



(12) Translation of
European patent specification

(11) NO/EP 2862516 B1

NORWAY

(19) NO
(51) Int Cl.
A61B 6/03 (2006.01)
A61B 6/00 (2006.01)
G06T 11/00 (2006.01)

Norwegian Industrial Property Office

(21)	Translation Published	2018.10.29
(80)	Date of The European Patent Office Publication of the Granted Patent	2018.08.01
(86)	European Application Nr.	14172167.0
(86)	European Filing Date	2014.06.12
(87)	The European Application's Publication Date	2015.04.22
(30)	Priority	2013.06.14, CN, 201310234787
(84)	Designated Contracting States:	AL ; AT ; BE ; BG ; CH ; CY ; CZ ; DE ; DK ; EE ; ES ; FI ; FR ; GB ; GR ; HR ; HU ; IE ; IS ; IT ; LI ; LT ; LU ; LV ; MC ; MK ; MT ; NL ; NO ; PL ; PT ; RO ; RS ; SE ; SI ; SK ; SM ; TR
(73)	Proprietor	Nuctech Company Limited, 2nd Floor, Block A, TongFang Building, Shuangqinglu, Haidian District Beijing 100084, Kina
(72)	Inventor	Shen, Le, Nuctech Company Limited 2nd Floor, Block A, TongFang Building, Shuangqinglu, Haidian District, 100084 Beijing, Kina Xing, Yuxiang, Nuctech Company Limited 2nd Floor, Block A, TongFang Building, Shuangqinglu, Haidian District, 100084 Beijing, Kina Zhang, Li, Nuctech Company Limited 2nd Floor, Block A, TongFang Building, Shuangqinglu, Haidian District, 100084 Beijing, Kina Chen, Zhiqiang, Nuctech Company Limited 2nd Floor, Block A, TongFang Building, Shuangqinglu, Haidian District, 100084 Beijing, Kina
(74)	Agent or Attorney	BRYN AARFLOT AS, Stortingsgata 8, 0161 OSLO, Norge

(54) Title **CT imaging methods and systems**

(56) References Cited: CHEN GUANG-HONG ET AL: "Temporal resolution improvement using PICCS in MDCT cardiac imaging", MEDICAL PHYSICS, AIP, MELVILLE, NY, US, vol. 36, no. 6, 8 May 2009 (2009-05-08), pages 2130-2135, XP012130049, ISSN: 0094-2405, DOI: 10.1118/1.3130018, US-A1- 2011 150 183, TIMOTHY P SZCZYKUTOWICZ ET AL: "Dual energy CT using slow kVp switching acquisition and prior image constrained compressed sensing; Dual energy CT using slow kVp switching acquisition and PICCS", PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY, INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, BRISTOL GB, vol. 55, no. 21, 12 October 2010 (2010-10-12), pages 6411-6429, XP020199465, ISSN: 0031-9155, DOI: 10.1088/0031-9155/55/21/005, HENGYONG YU ET AL: "Compressed sensing based interior tomography", PHYSICS IN MEDICINE AND

Enclosed is a translation of the patent claims in Norwegian. Please note that as per the Norwegian Patents Acts, section 66i the patent will receive protection in Norway only as far as there is agreement between the translation and the language of the application/patent granted at the EPO. In matters concerning the validity of the patent, language of the application/patent granted at the EPO will be used as the basis for the decision. The patent documents published by the EPO are available through Espacenet (<http://worldwide.espacenet.com>) or via the search engine on our website here: <https://search.patentstyret.no/>

Patentkrav

1. CT-avbildningsfremgangsmåte, omfattende:

5 å CT-skannet (S141) et objekt med et dual-energi CT-system for å oppnå et første komplett sett med projeksjonsdata ved et første energinivå, og å oppnå et andre ufullstendig sett med projeksjonsdata ved et andre energinivå som er forskjellig fra det første energinivået;

10 å rekonstruere (S142) et første bilde av objektet fra det første settet med projeksjonsdata, og å ekstrahere, fra det første bildet, tidligere strukturinformasjon for objektet, som indikerer kantintensitet, der den ekstraherte tidligere strukturinformasjonen beskriver grenser; og

15 å rekonstruere (S143) et andre bilde av objektet fra det andre ufullstendige settet med projeksjonsdata ved å bruke den ekstraherte tidligere strukturinformasjonen som en begrensning.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvori

dual-energi CT-systemet omfatter flere rader av lavenergidetektorer, og

høyenergidetektorer anordnet bak en del av radene av lavenergidetektorer;

20 der det å oppnå et første komplett sett med projeksjonsdata i en første skannemodus omfatter å utføre en 360-graders sirkulær eller helisk CT-skanning på objektet med stråler ved et første energinivå for å oppnå det første komplette settet med projeksjonsdata;

25 der det å oppnå et andre ufullstendig sett med projeksjonsdata i en andre skannemodus omfatter å utføre en CT-skanning med begrenset vinkel på objektet med stråler ved et andre energinivå som er forskjellig fra det første energinivået, for å oppnå det andre ufullstendige settet med projeksjonsdata.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvori

dual-energi CT-systemet omfatter flere lavenergidetektorer, og flere

30 høyenergidetektorer anordnet bak lavenergidetektorene;

der det å oppnå et første komplett sett med projeksjonsdata i en første skannemodus omfatter å utføre en 360-graders sirkulær eller helisk CT-skanning på objektet med stråler ved et første energinivå for å oppnå det første komplette settet med projeksjonsdata;

35 der det å oppnå et andre ufullstendig sett med projeksjonsdata i en andre skannemodus omfatter å utføre en CT-skanning med spiss vinkel på objektet med stråler ved et andre energinivå som er forskjellig fra det første energinivået,

for å oppnå det andre ufullstendige settet med projeksjonsdata.

4. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvori

dual-energi CT-systemet omfatter minst én rad av lavenergidetektorer, og et antall
 5 høyenergidetektorer som er jevnt anordnet bak en del av lavenergidetektorene;
 der det å oppnå et første komplett sett med projeksjonsdata i en første skannemodus
 omfatter å utføre en 360-graders sirkulær eller helisk CT-skanning på objektet
 med stråler ved et første energinivå for å oppnå det første komplette sett med
 projeksjonsdata;

10 der det å oppnå et andre ufullstendig sett med projeksjonsdata i en andre
 skannemodus omfatter å utføre en detektor-undersampling-CT-skanning på
 objektet med stråler ved et andre energinivå som er forskjellig fra det første
 energinivået, for å oppnå det andre ufullstendige settet med projeksjonsdata.

15 5. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvori

dual-energi CT-systemet omfatter minst én rad av lavenergidetektorer, og en rekke
 høyenergidetektorer som er konsentrert og anordnet bak en del av
 lavenergidetektorene;

der det å oppnå et første komplett sett med projeksjonsdata i en første skannemodus
 20 omfatter å utføre en 360-graders sirkulær eller helisk CT-skanning på objektet
 med stråler ved et første energinivå for å oppnå det første komplette sett med
 projeksjonsdata;

der det å oppnå et andre ufullstendig sett med projeksjonsdata i en andre
 skannemodus omfatter å utføre en indre-rekonstruksjons-CT-skanning på
 25 objektet med stråler ved et andre energinivå som er forskjellig fra det første
 energinivået, for å oppnå det andre ufullstendige settet med projeksjonsdata.

6. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvori det å ekstrahere tidligere strukturinformasjon

for objektet fra det første bildet omfatter å utføre kantsekstraksjon på det første
 30 dempningskoeffisientbildet for å oppnå den tidligere strukturinformasjonen.

7. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvori det å rekonstruere et andre bilde av objektet

fra det andre ufullstendige settet av projeksjonsdata omfatter:

å beregne det andre bildet \mathbf{f} ifølge en ligning

$$\min \|\mathbf{G}\nabla\mathbf{f}\|_1 + \lambda \|\nabla\mathbf{f}\|_1 = \min \|\mathbf{(G + \lambda I)}\nabla\mathbf{f}\|_1$$

$$s.t. \quad \|\mathbf{H}\mathbf{f} - \mathbf{p}\|_w \leq \varepsilon$$

35

hvori ε er en mengde relatert til et generelt støynivå i det andre settet av
 projeksjonsdata, og λ brukes til å balansere en tidligere
 strukturinformasjonsbegrensning og en Total Variasjons (TV)-begrensning; der
 den tidligere strukturinformasjonsbegrensningen er dominerende når $\lambda \leq 1$, mens
 5 minimering av TV er en dominerende begrensning når $\lambda > 1$; der det andre bildet
 betegnes som $\mathbf{f} = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$, det andre settet av projeksjonsdata oppnådd av
 CT-skanningen betegnes som $\mathbf{p} = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, en
 linjeintegralprojeksjonsprosess betegnes som $\mathbf{H} = \{h_{ij}\}_{m \times n}$, tidligere
 strukturinformasjonen betegnes som $\mathbf{g} = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, \mathbf{W} er en vektet matrise
 10 som reflekterer støy karakteristisk for projeksjonsdata, \mathbf{I} er identitetsmatrise, og
 en vektet matrise genereres fra tidligere strukturinformasjonen som $\mathbf{G} =$
 $diag(\mathbf{G}) = diag\{g_1, g_2, \dots, g_n\}$; der en større g_i representerer en svakere kant,
 mens en mindre g_i representerer en sterkere kant.

15

8. CT-avbildningssystem, omfattende:

- en strålekilde (10) konfigurert for å generere dual-energi røntgenstråler;
- en deteksjons- og innsamlingsanordning (20, 30) konfigurert for å motta dual-energi
 røntgenstråler som penetrerer et objekt;
- 20 en kontrollanordning konfigurert for å kontrollere strålekilden (10) og deteksjons- og
 innsamlingsanordningen (20, 30) til å CT-skanne objektet for å oppnå et første
 komplett sett med projeksjonsdata ved et første energinivå og for å oppnå et
 andre ufullstendig sett av projeksjonsdata ved et andre energinivå som er
 forskjellig fra det første energinivået; og
- 25 en rekonstruksjonsanordning konfigurert for å rekonstruere et første bilde av objektet
 fra det første settet med projeksjonsdata, å trekke ut, fra det første
 dempningskoeffisientbildet, tidligere strukturinformasjon om objektet, som
 indikerer kantintensitet, og å rekonstruere et andre bilde av objektet fra det
 andre ufullstendige settet med projeksjonsdata ved bruk av den ekstraherte
 30 tidligere strukturinformasjonen som en begrensning, hvor den ekstraherte
 tidligere strukturinformasjonen beskriver grenser.