material a la zona de irradiación microonda en al menos un canal.

29. Un aparato según la reivindicación 28, CARACTERIZADO porque el alimentador es una correa transportadora.

**RESUMEN**

La invención se relaciona por lo general con un método para determinar la presencia de un mineral dentro de un material, tal como una roca, un fragmento de roca, suelo, arena u otro material geológico que incluye: aplicar radiación microonda pulsada al material; detectar radiación emitida desde el material después de la aplicación de la radiación microonda pulsada; y analizar la radiación detectada para determinar la presencia de mineral dentro del material. La invención también proporciona un método para clasificar los fragmentos de roca al menos en dos flujos usando este método y un aparato para llevar a cabo el método.

Figura 1



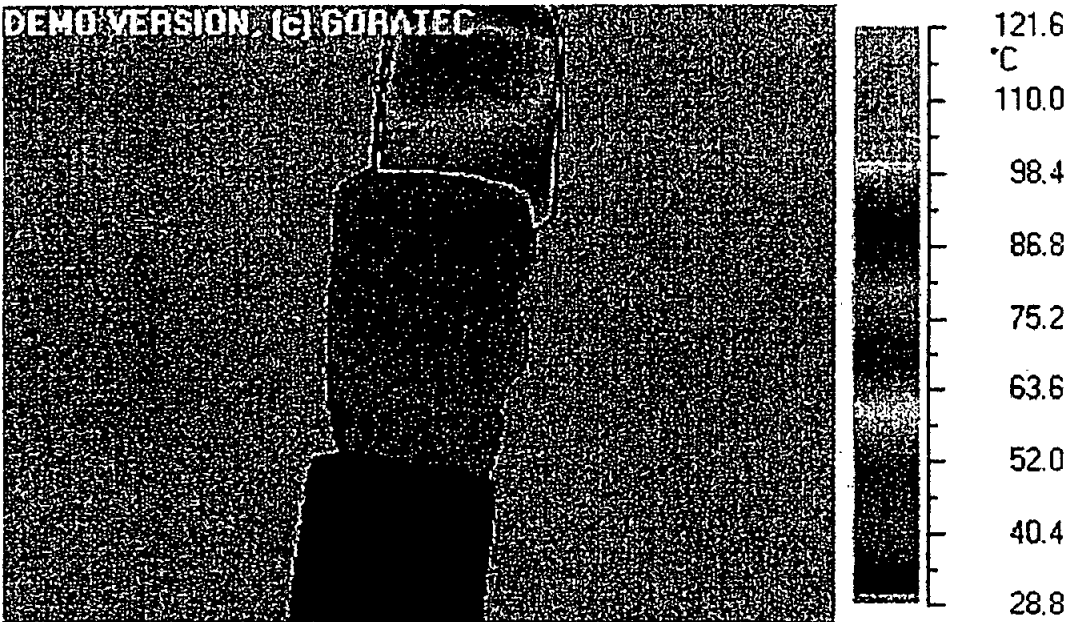


Figura 2

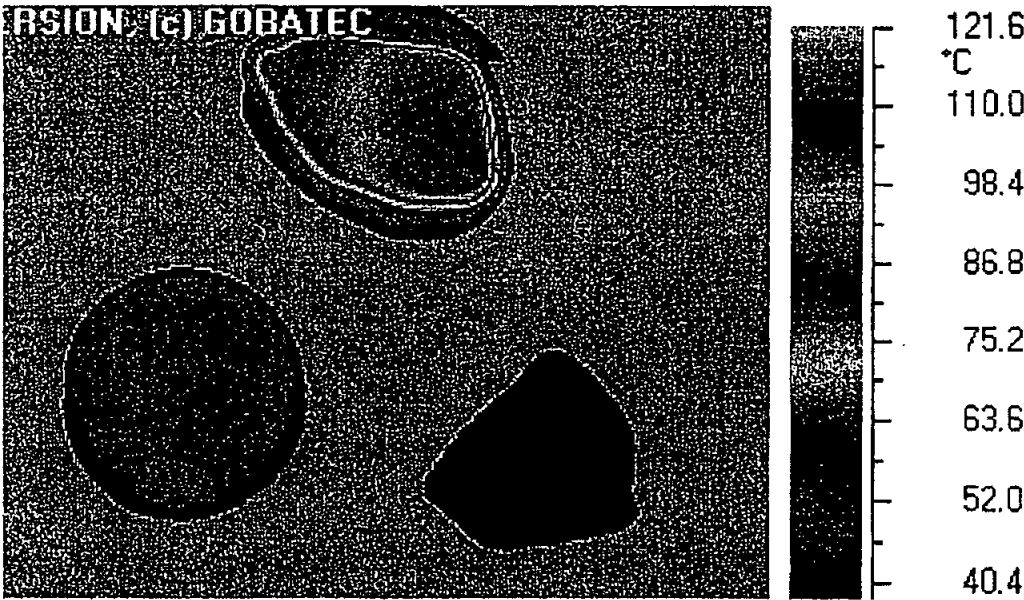


Figura 3

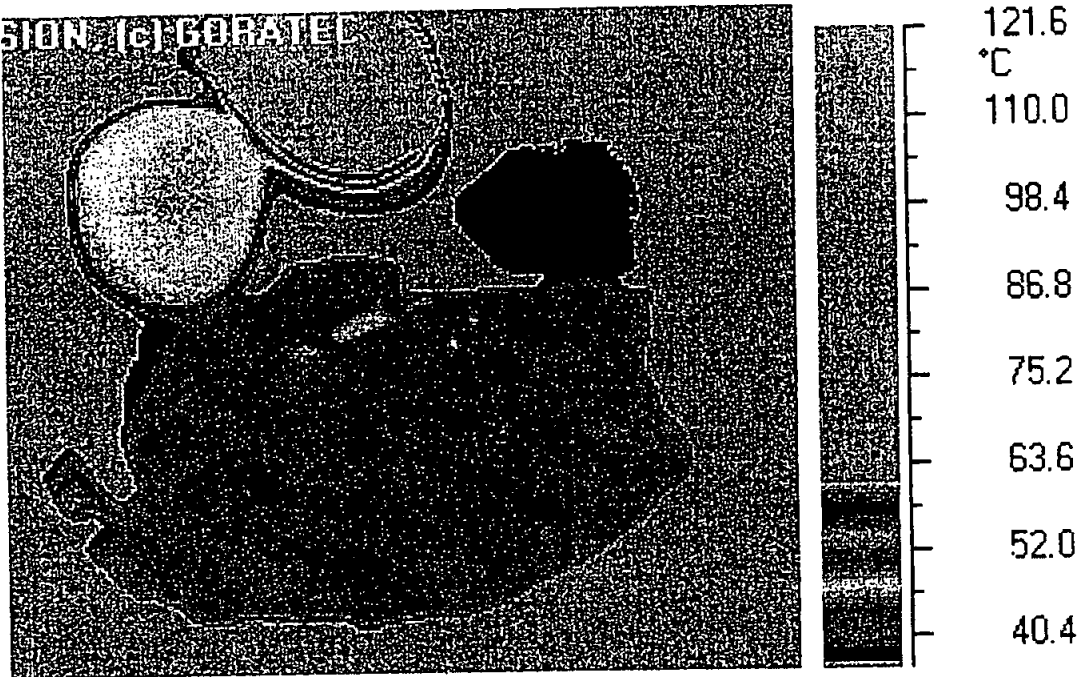


Figura 4

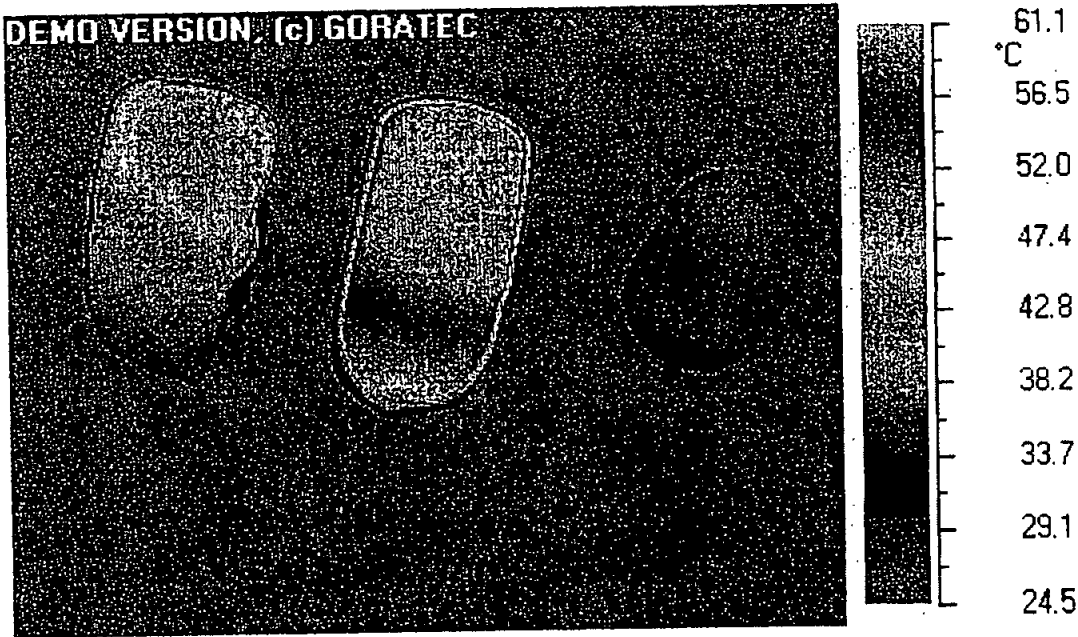


Figura 5

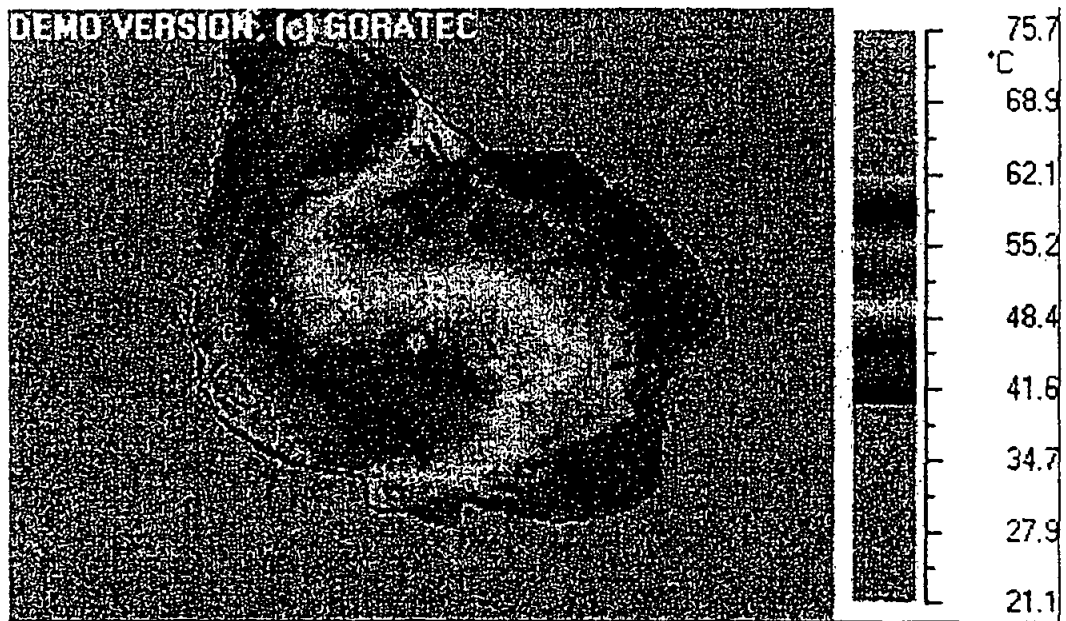


Figura 6

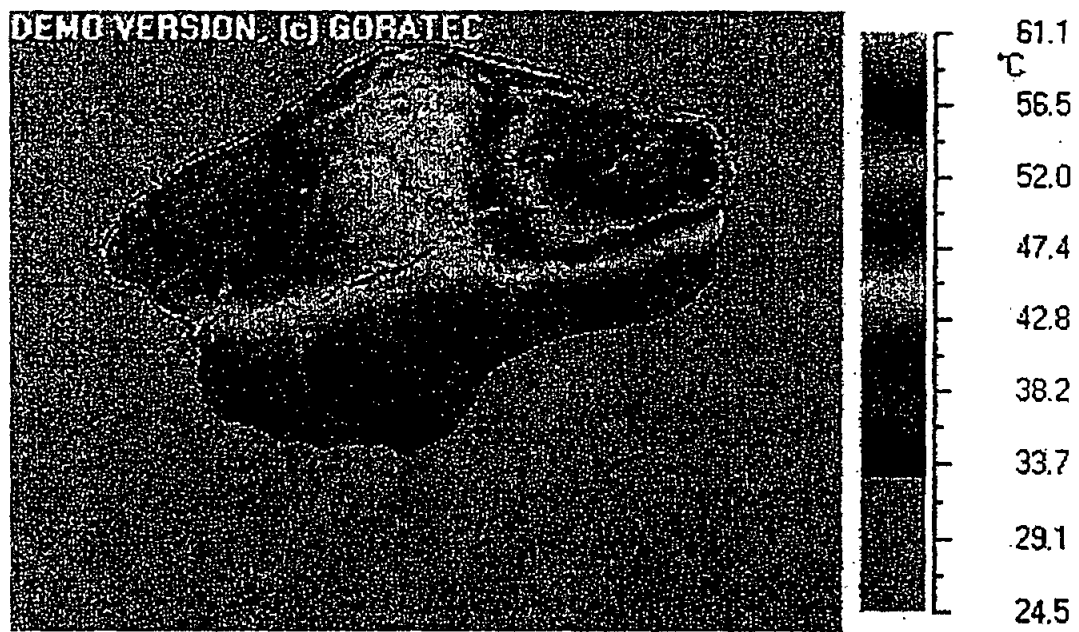


Figura 7

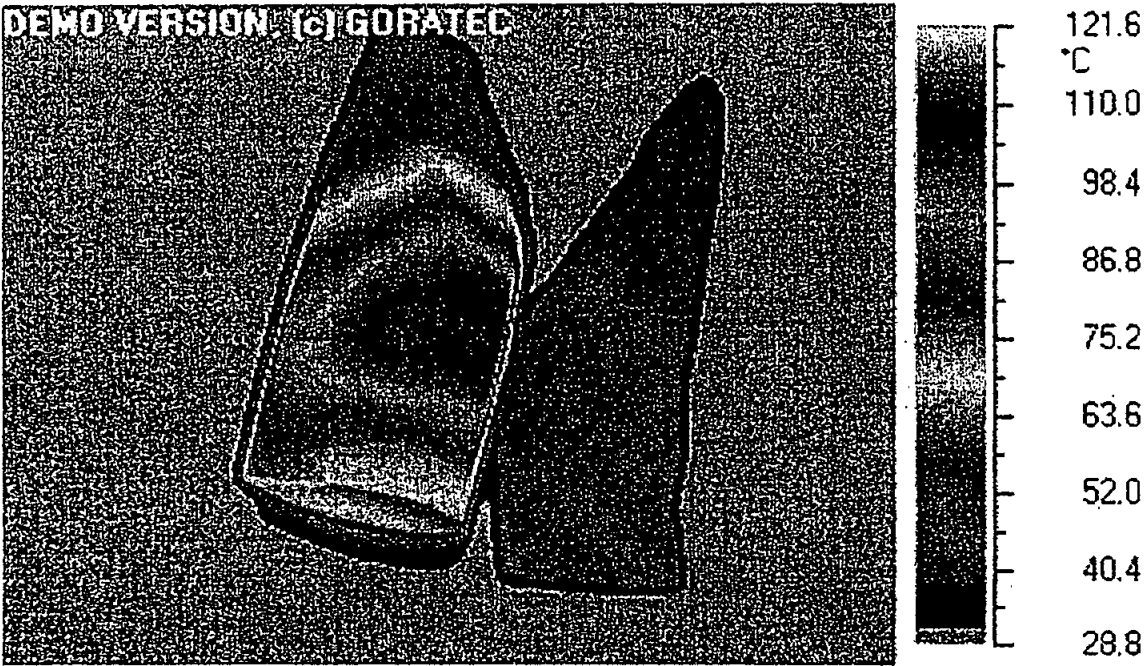


Figura 8

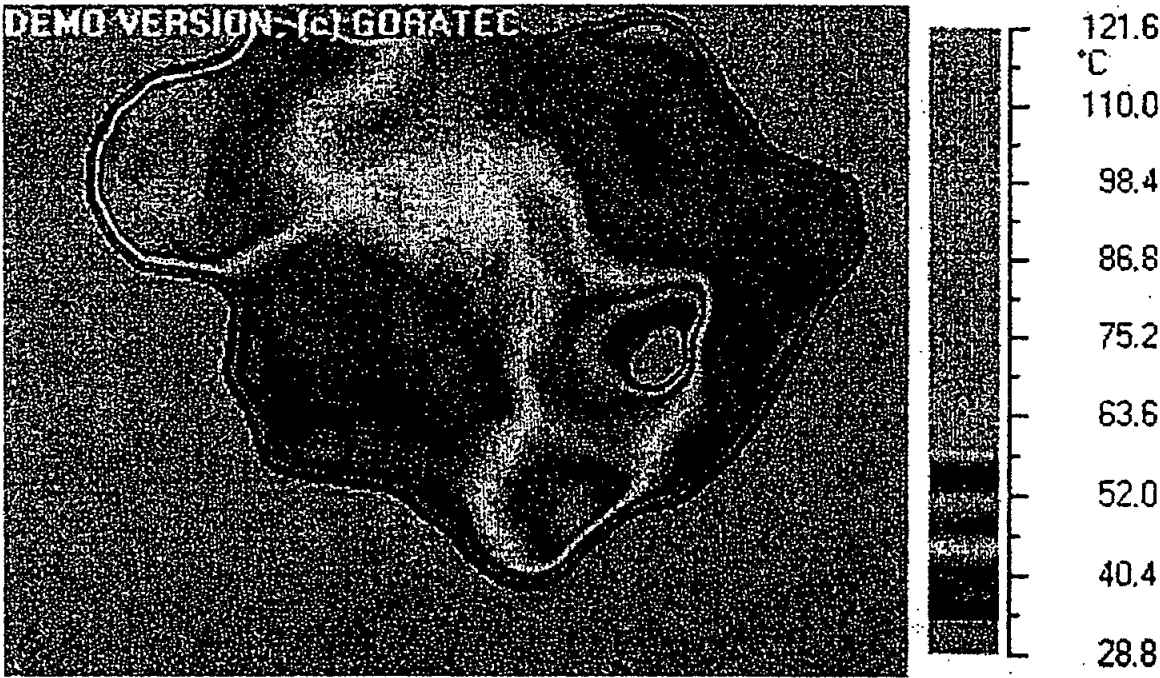


Figura 9

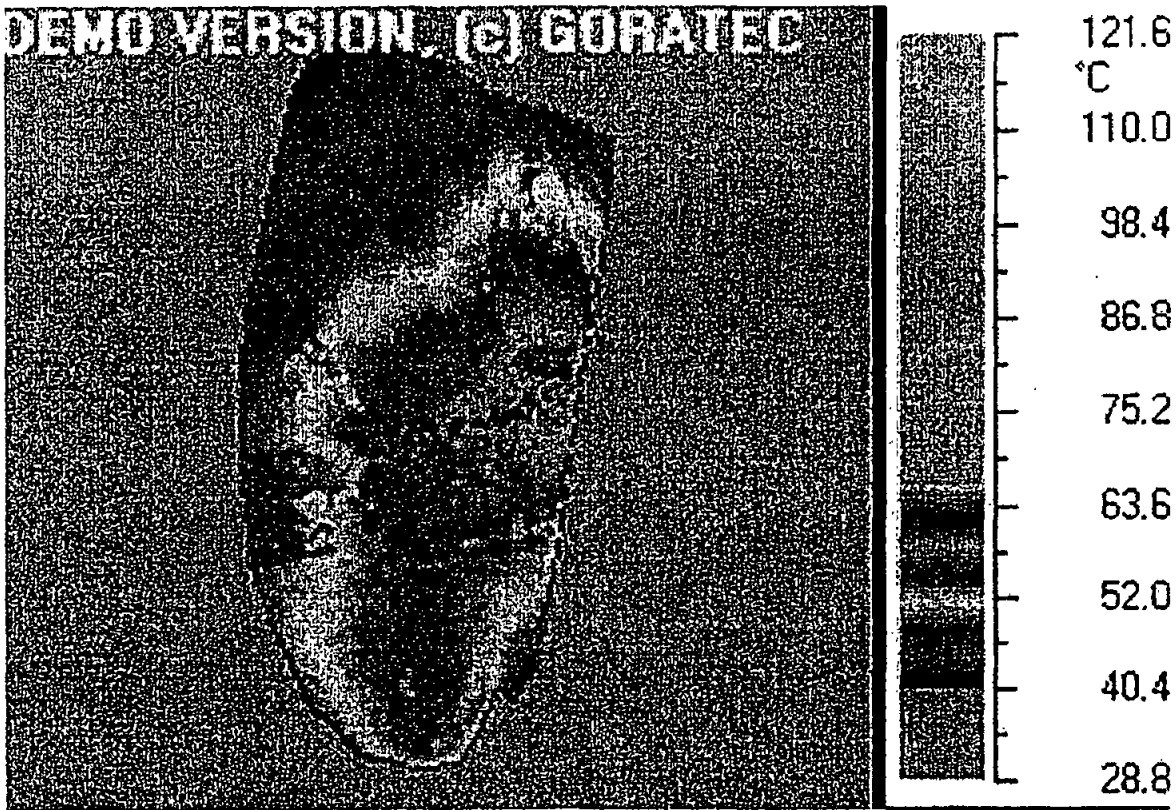


Figura 10



Figura 11

# PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

### INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

(Chapter I of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Rule 44bis)

|                                                                                                                                  |                                                                                     |                                                                          |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Applicant's or agent's file reference<br>21114THE/ADD                                                                            | <b>FOR FURTHER ACTION</b>                                                           |                                                                          | See item 4 below |
| International application No.<br>PCT/AU2006/001561                                                                               | International filing date ( <i>day/month/year</i> )<br>23 October 2006 (23.10.2006) | Priority date ( <i>day/month/year</i> )<br>04 November 2005 (04.11.2005) |                  |
| International Patent Classification (8th edition unless older edition indicated)<br>See relevant information in Form PCT/ISA/237 |                                                                                     |                                                                          |                  |
| Applicant<br>THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND                                                                                        |                                                                                     |                                                                          |                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                 |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|----------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <p>1. This international preliminary report on patentability (Chapter I) is issued by the International Bureau on behalf of the International Searching Authority under Rule 44 bis.1(a).</p> <p>2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.</p> <p>In the attached sheets, any reference to the written opinion of the International Searching Authority should be read as a reference to the international preliminary report on patentability (Chapter I) instead.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                 |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |
| <p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Box No. I</td> <td>Basis of the report</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Box No. II</td> <td>Priority</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Box No. III</td> <td>Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Box No. IV</td> <td>Lack of unity of invention</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Box No. V</td> <td>Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Box No. VI</td> <td>Certain documents cited</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Box No. VII</td> <td>Certain defects in the international application</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Box No. VIII</td> <td>Certain observations on the international application</td> </tr> </table> <p>4. The International Bureau will communicate this report to designated Offices in accordance with Rules 44bis.3(c) and 93bis.1 but not, except where the applicant makes an express request under Article 23(2), before the expiration of 30 months from the priority date (Rule 44bis .2).</p> | <input checked="" type="checkbox"/> Box No. I                                                                                                                   | Basis of the report | <input type="checkbox"/> Box No. II | Priority | <input type="checkbox"/> Box No. III | Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability | <input type="checkbox"/> Box No. IV | Lack of unity of invention | <input checked="" type="checkbox"/> Box No. V | Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement | <input type="checkbox"/> Box No. VI | Certain documents cited | <input type="checkbox"/> Box No. VII | Certain defects in the international application | <input type="checkbox"/> Box No. VIII | Certain observations on the international application |
| <input checked="" type="checkbox"/> Box No. I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Basis of the report                                                                                                                                             |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |
| <input type="checkbox"/> Box No. II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Priority                                                                                                                                                        |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |
| <input type="checkbox"/> Box No. III                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability                                                                |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |
| <input type="checkbox"/> Box No. IV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Lack of unity of invention                                                                                                                                      |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |
| <input checked="" type="checkbox"/> Box No. V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |
| <input type="checkbox"/> Box No. VI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Certain documents cited                                                                                                                                         |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |
| <input type="checkbox"/> Box No. VII                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Certain defects in the international application                                                                                                                |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |
| <input type="checkbox"/> Box No. VIII                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Certain observations on the international application                                                                                                           |                     |                                     |          |                                      |                                                                                                  |                                     |                            |                                               |                                                                                                                                                                 |                                     |                         |                                      |                                                  |                                       |                                                       |

|                                                                                                                                              |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>The International Bureau of WIPO<br/>34, chemin des Colombettes<br/>1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. +41 22 338 82 70</p> | <p>Date of issuance of this report<br/>06 May 2008 (06.05.2008)</p>                  |
|                                                                                                                                              | <p>Authorized officer</p> <p>Dorothee Mülhausen</p> <p>e-mail: pt01.pct@wipo.int</p> |

# PATENT COOPERATION TREATY

From the:  
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To:

PIZZEYS  
PO Box 291  
WODEN ACT 2606

## PCT

WRITTEN OPINION OF THE  
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

(PCT Rule 43bis.1)

Date of mailing  
(day/month/year) **12 DEC 2006**

Applicant's or agent's file reference  
**21114THE**

**FOR FURTHER ACTION**  
See paragraph 2 below

International application No.  
**PCT/AU2006/001561**

International filing date (day/month/year)  
**23 October 2006**

Priority date (day/month/year)  
**4 November 2005**

International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC  
Int. Cl.

**G01N 22/00 (2006.01) B07C 5/344 (2006.01) G01N 33/24 (2006.01)**

Applicant

**THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND et al**

1. This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Box No. I Basis of the opinion
- ☐ Box No. II Priority
- ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☐ Box No. IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No. VI Certain documents cited
- ☐ Box No. VII Certain defects in the international application
- ☐ Box No. VIII Certain observations on the international application

2. **FURTHER ACTION**

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA") except that this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 66.1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered.

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of 3 months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later.

For further options, see Form PCT/ISA/220.

3. For further details, see notes to Form PCT/ISA/220.

Name and mailing address of the IPEA/AU  
AUSTRALIAN PATENT OFFICE  
PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA  
E-mail address: [pct@ipaaustralia.gov.au](mailto:pct@ipaaustralia.gov.au)  
Facsimile No. (02) 6285 3929

Date of completion of this opinion  
  
**06 December 2006**

Authorized Officer  
  
**LYNN BLOOMFIELD**  
Telephone No. (02) 6283 2851

WRITTEN OPINION OF THE  
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.

PCT/AU2006/001561

Box No. I Basis of this opinion

1. With regard to the language, this opinion has been established on the basis of:
  - ☒ The international application in the language in which it was filed
  - ☐ A translation of the international application into, \_\_\_\_\_, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rules 12.3(a) and 23.1(b)).
2. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application and necessary to the claimed invention, this opinion has been established on the basis of:
  - a. type of material
    - ☐ a sequence listing
    - ☐ table(s) related to the sequence listing
  - b. format of material
    - ☐ on paper
    - ☐ in electronic form
  - c. time of filing/furnishing
    - ☐ contained in the international application as filed.
    - ☐ filed together with the international application in electronic form.
    - ☐ furnished subsequently to this Authority for the purposes of search.
3. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing and/or table(s) relating thereto has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.
4. Additional comments:

**WRITTEN OPINION OF THE  
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.

PCT/AU2006/001561

**Box No. V** Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

**1. Statement**

|                               |                    |     |
|-------------------------------|--------------------|-----|
| Novelty (N)                   | Claims 2-20, 22-29 | YES |
|                               | Claims 1, 21       | NO  |
| Inventive step (IS)           | Claims 13-16       | YES |
|                               | Claims 1-12, 17-29 | NO  |
| Industrial applicability (IA) | Claims 1-29        | YES |
|                               | Claims             | NO  |

**2. Citations and explanations:**

D1: US5170666

D2: GB2206213

D3: GB2188727

Novelty (N) (Claims 1 and 21)

Independent claim 1 is not novel in the light of prior art document D1. D1 discloses a method of evaluating composite materials including:

Applying pulsed microwave radiation to the material;

Detecting radiation emitted from the material after the application of the pulsed microwave radiation; and

Analysing the detected radiation to determine the presence of the mineral in the material.

Although the citation does not directly mention determining the presence of minerals in a material, it is inherent that the evaluation of composite materials means the same thing.

D1 also discloses an apparatus for evaluating composite materials including;

A microwave irradiation zone (14) including a microwave emitter (12) adapted to emit pulsed microwave radiation into microwave irradiation zone;

A detector (20) for detecting radiation emitted from the material (16) following application of pulsed microwave radiation to the material; and

An analyser (24) for interpreting the radiation detected and thereby determining the presence of mineral in the material. Hence claim 21 is not novel.

Inventive Step (IS) (claims 1-12, 17-29)

Claims 1 and 21 also do not involve an inventive step for the reasons stated above.

Claims 2-12 do not involve an inventive step in the light of D1. From reading D1, the person skilled in the art would without difficulty and by routine steps alone come to the features of these claims. The claims disclose matter which are merely arrangements well known in the art.

Claims 17-20 do not involve an inventive step when appended to claim 1 and when the disclosure of document D1 is combined with any of D2 or D3. For example, D2 discloses a method of sorting ore particles into at least two streams from a single feed stream. The two streams being a waste stream (46) and a product stream (44). A high pressure air blower (41) is used to separate the feed stream. D1 discloses the method of claim 1 as mentioned above.

(continued on supplemental sheet)

WRITTEN OPINION OF THE  
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International Application No.

PCT/AU2006/001561

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of: Box V

It is considered that it would be obvious for a person skilled in the art to read these documents together and, given the combined information, to get the invention claimed.

Claims 22-29 which are appended to not novel claim 21 also do not involve an inventive step when the disclosure of D1 is combined with any of D2-D3 for the same reasons stated above.

Claims 13-16 are considered to be novel and inventive over the prior art. None of the documents disclose the method of determining the presence of a mineral in a material including applying a pulsed microwave radiation of a first frequency and a pulsed microwave radiation of a second frequency to the material.

From the INTERNATIONAL BUREAU

**PCT**NOTIFICATION CONCERNING  
SUBMISSION OR TRANSMITTAL  
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

To:

PIZZEYS  
Level 2, Woden Plaza Offices  
P.o. Box 291  
Woden, Australian Capital Territory 2606  
AUSTRALIE

|                                                                      |                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Date of mailing (day/month/year)<br>06 December 2006 (06.12.2006)    |                                                                            |
| Applicant's or agent's file reference<br>21114THE/ADD                | IMPORTANT NOTIFICATION                                                     |
| International application No.<br>PCT/AU2006/001561                   | International filing date (day/month/year)<br>23 October 2006 (23.10.2006) |
| International publication date (day/month/year)<br>Not yet published | Priority date (day/month/year)<br>04 November 2005 (04.11.2005)            |
| Applicant<br>THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND et al                      |                                                                            |

1. By means of this Form, which replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents, the applicant is hereby notified of the date of receipt by the International Bureau of the priority document(s) relating to all earlier application(s) whose priority is claimed. Unless otherwise indicated by the letters "NR", in the right-hand column or by an asterisk appearing next to a date of receipt, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. (If applicable) The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which, on the date of mailing of this Form, had not yet been received by the International Bureau under Rule 17.1(a) or (b). Where, under Rule 17.1(a), the priority document must be submitted by the applicant to the receiving Office or the International Bureau, but the applicant fails to submit the priority document within the applicable time limit under that Rule, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
3. (If applicable) An asterisk (\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b) (the priority document was received after the time limit prescribed in Rule 17.1(a) or the request to prepare and transmit the priority document was submitted to the receiving Office after the applicable time limit under Rule 17.1(b)). Even though the priority document was not furnished in compliance with Rule 17.1(a) or (b), the International Bureau will nevertheless transmit a copy of the document to the designated Offices, for their consideration. In case such a copy is not accepted by the designated Office as the priority document, Rule 17.1(c) provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Priority datePriority application No.Country or regional Office  
or PCT receiving OfficeDate of receipt  
of priority document

04 November 2005 (04.11.2005)

2005906115

AU

06 November 2006 (06.11.2006)

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Dorothee Mülhausen

Facsimile No. +41 22 338 82 70

Facsimile No. +41 22 338 87 40

Telephone No. +41 22 338 96 72

# COLOMBIA

Carrera 11 N° 86-53 Piso 6 Bogotá Colombia Tel: (57 1) 6181088 Fax: (57 1) 6350824 Email: info@clarkemodet.com.co

## PODER

Yo (nosotros), abajo firmante(s)

Douglas Porter

en mi (nuestro) carácter de representante(s) legales de

The University of Queensland

una sociedad organizada y existente de acuerdo con las leyes de

Australia

y en actual cumplimiento de su objeto social, con domicilio en

St. Lucia, Queensland 4067, Australia

por el presente instrumento confiero (conferimos) poder especial a favor de DILIA MARIA RODRIGUEZ D'ALEMAN, con Cédula de Ciudadanía No. 41.654 882 de Bogotá, y tp. 20824 y CLAUDIA LUCIA CARO RAMIREZ, con Cédula de Ciudadanía No. 40.017.374 de Tunja, y tp. 36448, con domicilio en Bogotá, Colombia, para que actuando en su orden en nombre del (de la) otorgante le (la) representen ante cualquier entidad, autoridad y/o persona, especialmente ante las del orden Administrativo, Contencioso Administrativo, Judicial, Tribunales de Arbitramento y/o cualquier otro en lo referente a los siguientes asuntos:

- 1) Solicitar, tramitar, obtener y/o registrar cualquiera de las modalidades de Propiedad Industrial, tales como: patentes de invención, modelos de utilidad; diseños industriales, variedades vegetales; marcas, lemas, nombres y enseñas comerciales y denominaciones de origen; así como sus renovaciones, prórrogas, transferencias, cambios de nombre y/o domicilio, contratos y licencias.
- 2) Solicitar, tramitar, obtener y/o registrar derechos de autor, en cualquiera de sus presentaciones así como la protección de secretos industriales y know-how.
- 3) Solicitar, tramitar, obtener y/o registrar registros sanitarios, permisos y/o licencias de funcionamiento; así como sus renovaciones o prórrogas, transferencias, cambios de nombre y/o domicilio, contratos y licencias.
- 4) Ejercer acciones de oposición, observación, reclamos, reconsideración, reposición, apelación, cancelación administrativa o judicial, nulidad, protección al consumidor, concesión de licencias, protección de secretos industriales y demás acciones y recursos relacionados con derechos derivados de los asuntos arriba indicados y en contra de la competencia desleal, acciones derivadas de la obtención o explotación de licencias, acciones de indemnización de perjuicios. También podrá(n) intervenir en juicios civiles, comerciales, penales, contencioso-administrativos, tutelas y de policía; en acciones o juicios promovidos por el (la) mandante o en contra el (ella).
- 5) Registrar nombres de dominio ante la entidad competente.
- 6) En el ejercicio de este mandato los mandatarios arriba mencionados quedan facultados para conciliar, cancelar, transigir, comprometer en árbitros, desistir, recibir y tomar posesión de la cosa objeto de litigio y renunciar o desistir a derechos concedidos o en curso de concesión, admitir los hechos del proceso.
- 7) Ratificar o no la agencia oficiosa
- 8) Así mismo faculto (facultamos) a los mencionados apoderados para recibir notificaciones y designar apoderados judiciales o extrajudiciales, sustituir el presente poder y revocar las sustituciones que hicieren.

Dado y firmado en

a los                      días de

Granted and signed at

on this                      day of

THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND

Douglas Porter

Name: Douglas Porter

Title: Secretary and Registrar The University of Queensland

## POWER OF ATTORNEY

I (we), the undersigned                      Douglas Porter

legal representative(s) of                      THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND

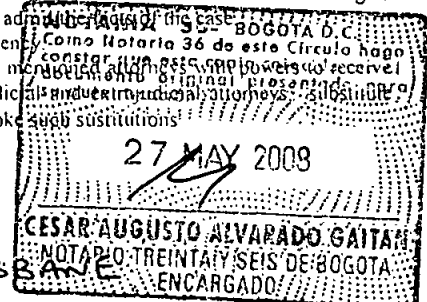
an organization existing under the laws of                      AUSTRALIA

and in present execution of its business activity, domiciled at

ST. LUCIA, QUEENSLAND 4067, AUSTRALIA

do hereby grant POWER OF ATTORNEY to DILIA MARIA RODRIGUEZ D'ALEMAN, identification card No. 41.654 882 of Bogotá, and tp. 20824 and CLAUDIA LUCIA CARO RAMIREZ, tp. 36448, identification card No 40 017.374 of Tunja, residing in Bogotá, Colombia, to act in the order of their appointment in behalf of grantor before any entity, authority and/or natural or juridical person, specially before those Administrative, Administrative-Contentious, Judicial, arbitration courts, and/or any other, in all matters concerning the following:

- 1) To apply, process, obtain and/or register any of the modalities of Industrial Property, such as: Patents of Invention, Utility Models; Designs, plant varieties; Marks, Slogans, Trade Names and emblems and appellations of Origin; as well as their renewals, assignments, changes of name and/or domicile, agreements and licenses.
- 2) To apply, process, obtain and/or register copyrights of any kind as well as protection of industrial secrets or know-how.
- 3) To apply, process, obtain and/or register sanitary registrations, operating authorizations and/or licenses; as well as their renewals or assignments, changes of name and/or domicile, agreements and licenses.
- 4) To bring actions of opposition, observations, claims, reconsideration, appeal or legal remedies, cancellations, nullity, protection to the consumer, granting of licenses, protection of trade secrets and other actions related with rights derived from the above-mentioned matters and against the unfair competition, actions resulting from the obtaining or exploitation of licenses, recovering damages actions. They can also intervene or participate in Civil, Commercial, Criminal or Contentious-Administrative Trials, the actions for writ mandamus, police actions; in actions, lawsuits or litigations instituted by the grantor or against him.
- 5) To register domain names before the competent entity.
- 6) To the effect of this mandate the above-named proxy are empowered to conciliate, cancel, settle, submit to arbitration, withdraw and to receive and take possession of the litigation related object and waive or renounce the rights granted or in process of granting, admit the facts of the case.
- 7) To ratify or not the officious agency.
- 8) I (we) hereby appoint the afore mentioned persons to receive notifications and to designate judicial and extrajudicial attorneys, substitute this Power of Attorney and to revoke such substitutions.



BRISBANE

March                      of 2006

## CERTIFICADO NOTARIAL

(Cuando el solicitante es SOCIEDAD)

(Poderes otorgados en El Salvador, Estados Unidos, México y Venezuela)

A los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, el Notario que suscribe DA FE de que:

1. \_\_\_\_\_  
(nombre de la persona que firma el poder)

mayor de edad y domiciliado \_\_\_\_\_  
firmó de su puño y letra el documento que antecede.

2. Conoce al (a la) otorgante y que este (a) está legalmente capacitado para el otorgamiento.

3. El otorgante ha firmado el referido documento en su carácter de \_\_\_\_\_  
de la persona jurídica \_\_\_\_\_

4. La citada persona jurídica con sede en \_\_\_\_\_ está legalmente constituida, que tiene actualmente existencia legal y que el acto para el cual se ha otorgado este poder está comprendido entre los que constituyen su objeto social.  
5. El otorgante tiene efectivamente la representación que ostenta, que esta es legítima y que está facultado para otorgar este poder.  
6. Las anteriores certificaciones de los puntos 3, 4 y 5, me constan porque he tenido a la vista los documentos auténticos.

Notario Público

NOTA: A continuación de lo anterior, el Cónsul de Colombia debe autenticar la firma del Notario Público.

**CERTIFICADO NOTARIAL (Cuando el solicitante es INDIVIDUO)**

A los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, el Notario que suscribe DA FE de que:

1. \_\_\_\_\_  
(nombre de la persona que firma el poder)

mayor de edad y domiciliado en \_\_\_\_\_  
firmó en su presencia el documento que antecede, conoce al otorgante y que este está legalmente capacitado para el otorgamiento.

Notario Público

NOTA: A continuación de lo anterior, el Cónsul de Colombia debe autenticar la firma del Notario Público.

Para todos los demás países el Señor Cónsul de Colombia o ante quien se otorgue, debe expedir una certificación dejando constancia 1) de la existencia legal de la sociedad, 2) de que esta ejerce actualmente su objeto social, y 3) de que la persona o personas que otorgan el poder están facultadas para hacerlo, dejando constancia así mismo de que tuvo a la vista las pruebas que acrediten tales circunstancias.

LEGALIZACIÓN POR EL CONSUL DE COLOMBIA  
O POR APOSTILLA

TRADUCCION OFICIAL No. \_\_\_\_\_

JUAN \_\_\_\_\_ ABOGADO

TRADUCCION OFICIAL

DEL MIN. INTERIOR Y DE JUSTICIA

## NOTARIAL CERTIFICATE

(When the applicant is a CORPORATION)

(Powers of attorney granted in: El Salvador, Mexico, U.S.A. and Venezuela)

This \_\_\_\_\_ day of March, 2006  
the undersigned Notary CERTIFIES that:

1. Douglas PORTER  
(name of the person who signs the power of attorney)

of legal age and domiciled in St. Lucia, Queensland 4067, Australia set his hand on the foregoing document.

2. The grantor is to him personally known and that he/she has legal capacity to execute the document.

3. The grantor has executed the foregoing document in his capacity of Secretary & Registrar  
of the juridical person THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND

4. The mentioned juridical person with place of business in St. Lucia, Queensland 4067, Australia is duly organized, has actual legal existence and that the purposes for which the power of attorney is granted are within the scope of its corporate purposes.

5. The grantor has in fact the referred quality and that his/her representation is legal and that he/she is empowered to grant this power of attorney.

6. I have based the above certifications 3, 4 and 5, on the authentic documents which for such purpose were exhibited to me.

Notary Public

NOTA: Then the Colombian Consul must legalize Public.

**NOTARIAL CERTIFICATE (When the applicant is INDIVIDUALS)**

On this \_\_\_\_\_ day of \_\_\_\_\_  
the undersigned Notary CERTIFIES that:

1. \_\_\_\_\_  
(name of the person who signs the Power of Attorney)

of legal age and domiciled at \_\_\_\_\_  
document, the grantor is to him personally known and that he/she has legal capacity to execute the document.

**ALAN McDUGALL LETHBRIDGE LL.B**  
**NOTARY PUBLIC**  
**FOR THE STATE OF QUEENSLAND AUSTRALIA**

NOTA: Then the Colombian Consul must legalize the Notary Public.

For all other countries the Consul of Colombia must issue a certification stating 1) that the person or persons who grant the power of attorney are empowered to do it. The Consul will certify also the circumstances were exhibited to me.

LEGALIZATION BY THE COLOMBIAN CONSUL OR BY APOSTILLE

# APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country: Australia

This public document

2. has been signed by A. LETHBRIDGE

3. acting in the capacity of NOTARY PUBLIC

4. bears the seal/stamp of ALAN MEDONCAILL  
LETHBRIDGE NOTARY PUBLIC

Certified

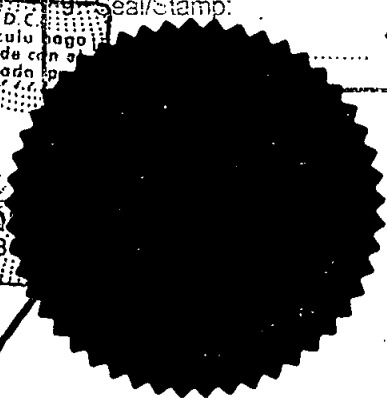
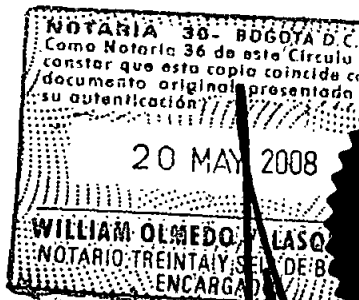
5. at MELBOURNE 6. 17/03/2006

7. by PAMELA LAIDLAW

8. No. M41704

9. Seal/Stamp:

10. Signature



P. 698

TRADUCCIÓN OFICIAL No. 06/150 de un documento escrito en inglés, el cual para su identificación se sella con el sello del traductor al tiempo con la presente. Esta traducción ha sido preparada por Juan Pablo Piedrahita Aguilera, Traductor e Intérprete Oficial debidamente reconocido de conformidad con el Certificado de Idoneidad Profesional No. 0045 expedido por la Universidad Nacional de Colombia, por el Ministerio de Relaciones Exteriores y autorizado por el Ministerio del Interior y de Justicia, por resolución número 718 de 2003.

(Se traduce un poder otorgado por THE UNIVERSITY OG QUEENSLAND, firmado por Douglas Porter certificado notarial y apostilla No. M 41704 escritos en inglés.)

**Clarke, Modet & Co.**

**COLOMBIA**

(Dirección en español)

**PODER**

Yo (nosotros) Douglas Porter, representante legal de THE UNIVERSITY OG QUEENSLAND, sociedad constituida y existente bajo las leyes de AUSTRALIA y en actual cumplimiento de su objeto social, con domicilio ST. LUCIA, QUEENSLAND 4067, AUSTRALIA, por el presente por el presente confiero (conferimos) poder especial a favor de a DILIA MARÍA RODRÍGUEZ D'ALEMÁN, identificada con cédula de ciudadanía No. 41.654.882 de Bogotá y Tarjeta Profesional 20824 y CLAUDIA LUCIA CARO RAMIREZ, identificada con Tarjeta Profesional 36448 y cédula de ciudadanía No 40.017.374 de Tunja, con domicilio en Bogotá, Colombia, para que actuando en su orden en nombre de la otorgante la representen ante cualquier entidad, autoridad y/o persona, especialmente ante las del orden Administrativo, Contencioso Administrativo, Judicial, Tribunales de Arbitramento y/o cualquier otro en lo referente a la siguiente:

1) Solicitar, tramitar, obtener y/o registrar cualquiera de las modalidades de Propiedad Industrial, tales como Patentes de Invención, Modelos de Utilidad;



TRADUCCION OFICIAL No. 06 / 150  
JUAN PABLO PIEDRAHITA AGUILERA  
TRADUCTOR E INTERPRETE OFICIAL  
RES. 718 DE MAYO 2003  
DEL MIN. INTERIOR Y DE JUSTICIA

Diseños Industriales, variedades vegetales, Marcas, Lemas, Nombres y Enseñas Comerciales y Denominaciones de Origen; así como sus renovaciones, prórrogas, traspasos, cambios de nombre y/o domicilio, contratos y licencias.

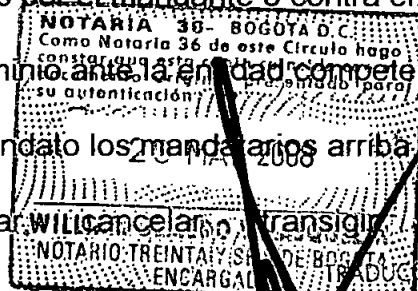
2) Solicitar, tramitar, obtener, y/o registrar derechos de autor, en cualquiera de sus presentaciones así como la protección de secretos industriales y know-how.

3) Solicitar, tramitar, obtener y/o registrar registros sanitarios, permisos y/o licencias de funcionamiento; así como sus renovaciones o prórrogas, cesiones, traspasos, cambios de nombre y/o domicilio, contratos y licencias.

4) Ejercer acciones de oposición, observación, reclamos, reivindicaciones, reconsideración, reposición, apelación, cancelación administrativa o judicial, nulidad, protección al consumidor, concesión de licencias, protección de secretos industriales y demás acciones y recursos relacionados con derechos derivados de los asuntos arriba indicados y en contra de la competencia desleal, acciones derivadas de la obtención o explotación de licencias, acciones de indemnización de perjuicios. También podrán intervenir en juicios civiles, comerciales, penales, contencioso-administrativos, tutelas y de policía; acciones o juicios promovidos por el mandante o contra él.

5) Registrar nombres de dominio ante la entidad competente.

6) En el ejercicio de este mandato los mandatarios arriba mencionados quedan facultados para: conciliar, ~~WIL~~cancelar, transigir, aceptar cláusulas



TRADUCCION OFICIAL No. 06/150  
JUAN PABLO RUIZ ARIAS ABOGADO  
TRADUCTOR E INTERPRETE OFICIAL  
RES. 713 DE MAYO 2003  
DEL MIN. INTERIOR Y DE JUSTICIA

compromisorias, desistir, recibir y tomar posesión de la cosa objeto de litigio y renunciar o desistir derechos concedidos o en curso de concesión, admitir los hechos del proceso.

7) Ratificar o no la agencia oficiosa.

8) Así mismo facultamos a los mencionados apoderados para recibir notificaciones y designar apoderados judiciales o extrajudiciales, sustituir el presente poder y revocar las sustituciones que hicieren.

Dado y firmado en Brisbane, Australia, hoy día 8 de Marzo, 2006.

Por: (Firmado) Douglas Porter

Cargo: Secretario y Registrador de The University of Queensland

**CERTIFICADO NOTARIAL (Cuando el solicitante es una SOCIEDAD)**

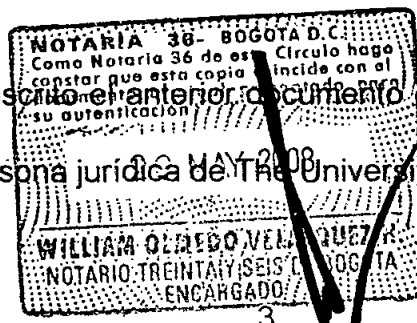
(Poderes otorgados en El Salvador, México, Estados Unidos de América y Venezuela)

Expedido hoy día 8 de Marzo, 2006, el suscrito Notario CERTIFICA que:

1). Douglas Porter, (nombre de quien firma el poder), mayor de edad y domiciliado en ST. LUCIA, QUEENSLAND 4067, AUSTRALIA, suscribió el anterior documento.

2) El otorgante le es conocido personalmente y tiene capacidad para firmar el documento.

3) El otorgante ha suscrito el anterior documento en su calidad de Secretario y Registrador de la persona jurídica de The University of Queensland.



TRADUCCION OFICIAL No. 06 / 150  
JUAN PABLO PIEDRAHITA AGUILERA  
TRADUCTOR E INTERPRETE OFICIAL  
RES. 718 DE MAYO 2003  
DEL MIN. INTERIOR Y DE JUSTICIA

4) La mencionada persona jurídica con domicilio comercial en ST. LUCIA, QUEENSLAND 4067, AUSTRALIA, está debidamente constituida, tiene actualmente existencia legal y el fin para el cual se otorga este poder se encuentra dentro de su objeto social.

5) El otorgante tiene en efecto la capacidad referida y su representación es legal y está autorizado para otorgar este poder.

6) Fundamento las certificaciones 3), 4) y 5) en los documentos auténticos que para tal fin me fueron exhibidos.

(Firmado) ALAN MCDOUGALL LETHBRIDGE LL B, Notario Público

(Sello Notarial Redondo Rojo de Oblea)

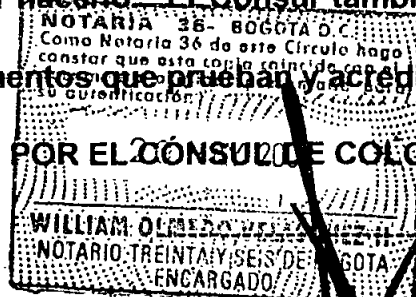
(Sello Notarial a tinta: ALAN MCDOUGALL LETHBRIDGE LL B, Notario Público, para el Estado de Queensland, Australia)

(ISLES LETHBRIDGE ABOGADOS, [texto ilegible])

Nota: El Consulado de Colombia debe autenticar la firma del Notario Público.

**Para todos los demás países el Señor Cónsul de Colombia o ante quien se otorgue, debe expedir una certificación dejando constancia de: 1) la existencia legal de la sociedad, 2) que cumple actualmente con su objeto social, y 3) que la persona o personas que otorgan este poder están facultadas para hacerlo. El Cónsul también certificará que los tuvo a la vista los documentos que prueban y acreditan tales circunstancias.**

**LEGALIZACIÓN POR EL CONSULADO DE COLOMBIA A O POR APOSTILLA**



TRADUCCION OFICIAL No. 06 / 150  
JUAN PABLO PIEDRAHITA AGUILERA  
TRADUCTOR E INTERPRETE OFICIAL  
RES. 118 DE MAYO 2003  
DEL MIN. INTERIOR Y DE JUSTICIA

## APOSTILLA

(Convención de la Haya de Octubre 5 de 1961)

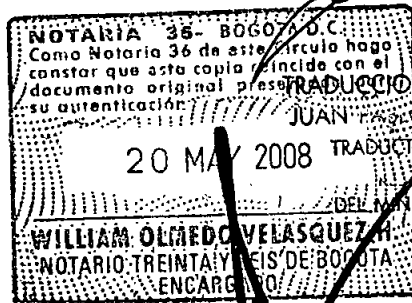
1. País: Australia  
Este documento público
2. Ha sido firmado por ALAN LETHBRIDGE
3. Obrando en calidad de Notario Público
4. Lleva el sello/estampilla de ALAN MCDOUGALL LETHBRIDGE, Notario Público

## CERTIFICADO

5. En Melbourne. 17/03/2006
7. Por el *Pamela Waldaw*
8. No. M41704
9. Sello/Estampilla (Sello Redondo a Tinta del Departamento de Relaciones Exteriores y Comercio, Melbourne) (Sello Redondo Rojo de Oblea)
10. Firma (Firmado) Ilegible

ES TRADUCCIÓN FIEL Y COMPLETA de la cual se deja copia en los archivos de esta oficina para su confrontación y a la cual me remito.

Bogotá, Marzo 28, 2006.



TRANSLATION OFFICIAL No. 06/150  
JUAN PABLO PIEDRAHITA AGUILERA  
TRADUCTOR E INTERPRETE OFICIAL  
18 DE MAYO 2003  
DEL MINISTERIO INTERIOR Y DE JUSTICIA

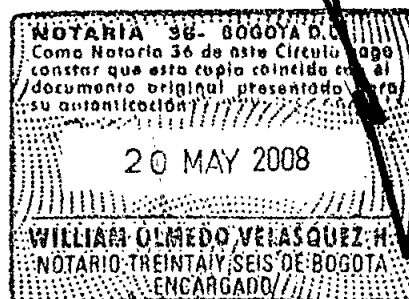
NO SE ASUME  
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO

2006 MAR 29 P 2:09

JCS  
JEFE DE LEGALIZACIONES  
SANTAFE DE BOGOTA D.C.

MINISTERIO DE RELACIONES  
EXTERIORES

753456117  
Juan Pineda  
CUYA FIRMA APARECE EN EL  
DOCUMENTO DESEMPENA  
LAS FUNCIONES INDICADAS





No. 08-053594- -00000-0000

Fecha 2008-05-27 16.13.34 Dep 2020 NUECREACION  
 Tra. 11 PATENTE IYII Eve 378 FASE NACIONAL I  
 Act. 411 PRESENTACION Folios. 79

## **Industria y Comercio**

### **SUPERINTENDENCIA**

### **REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE PCT**

PATENTE DE INVENCION

☒MODELO DE UTILIDAD ☐

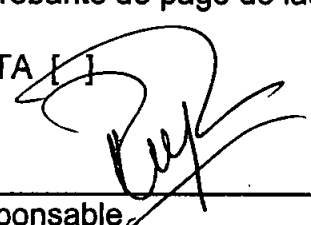
- ◆ Indicación de que se solicita la concesión de una patente ☒
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☒
- ◆ Descripción de la invención ☒
- ◆ Dibujos de ser estos pertinentes ☐
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☒

COMPLETA ☒INCOMPLETA ☐DISEÑO INDUSTRIAL ☐

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial ☐
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☐
- ◆ Representación gráfica y fotográfica del Diseño Industrial o muestra del material que incorpora el diseño ☐
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☐

COMPLETA ☐INCOMPLETA ☐ESQUEMA DE TRAZADO ☐

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de un Esquema de Trazado ☐
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☐
- ◆ Representación gráfica del esquema trazado ☐
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas ☐

COMPLETA ☐INCOMPLETA ☐Firma Responsable 

Fecha \_\_\_\_\_

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5, 7 y 10

Conmutador: 3 82 08 40

Fax: 350 52 20

E-mail: [Info@sic.gov.co](mailto:Info@sic.gov.co)[www.sic.gov.co](http://www.sic.gov.co)

Bogotá, D.C., Colombia

REPUBLICA DE COLOMBIA  
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Bogotá,  
2008

A doctor(a)  
DRIGUEZ D<sup>a</sup> ALEMAN DILIA MARIA  
A doctorado(a) y/o Representante de  
THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND

|            |                            |                   |
|------------|----------------------------|-------------------|
| REFERENCIA | Radicación No.             | 08 53594          |
|            | Solicitud internacional    | PCT/AU2006/001561 |
|            | Fecha inicio fase nacional | 04/06/2008        |
|            | Trámite                    | 11                |
|            | Evento                     | 378               |
|            | Actuación                  | 430               |
|            | Oficio No.                 | 8325              |

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante. (Art. 26-k) Decisión 486.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal c), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única No.10 de 2001.

LIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL  
Jefe de la división de Nuevas Creaciones

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha 27 JUN. 2008  
Fernand