

PŘÍHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 4296

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **12.05.1999**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **16.05.1998**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/9810471**

(33) Země priority: **GB**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **16.01.2002**
(Věstník č. 1/2002)

(86) PCT číslo: **PCT/EP99/03273**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO99/59462**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. C1. ⁷:

A 61 B 5/00

A 61 C 3/00

A 61 C 17/20

A 46 B 15/00

(71) Přihlašovatel:

HELMUT HUND GMBH, Wetzlar-Nauborn, DE;

(72) Původce:

Müller Werner, Wetzlar-Nauborn, DE;

Schöpplein Michael, Wetzlar-Nauborn, DE;

(74) Zástupce:

Korejzová Zdeňka JUDr., Spálená 29, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Zařízení pro detekci biologických usazenin

(57) Anotace:

Zařízení je pro detekci biologických usazenin na povrchu zubu. Zařízení má ozařovací prostředek pro vedení budícího záření na testovaný zubní povrch a detekční prostředek pro detekci emitovaného fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu na vlnové délce sdružené s vlnovou délkou autofluorescenčního vyzařování z čistého zubního povrchu. Intenzita uvedeného fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu je porovnávána s intenzitou autofluorescenčního vyzařování z čistého zubního povrchu a toto porovnání je uvedeno do spojitosti s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu. Zařízení je výhodně provedeno jako zubní kartáček, který uživateli indukuje přítomnost usazenin a průběh odstraňování.

Zařízení pro detekci biologických usazenin

Oblast techniky

Předkládaný vynález se týká nového zařízení pro detekci biologických usazenin, zejména usazenin plaku, na površích zubů. Zejména se přitom předkládaný vynález týká zařízení pro tento účel, které využívá fluorescenční měření pro detekci takových usazenin. Dále se předkládaný vynález zejména týká zařízení pro tento účel, které může být začleněno do ručně nebo elektricky ovládaného zubního kartáčku.

Dosavadní stav techniky

Termín "biologické usazeniny", používaný v tomto popisu, označuje obecně usazeniny materiálu organického původu, například plak, bakterie, zubní kámen, a podobně, které jsou obecně považovány za nežádoucí pro zubní hygienu. Zubní plak je souhrn organických usazenin, generovaný částečně aktivitou bakterií na zubech nebo znečištěním, například zbytky potravin na zubech, a je nežádoucím původcem kažení zubů a tvorby zubních kazů.

Je žádoucí detekovat takové usazeniny na zubech, před jejich odstraněním, například čištěním zubním kartáčkem, protože detekce indikuje oblasti, do kterých by mělo být soustředěno úsilí při takovém čištění zubů. Takové usazeniny může být velmi obtížné detekovat na místě a na živo na zubech. Přitom je obzvláště důležité detekovat zubní plak. Pro detekci plaku je známo využití fluorescenčního měření. V dosavadním stavu techniky existují dvě obecné metody pro detekci zubního plaku s využitím fluorescence, sekundární fluorescence a auto fluorescence. Při sekundární fluorescenci

jsou zuby, zkoumané na plak, ošetřeny fluorescenčním značkovacím materiálem, který se přednostně pojí se zubním plakem, a po opláchnutí přebytečného nevázaného materiálu ze zubů je v odezvě na ozáření budícím zářením detekováno
5 fluorescenční vyzařování značkovacího materiálu v oblastech zubů, ve se tento materiál vázal s plakem, pro indikaci přítomnosti zubního plaku. WO 92/06671 a WO 97/01298 popisují obvyklé postupy, založené na sekundární fluorescenci, a zařízení, která využívají takové postupy.

10 Auto fluorescenční metody nevyžívají fluorescenční značky, ale namísto toho detekují fluorescenční vyzařování ze samotného zubního plaku v odezvě na ozáření budícím zářením. US 5382163, DE 29704185, DE 29705934, EP 0774235 a také WO
15 97/01298 popisují postupy tohoto typu a zařízení pro provádění těchto postupů. Obvykle je v těchto dokumentech detekováno a spojováno s přítomností zubního plaku auto fluorescenční vyzařování při vlnových délkách záření nad přibližně 600 nm.

20 Jsou rovněž známé optické postupy pro detekci zubních kazů, to jest onemocnění zubů, která mohou být způsobena neodstraněním plaku. Typické postupy tohoto typu jsou popsány, například, v US 4290433, EP 0862897 a WO 97/42869, ale tyto postupy nedetekují samotné usazeniny plaku.

25 Uvedené postupy a zařízení podle dosavadního stavu techniky pro detekci plaku nebyly potvrzeny jako optimální, zejména když je přítomno relativně malé množství plaku - což je stav, při kterém je nejlepší provádět čištění zubů pro odstranění časných usazenin plaku předtím, než se mohou
30 rozrůst. Usazeniny plaku mají různé vlastnosti, které se mění podle jedince, takže je žádoucí navrhnout systém, který může

být "individualizován". Postupy, které vyžadují aplikaci fluorescenčních značkovacích materiálu na zuby jsou přitom evidentně nevhodné.

5 Je tudíž cílem předkládaného vynálezu navrhnout zařízení a způsob pro detekci biologických usazenin na zubech "na živo", které alespoň částečně vyřeší problémy dosavadního stavu techniky.

Podstata vynálezu

10 Podle prvního aspektu předkládaného vynálezu zařízení pro detekci biologických usazenin na povrchu zubu zahrnuje:

ozařovací prostředek pro vedení budícího záření na testovaný zubní povrch,

15 vyzařování z testovaného zubního povrchu při vlnové délce sdružené s vlnovou délkou auto fluorescenčního vyzařování ze zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin,

20 prostředek pro provedení porovnání intenzity uvedeného fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu s intenzitou auto fluorescenčního vyzařování při vlnové délce sdružené s vlnovou délkou auto fluorescenčního vyzařování ze zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin, ze zubního povrchu, který má na sobě méně biologických usazenin, než je přítomno na testovaném zubním povrchu,

25 prostředek pro vytvoření spojitosti takto získaného porovnání s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu, a

indikační prostředek pro indikaci přítomnosti biologických usazenin uživateli zařízení.

Testovaný zubní povrch může být jakýkoliv zubní povrch v ústech uživatele, o kterém se předpokládá nebo na kterém se očekává přítomnost biologické usazeniny, jako je plak, nebo který si uživatel přeje testovat na přítomnost plaku, obvykle se záměrem odstranit takové usazeniny, například s použitím zubního kartáčku.

Pro jednoduchost zubní povrch, který má (o kterém je známo, že má) na sobě méně biologických usazenin, než je přítomno na testovaném zubním povrchu, je označen v následujícím popisu jako "čistý" zubní povrch. Čistý zubní povrch může na sobě mít biologické usazeniny, ale kvantitativně méně, než je přítomno na testovaném zubním povrchu, nebo výhodně je zcela bez nebo v podstatě bez biologických usazenin.

Zařízení podle tohoto aspektu předkládaného vynálezu je založeno na zjištění, že zubní povrch, který je bez biologických usazenin, když je ozářen budícím zářením, vyzařuje silné a snadno detekovatelné auto fluorescenční vyzařování, mající obecně vrchol intenzity při přibližně 450 nm, ale mající značnou intenzitu i při vyšších vlnových délkách, a že toto auto fluorescenční vyzařování je silně utlumeno přítomností dokonce i malých množství biologických usazenin, jako je zubní plak na zubním povrchu, takže intenzita této auto fluorescence je snížena, pokud jsou biologické usazeniny přítomné na zubním povrchu. Bylo rovněž zjištěno, že tato charakteristická auto fluorescence je relativně neovlivněna dalšími znaky zubního povrchu, například barvou nebo přirozenou odrazovostí zubů, ať již v důsledku přirozených změn, věku, pohlaví, usazenin způsobených kouřením, a podobně, takže zařízení a způsob,

který toto zařízení využívá, jsou v podstatě neovlivněny změnami mezi zuby jednotlivých osob využívajících zařízení. Rovněž většinu z komerčně dostupných zubních past lze považovat za takové, že nevyzařují fluorescenci v odezvě na ozáření zářením, které způsobuje fluorescenční vyzařování ze zubních povrchů nebo biologických usazenin na nich, a že se liší svým spektrem od přirozeného zbarvení, takže lze říci, že neinterferují s činností zařízení podle předkládaného vynálezu.

Ačkoliv pro účely fluorescence je výhodná vlnová délka budícího záření pod 420 nm, záření na této krátké vlnové délce může být v některých případech škodlivé pro zubní tkáň. V důsledku toho je tedy z bezpečnostních důvodů budící záření výhodně na vlnové délce 470 ± 40 nm. Vhodné a výhodné ozařovací prostředky jsou diskutovány podrobněji níže.

Zubní povrch bez biologických usazenin emituje fluorescenční vyzařování v oblasti vlnových délek nad 420 nm obvykle, jak je znázorněno na obr. 1, s vrcholem intenzity nad přibližně 450 nm. Detekční prostředky tudíž mohou detekovat fluorescenční vyzařování na těchto vlnových délkách nad 420 nm.

Výhodně, kromě jiné pro odlišení budícího záření od fluorescenčního vyzařování, detekční prostředek detekuje fluorescenční vyzařování na vlnových délkách nad 520 nm. Na těchto vlnových délkách je auto fluorescenční vyzařování z povrchu zubů, které jsou bez nebo v podstatě bez biologických usazenin, ještě silné. Je výhodné měřit fluorescenční vyzařování na vlnové délce nad přibližně 530 nm, například v oblasti 530 až 630 nm.

Prostředek pro provedení porovnání vzájemných
intenzit auto fluorescenčního vyzařování z testovaného
zubního povrchu s auto fluorescenčním vyzařováním z čistého
zubního povrchu může zahrnovat systém pro zpracování
5 elektronického signálu/dat, který zpracovává elektronický
signál odpovídající auto fluorescenčnímu vyzařování. Výhodně
tento systém měří oblast pod grafem intenzity/vlnových délek.
Vhodné systémy pro zpracování signálu/dat, které toto mohou
provádět, jsou v oboru dobře známé.

10 Intenzita auto fluorescence z čistého zubního povrchu
může být stanovena množstvím způsobů.

V jedné konstrukci zařízení podle předkládaného
vynálezu může být intenzita auto fluorescenčního vyzařování
ze zubních povrchů bez biologických usazenin nebo v podstatě
15 bez biologických usazenin ošetřena jako konstanta pro danou
intenzitu budícího záření mezi jednotlivými osobami, jak bylo
zmiňováno výše. Taková intenzita může být stanovena
experimentálně a může být uložena jako referenční standard v
zařízení tak, jak je zkonstruováno a dodáno uživateli,
20 například v jeho elektronice a/nebo softwaru.

V alternativní konstrukci může být zařízení nejprve
aplikováno na zubní povrch uživatele, který je považován za
čistý zubní povrch, například korunku zubu, nebo čelo,
25 například řezáku, který obecně akumuluje žádné nebo relativně
málo biologických usazenin, jako je zubní plak. V mnoha
případech takové "čisté" povrchy mohou být považovány za
zubní povrchy v podstatě bez biologických usazenin. Může být
změřena intenzita auto fluorescenčního vyzařování z čistého
30 povrchu a použita jako základ pro porovnání s intenzitou
vyzařování z testovaného zubního povrchu.

Poté, co zařízení již bylo prvně aplikováno na čistý zubní povrch uživatele, může být zařízení následně aplikováno na testovaný zubní povrch a provede se porovnání mezi auto fluorescencí změřenou na čistém zubním povrchu a testovaném zubním povrchu.

V další alternativní konstrukci mohou být detekční prostředky posunutelné mezi místy na zubech uživatele, například přes povrchy zubů uživatele, například přes množství z nebo přes všechny ze zubů uživatele, takže během tohoto posouvání je budící záření vedeno na množství zubních povrchů na stejných nebo různých zubech. Tyto povrchy se pravděpodobně liší v množství a kvalitě na nich přítomných biologických usazenin, to znamená, že některé povrchy mají na sobě relativně méně biologických usazenin do té míry, že některé takové povrchy jsou "čistými" povrchy vzhledem k testovanému zubnímu povrchu. Například může být detekční prostředek posunutelný mezi oblastmi na kořenech zubů a oblastmi, například, na korunkách zubů, nebo například na předních zubech, které, jak již bylo vysvětleno výše, pravděpodobně budou bez biologických usazenin. Tento postup je označován jako "dynamické" měření, to jest pracující s posouváním zařízení přes zuby uživatele.

Jak je zařízení podle této konstrukce předkládaného vynálezu posouváno přes zubní povrchy v ústech uživatele, zabírá oblasti testovaného zubního povrchu, kde jsou přítomné biologické usazeniny, a rovněž čisté oblasti zubů. V důsledku toho intenzita fluorescenčního vyzařování, detekovaného detekčním zařízením jak se posouvá v ústech uživatele přes zubní povrchy, se bude měnit mezi minimy reprezentujícími testované zubní povrchy, kde jsou biologické usazeniny, a

maximy, kde jsou čisté zubní povrchy. Změna fluorescenčního vyzařování, detekovaného jak se zařízení posouvá v ústech uživatele, tudíž pravděpodobně ukáže řadu vrcholů a/nebo nízkých hodnot (zde souhrnně označované jako "špičky") v čase, a tyto špičky budou znázorňovat změnu mezi oblastmi testovaného zubního povrchu s biologickými usazeninami a čistými zubními povrchy, přičemž relativně nízké špičky nastávají v prvním případě a relativně vysoké špičky nastávají v pozdějším případě. Rozdíl ve výšce mezi relativně nízkými a vysokými špičkami je reprezentativním pro rozdíl v množství biologických usazenin testovaných zubních povrchů. Se zařízením této konstrukce může být možné detekovat přítomnost biologických usazenin na testovaném zubním povrchu jednoho zubu.

Alternativně detekováním špiček fluorescenčního vyzařování po časovou periodu, během které se zařízení posouvá přes několik zubů nebo všechny zuby uživatele, může být detekována přítomnost biologických usazenin na jednom nebo více testovaných zubních površích. To může poskytnout indikaci "pro celá ústa" o přítomnosti usazenin, to jest prokázání přítomnosti usazenin někde v ústech uživatele, ale případně neposkytnutí přesného umístění na specifickém zubu.

Navíc nebo alternativně může být zařízení upraveno, například prostřednictvím vnitřní elektroniky a/nebo softwaru, pro použití analýzy výšky pulzů (známá technika) pro změření rozdílu mezi nejvyššími a nejnižšími špičkami. Když se tento rozdíl mění, to jest snižuje, během procesu čištění zubů, například zubním kartáčkem, je to indikací toho, že usazeniny jsou přítomné a že jsou odstraňovány, přičemž se více a více zubních povrchů stává čistými.

Navíc nebo alternativně může být zařízení upraveno, například opět s použitím analýzy výšky pulzů, pro změření průměru mezi nejvyššími a nejnižšími špičkami. Když se tento průměr nebo střed zvětšuje, jak se více a více zubních
5 povrchů stává čistými, během procesu čištění zubním kartáčkem, je to indikací toho, že usazeniny jsou přítomné a že jsou odstraňovány.

Pravděpodobně se rovněž budou vyskytovat "falešná" minima fluorescenčního vyzařování tam, kde ozařovací
10 prostředek nesměruje budící záření na zubní povrchy, a/nebo tam, kde detekční prostředek není umístěn pro detekci fluorescenčního vyzařování ze zubních povrchů. To může například nastat, když ozařovací prostředek a/nebo detekční prostředek jsou cíleny do nebo v blízkosti mezer v zubech,
15 jiných částí úst, než jsou zuby, nebo zubních výplní, a podobně. Zařízení podle vynálezu může být zkonstruováno pro ignorování takových falešných minim, to jest jakoukoli špičku fluorescenčního vyzařování pod specifikovanou určitou hodnotou, například reagující pouze na špičky intenzity v
20 určitých specifikovaných limitech odpovídajících limitům, ve kterých lze očekávat, že ve skutečnosti nastává fluorescenční vyzařování ze zubních povrchů.

Podle tohoto posledně popsaného provedení zařízení podle předkládaného vynálezu tedy může být zkonstruován
25 detekční prostředek pro:

detekování fluorescenčního vyzařování během časové periody, během které se detekční zařízení posouvá od jedné zubní oblasti k jedné nebo více dalším zubním oblastem;

detekování špiček intenzity vyzařování v čase;
30 měření a porovnání výšek takových špiček.

Přesněji tedy v tomto provedení může být zařízení zkonstruováno pro měření rozdílu mezi výškou nejnižší a nejvyšší z takovýchto špiček a pro vytvoření spojitosti tohoto rozdílu s přítomností biologických usazenin, která je
5 potom indikována uživateli. Může dojít k rozdílu například 5 až 90 %, například 5 až 50 %. Alternativně nebo přídavně k tomuto provedení může být zařízení zkonstruováno pro měření rozdílu mezi výškou nejnižší a nejvyšší z takových špiček, potom pro výpočet průměru a pro vytvoření spojitosti
10 přírůstku tohoto průměru s přítomností biologických usazenin, která je potom indikována uživateli. Obvykle může dojít k přírůstku průměru od 5 do 90 %, například 5 až 50 %.

Detekce takových špiček intenzity fluorescenčního vyzařování a měření a porovnání výšek špiček je snadno
15 dosažitelné systémy moderní detekce a systémy elektronického a datového zpracování.

V další alternativní konstrukci může být zařízení podle předkládaného vynálezu vytvořeno s detekčním
20 prostředkem pro detekci fluorescenčního vyzařování ze dvou oddálených oblastí zubního povrchu a pro porovnání vzájemných intenzit fluorescenčního vyzařování z těchto dvou oddálených povrchů, pro vytvoření spojitosti jakéhokoliv takového rozdílu s přítomností biologických usazenin na zubním povrchu
25 a pro indikaci přítomnosti takových usazenin uživateli.

Pokud je vzdálenost dvou oblastí, které jsou oddáleny, vhodná, bude pravděpodobné, že jedna z oblastí má na sobě biologické usazeniny a druhé bude čistou oblastí. Vhodné maximální oddálení dvou oblastí může být až do výšky
30 ke korunce zubu, to jest vzdálenost od spojení s dásní (to jest s dásňovým okrajem) ke korunce. Obvykle oddálení těchto

dvou oblastí může tudíž být od přibližně 2,0 mm až do výšky zubu, tudíž například 2 až 10 mm.

5 Zařízení podle této konstrukce může mít dva detekční prostředky, umístěné vzájemně vůči sobě tak, že při vložení zařízení do úst jeden z těchto dvou detekčních prostředků bude
10 pravděpodobně umístěn v blízkosti zubu v nebo u dásně a druhý je v nebo u korunky zubu. Například, pokud zařízení podle vynálezu zahrnuje hlavu zubního kartáčku, mohou být dva detekční prostředky umístěny přes šířku (to jest ve směru kolmém ke směru hlava-rukojet) hlavy zubního kartáčku, takže, když je hlava použita pro čištění zubů, budou tyto dva detekční prostředky pravděpodobně umístěny způsobem popsaným výše.

15 Zařízení podle tohoto provedení může mít alespoň dva detekční prostředky, u nichž alespoň dva jsou oddáleny ve shora zmiňovaných vzdálenostech. Výhodně může být detekce fluorescenčního vyzařování ze dvou oddálených oblastí prováděna současně. Jakýkoliv rozdíl mezi intenzitou fluorescenčního vyzařování, detekovaného ve dvou oddálených
20 oblastech, může být uveden do spojitosti s přítomností biologických usazenin. Samozřejmě, že může nastat situace, že při použití jedna z oddálených oblastí, například jeden ze dvou nebo více detekčních prostředků, není v poloze pro detekování fluorescenčního vyzařování ze zubního povrchu, například pokud je v blízkosti mezery v zubech, ústní tkáň, výplně, a podobně. V takovém případě rozdíl v intenzitě fluorescenčního vyzařování, detekovaného v oddálených
25 oblastech, pravděpodobně překročí maximální rozdíl, který lze očekávat, že nastane mezi testovaným zubním povrchem s biologickými usazeninami a čistým povrchem, a zařízení může
30

být potom zkonstruováno pro ignorování všech takových rozdílů, které jsou větší než specifikovaná určitá hodnota, například reagující pouze na rozdíly mezi určitými specifikovanými limity.

5 V praxi může být zjištěno, že dokonce i když je celý zubní povrch "čistý", mohou zde být rozdíly ve fluorescenčním vyzařování z různých oblastí zubů. Zejména může být zjištěn gradient intenzity fluorescence podél vertikální osy zubu, přičemž větší intenzita je sledována u dásně v oblasti kořene 10 zubu než v řezací nebo korunkové části zubu. Tento gradient může být ovlivněn přítomností biologických usazenin, jako je plak, přičemž lze očekávat, že více usazenin se akumuluje v blízkosti kořene zubu. Jakýkoliv gradient tudíž může být 15 strmější na zubu tam, kde jsou biologické usazeniny, než v situaci čistého zubu. Následně tedy může být zařízení podle předkládaného vynálezu zkonstruováno pro zjištění přítomnosti a/nebo změření takového gradientu, jak se zařízení posouvá od jedné části zubního povrchu k další. Například může být 20 zařízení zkonstruováno pro detekci a/nebo měření změn v takovém gradientu, například zmenšení strmosti tohoto gradientu, během procesu čištění zubů, protože jak jsou biologické usazeniny odstraňovány od, například, oblasti kořene zubu, gradient intenzity fluorescenčního vyzařování mezi oblastí kořene a korunky se pravděpodobně sníží. 25 Zařízení může být zkonstruováno tak, aby toto využilo pro indikaci přítomnosti biologických usazenin na testovaném zubním povrchu.

30 Zařízení podle tohoto posledně popisovaného provedení je obzvláště vhodné pro detekci biologických usazenin na jednom zubu a může být rovněž vhodné pro detekci zubních

usazenin někde mezi množstvím zubů nebo mezi všemi zuby uživatele, přičemž například poskytuje uživateli indikaci "pro celá ústa" o přítomnosti biologických usazenin někde v celých ústech uživatele.

5 Nastavení a kalibrace zařízení podle předkládaného vynálezu, například nastavení limitů intenzity fluorescenčního vyzařování, která má být detekována a měřena a uváděna do spojitosti s přítomností biologických usazenin na testovaných zubních površích, nastavení limitů intenzity, 10 mezi kterými zařízení reaguje, a podobně, je věcí konstrukce jakéhokoliv specifického provedení zařízení podle vynálezu. S použitím moderní elektroniky a vnitřního softwaru to může být snadno realizováno zcela v rozsahu znalostí osob se 15 zkušenostmi v oboru. Například může být zařízení podle předkládaného vynálezu nastaveno tak, aby reagovalo na rozdíl o specifické procentní hodnotě mezi intenzitou fluorescenčního vyzařování z čistých zubních povrchů a 20 testovaných zubních povrchů, na kterých jsou přítomné biologické usazeniny. Například může být zařízení nastaveno tak, aby reagovalo na rozdíl v rozsahu 1 až 90 %, například v 25 rozsahu 1 až 5 %, nebo 1 až 10 %, nebo 1 až 20 %, nebo 30 % nebo více mezi intenzitou fluorescenčního vyzařování z čistých zubních povrchů a testovaných zubních povrchů, na kterých jsou přítomné biologické usazeniny.

25 Prostředek pro vytvoření spojitosti takto získaného porovnání s přítomností biologických usazenin, jako je zubní plak, na testovaném zubním povrchu může rovněž zahrnovat systém pro zpracování signálů/dat, naprogramovaný pro 30 vytvoření spojitosti rozdílu v intenzitě auto fluorescenčního vyzařování, vytvářeného z testovaného zubního povrchu, a

intenzity, spojené s auto fluorescenčním vyzařováním zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin, s přítomností biologických usazenin, jako je plak. Tento systém pro zpracování signálů/dat může zahrnovat uživatelsky

5 specifikovaný integrovaný obvod ("ASIC") zabudovaný do zařízení. Například může tento systém pro zpracování dat vytvářet spojitost jakéhokoliv takového rozdílu s přítomností usazenin, jako je plak. Alternativně může být systém pro zpracování dat naprogramován pro vytváření spojitosti pouze
10 rozdílů větších, než je předem stanovená velikost, s přítomností usazenin, jako je plak, například v limitech zmiňovaných výše.

Další aspekt předkládaného vynálezu je založen na skutečnosti, že zubní plak na zubním povrchu má svojí vlastní
15 auto fluorescenci, například jak je diskutováno ve výše uvedených dokumentech dosavadního stavu techniky, například v US 5382163, DE 29704185, DE 29705934, EP 0774235 a rovněž WO 97/01298, které popisují vlnové délky, na kterých je taková auto fluorescence emitována, a to například nad přibližně 600
20 nm.

Bylo zjištěno auto fluorescenční vyzařování, když biologické usazeniny na zubních površích, kterými je pravděpodobně zubní plak, ozařovány zářením na vlnových
25 délkách pod přibližně 500 nm, výhodně < 450 nm, přičemž maxima vyzařování se pohybují mezi přibližně 530 nm a přibližně 630 nm, a jsou přítomna zejména dvě vyzařovací maxima, jedno přibližně na 540 až 550 nm a druhé přibližně na 610 až 620 nm. Zjištění těchto dvou maxim je v této souvislosti považováno za nové.
30

Když je pouze malé množství biologických usazenin přítomno na zubech, pak auto fluorescence, sdružená se zubními povrchy bez nebo v podstatě bez biologických usazenin, může být tak intenzivní, že auto fluorescence ze samotných usazenin nebo jejich složek, jako je zubní plak, není zjištěna, to znamená, že je přehlušena auto fluorescencí sdruženou se samotným materiálem zubního povrchu. Jak se ale množství biologických usazenin, jako je plak, na zubu zvětšuje a/nebo se zvětšuje stárí usazenin, zvětšuje se obecně také auto fluorescence, emitovaná samotnými usazeninami nebo jejich složkami, jako je zubní plak, dokud tato auto fluorescence nemá takovou intenzitu, že může být detekována namísto auto fluorescence sdružené se zubními povrchy bez nebo v podstatě bez biologických usazenin. Když jsou usazeniny velmi silné nebo velmi staré, auto fluorescenční vyzařování ze samotných usazenin nebo jejich složek dominuje a může tak být snadno změřeno namísto auto fluorescence, sdružené se samotným materiálem zubního povrchu.

V důsledku toho tudíž existuje kontinuita zařízení a způsobu podle vynálezu v tom, že pokud jsou přítomná pouze malá množství usazenin nebo pouze tenká vrstva biologických usazenin, pak pro detekci těchto biologických usazenin je možné použít zařízení a způsob podle prvního aspektu předkládaného vynálezu, a pokud je přítomno více biologických usazenin, pak může být použito měření auto fluorescenčních vyzařování ze samotných biologických usazenin nebo jejich složek, jako je plak.

Ve výhodném provedení předkládaného vynálezu tedy zařízení podle vynálezu navíc zahrnuje:

detekční prostředek pro detekci auto fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu na vlnové délce, sdružené s auto fluorescenčním vyzařováním z biologických usazenin na zubním povrchu, a

5 prostředek pro vytvoření spojitosti tohoto auto fluorescenčního vyzařování s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu, a

indikační prostředek pro indikaci přítomnosti biologických usazenin pro uživatele zařízení.

10 Výhodně je detekční prostředek schopen detekovat auto fluorescenční vyzařování z testovaného zubního povrchu na vlnové délce sdružené s auto fluorescenčním vyzařováním ze zubního plaku na zubním povrchu.

15 Detekční prostředek může detekovat auto fluorescenční vyzařování z biologických usazenin, které má vlnové délky sdružené s auto fluorescencí ze zubního plaku, jak bylo popsáno v dokumentech dosavadního stavu techniky, diskutovaných výše. Výhodně detekční prostředek detekuje

20 kterékoliv nebo obě z vyzařovacích maxim mezi přibližně 530 nm a přibližně 630 nm, jak bylo uvedeno výše.

Použití tohoto auto fluorescenčního vyzařování, jak bylo uváděno výše, z biologických usazenin, jako jsou usazeniny zubního plaku, na zubních površích je v této

25 souvislosti samo o sobě považováno za nové. Podle dalšího aspektu předkládaného vynálezu je tudíž navrženo zařízení pro detekci biologických usazenin na testovaném povrchu zubu, zejména pro detekci zubního plaku, které zahrnuje:

detekční prostředek pro detekci auto fluorescenčního vyzařování z biologických usazenin na testovaném zubním

30 povrchu mezi přibližně 530 nm a přibližně 630 nm;

prostředek pro vytvoření spojitosti tohoto auto fluorescenčního vyzařování z biologických usazenin s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu, a

5 indikační prostředek pro indikování přítomnosti biologických usazenin uživateli zařízení.

Výhodně se detekce auto fluorescence provádí na jednom nebo na obou ze dvou vyzařovacích maxim zmiňovaných výše, to jest na jednom maximu při přibližně 540 až 550 nm a
10 druhém při přibližně 610 až 620 nm.

Výhodně se auto fluorescenční vyzařování z biologických usazenin vytváří prostřednictvím přímého budícího záření na testovaný zubní povrch. Toto budící záření může být budícím zářením na vlnové délce použité v zařízení
15 podle prvního aspektu tohoto vynálezu.

Výhodně ozařovací prostředek pro shora uvedené aspekty a výhodná provedení předkládaného vynálezu může zahrnovat světelný emitor, jako je světelná emisní dioda
20 (LED) schopná vyzařovat budící záření v modré oblasti viditelného spektra, výhodně včetně záření mezi 430 a 500 nm. Takové LED diody, vyzařující budící záření na 480 ± 50 nm, jsou komerčně běžně dostupné. LED dioda by výhodně měla mít nízký výkon pro minimalizaci spotřeby, přičemž jsou vhodné
25 LED diody pracující s proudem od 5 do 20 mA.

Budící záření z takové LED diody může být vedeno k zubnímu povrchu světlovodem, například jedním nebo více, například svazkem, optickými vlákny. Mohou být použita běžná, komerčně dostupná optická vlákna, přičemž výhodně jsou pro
30 vložení do úst uživatele použity spíše plastové materiály než

skleněné pro minimalizaci jakéhokoliv rizika poškození nebo poškrábání dásně uživatele nebo jiných částí tkání v ústech uživatele. Vhodné materiály pro optická vlákna by neměly emitovat jakoukoliv fluorescenci, když jsou ozářeny budícím zářením. Optická vlákna o průměru přibližně 0,25 až 2,0 mm (to jest 250 μ m až 2,0 mm) byla shledána vhodnými pro tento účel, přičemž byl shledán vhodným svazek těchto vláken o průměru až přibližně 4 mm, v závislosti na ploše zubního povrchu, který má být testován na biologické usazeniny, jako je zubní plak. Může být výhodné začlenit optické filtry do optické cesty mezi světelný emitör a testovaný zubní povrch pro zajištění, že budící záření vlnových délek, které způsobuje fluorescenční vyzařování, je výhodně vedeno k testovanému zubnímu povrchu. Může být rovněž vhodné začlenit zaostřovací optiku, například jednu nebo více čoček, do optické cesty mezi světelným emitorem a testovaným zubním povrchem pro zajištění, že budící záření je zaostřeno a soustředěno na testovaný zubní povrch.

Pokud ozařovací prostředek emituje záření s vlnovou délkou pod přibližně 420 nm, pak je výhodné, z bezpečnostních důvodů, začlenit přerušovací filtr pro zabránění takovému záření, aby dosáhlo tkání uživatele. Vhodné filtry tohoto typu jsou známy. Vhodným typem filtru je dichroický (dvoubarevný) filtr, například dichroická zrcadla, která odrážejí na vlnové délce budícího záření a přenášejí na vlnové délce emitovaného fluorescenčního vyzařování, což je výhodné jako levný a vhodný způsob přerušení takového záření s nízkou vlnovou délkou.

Detekční prostředek může zahrnovat běžný detektor, například polovodičovou fotodiodu. Může být výhodné začlenit

optický filtr do optické cesty mezi detektor a testovaný
zubní povrch pro zajištění, že fluorescenční vyzařování je
výhodně vedeno k detektoru. Může být rovněž výhodné začlenit
zaostřovací optiku, například jednu nebo více čoček, do
5 optické cesty mezi detektor a testovaný zubní povrch pro
zajištění, že fluorescenční vyzařování je zaostřeno a
soustředěno na detektor. Detekční prostředek může rovněž
zahrnovat světlovod, například jedno nebo více optických
vláken, například svazek, jak je popisováno výše, pro vedení
10 fluorescenčního vyzařování od zubního povrchu k detektoru pro
emitované fluorescenční vyzařování.

Ačkoliv mohou být použity samostatné světlovody pro
budící záření a pro fluorescenční vyzařování, alternativně
může být použit jeden světlovod pro obojí přes část délky
15 světlovodů a může být použit rozdělovač/směšovač paprsků
známého typu pro rozdělování budícího záření a emitovaného
vyzařování a pro jejich vedení, jak to bude vhodné. Například
mohou být použita stejná optická vlákna pro vedení jak
budícího záření tak i emitovaného fluorescenčního vyzařování
20 a budící záření a emitované fluorescenční vyzařování mohou
být filtrována s použitím dichroických filtrů.

Je výhodné modulovat a/nebo fázově řídit (zavěsit)
budící záření a detekci fluorescenčního vyzařování, například
na 20 až 500 Hz, například na 100 až 300 Hz, výhodně na
25 přibližně 200 Hz, v synchronizaci tak, že fluorescenční
vyzařování může být snadno odlišeno od nemodulovaného záření
pozadí, například od světelných zdrojů vně úst uživatele.
Výhodně by měla být vyloučena modulace kolem frekvence
30 napájecího elektrického vedení (obecně 50 až 60 Hz) a jejích

násobků, aby se vyloučilo rušení od elektrických světél v prostředí uživatele.

5 V jednom výhodném provedení tohoto předkládaného vynálezu mohou být optická vlákna, zahrnující světlovod ozařovacího prostředku a detekčního prostředku, spojena dohromady do svazku uvnitř vhodného vedení a mohou být ukončena ve společné optické sondě, například průhledném krytu nebo zaostřovací přenosové/sběrné sondě. Taková sonda může obsahovat jednu nebo více čoček, které mohou zaostřovat 10 budící záření od ozařovacího prostředku na testovaný zubní povrch a mohou zaostřovat fluorescenční vyzařování z testovaného zubního povrchu do světlovodu. Optická vlákna mohou být spojována dohromady do svazků náhodně. Alternativně mohou být spojována do svazků tak, že vlákno (vlákna), 15 zahrnující světlovod ozařovacího prostředku, nebo alternativně vlákno (vlákna), zahrnující světlovod detekčního prostředku, mohou tvořit centrální jádro obklopené kruhem nebo mnohoúhelníkem z vláken zahrnujících buď světlovod detekčního prostředku nebo světlovod ozařovacího prostředku. 20 Pokud jsou samostatná optická vlákna použita jako světlovody pro budící záření a emitované fluorescenční vyzařování, pak je výhodně větší počet vláken použit pro světlovod budícího záření než pro emitované fluorescenční vyzařování, vzhledem k nižší intenzitě emitovaného fluorescenčního vyzařování.

25 Prostředek pro indikaci přítomnosti biologických usazenin, jako je zubní plak, uživateli zařízení může zahrnovat elektronický prostředek, který poskytuje vizuální, například světelný, signál nebo zvukový, například tónový, signál uživateli pro indikaci přítomnosti takových 30 biologických usazenin. Například tento prostředek může

vydávat takový signál pouze tehdy, když je přítomné značné množství biologických usazenin, a může přerušit vydávání tohoto signálu, když tyto usazeniny již byly odstraněny, nebo alternativně tento prostředek nemusí vydávat signál, když jsou přítomny biologické usazeniny, ale může vydávat takový signál, když usazeniny naopak přítomny nejsou. Alternativní režimy indikace budou zcela zřejmé osobám v oboru znalým. Konstrukce takového prostředku je zcela zjevná osobám znalým v oboru elektroniky.

Ve výhodném provedení předkládaného vynálezu zahrnuje zařízení zubní kartáček, který má například prostředek pro vedení budícího záření na testovaný zubní povrch a prostředek pro detekci fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu začleněné do hlavy zubního kartáčku, přičemž například má jedno nebo více optických vláken podle výše uvedeného popisu začleněné a ukončené v optické sondě v hlavě zubního kartáčku, takže tato optická sonda může být výhodně blízko testovaných zubních povrchů uživatele, například v blízkosti 1 cm nebo menší, což je přibližně obvyklá délka štětín zubního kartáčku. Takový zubní kartáček může rovněž obsahovat výhodné čistící štětiny ve svojí hlavě a v jednom provedení mohou čistící štětiny samy zahrnovat nebo obsahovat jedno nebo více takových optických vláken, čímž potom zahrnují sondu. Zubním kartáčkem může být zubní kartáček používaný ručně, nebo výhodněji to může být elektrický zubní kartáček, to jest kartáček, u kterého je čistící hlava, obsahující štětiny, poháněna elektrickým motorkem.

Hlava obsahující sondu může být permanentní částí zubního kartáčku nebo alternativně a výhodně může být vyměnitelná. Výhodně ozařovací prostředek, detekční

prostředek a různé prostředky pro zpracování elektronických signálů/dat, a podobně, a vhodný zdroj elektrické energie, například baterie nebo přípojka k elektrické síti, mohou být vytvořeny v rukojeti zubního kartáčku. Pokud takový zubní

5 kartáček má elektricky poháněno čistící hlavu, pak v takové konstrukci všechny z elektrických součástí, například hnací motorek, a podobně, mohou být začleněny do rukojeti zubního kartáčku.

Pokud je zařízení podle předkládaného vynálezu

10 začleněno do zubního kartáčku, pak může být zkonstruováno tak, aby indikovalo počáteční přítomnost biologických usazenin na povrchu zubů uživatele a indikovalo kvantitativní snížení nebo nepřítomnost biologických usazenin poté, co zuby již byly kartáčkem čistěny po vhodné časovou periodu. Takový

15 zubní kartáček může být zkonstruován pro indikaci uživateli, že biologické usazeniny jsou přítomné někde v oblasti zubů uživatele a že je tudíž potřebné pokračující čištění zubů pro odstranění těchto usazenin.

Předkládaný vynález tudíž rovněž navrhuje zubní

20 kartáček, který obsahuje zařízení podle výše uvedeného popisu. Výhodně je takový zubní kartáček zkonstruován vybavený s prostředkem pro indikaci uživateli, že biologické usazeniny, přítomné na zubech na počátku, již byly odstraněny procesem čištění zubů, a/nebo s prostředkem pro indikaci

25 uživateli, že biologické usazeniny jsou stále ještě přítomné, dokonce i po periodě čištění zubů kartáčkem a že je třeba v čištění pokračovat.

Alternativně může zařízení zahrnovat zubařský

30 nástroj, například zubařský nástroj vhodný pro použití

zubařem provádějícím "na živo" kontrolu zubů u svého pacienta.

Při použití mohou být tetované zubní povrchy nejprve očištěny, například předběžným opláchnutím, pro odstranění nečistot a jiných volně držených usazenin a kontaminace, které by mohly zablouknout testovaný zubní povrch, a potom se aplikuje zařízení podle vynálezu na testovaný zubní povrch. Když zařízení indikuje uživateli, že jsou přítomné biologické usazeniny, jako je plak, na testovaném zubním povrchu, může být tento povrch čištěn, například s použitím štětin zubního kartáčku a případně směsí pro čištění zubů, jako je zubní pasta, a zařízení je opětovně aplikováno na testovaný zubní povrch pro zjištění, zda usazeniny jsou ještě přítomné. Pokud jsou usazeniny stále ještě přítomné, je procedura opakována, dokud zařízení neindikuje, že usazeniny již byly odstraněny. Alternativně, a zejména když zařízení zahrnuje zubní kartáček, může být zařízení jednoduše aplikováno na zuby při procesu čištění zubů a toto čištění zubů pokračuje tak dlouho, dokud zařízení neindikuje, že usazeniny již byly v uspokojivém rozsahu odstraněny. Pokud je použito zubní pasty při procesu čištění zubů, je touto zubní pastou výhodně pasta, která neobsahuje složky, které vykazují fluorescenci na vlnových délkách fluorescenčního vyzařování, které je detekováno detekčním prostředkem.

Předkládaný vynález bude v následujícím popisu podrobněji popsán prostřednictvím příkladu ve spojení s odkazy na připojené výkresy.

Přehled obrázků na výkresech

- 5 Obr.1 znázorňuje graf závislosti intenzity na
vlnové délce pro auto fluorescenční
vyzařování z testovaného zubního povrchu bez
biologických usazenin a auto fluorescenčního
vyzařování z testovaného zubního povrchu, na
kterém jsou usazeniny zubního plaku, v
rozsahu vlnových délek záření 420 až 750 nm;
- 10 Obr.2 znázorňuje ve větším detailu graf závislosti
intenzity na vlnové délce pro auto
fluorescenční vyzařování z testovaného
zubního povrchu bez biologických usazenin a
auto fluorescenčního vyzařování z testovaného
zubního povrchu, na kterém jsou biologické
15 usazeniny, při vlnových délkách nad 530 nm;
- 20 Obr.3 znázorňuje graf závislosti intenzity na
vlnové délce pro auto fluorescenční
vyzařování ze zubního plaku;
- 25 Obr.4 znázorňuje průřez světlovodem zahrnujícím
optická vlákna pro ozařovací a detekční
prostředky;
- 30 Obr.5 znázorňuje podélný řez sondou zařízení podle
tohoto vynálezu;
- 30 Obr.6 znázorňuje schematické rozložení optického
systému pro zařízení podle předkládaného
vynálezu;
- 30 Obr.7 znázorňuje schematické rozložení zařízení
podle předkládaného vynálezu při použití;

Obr.8 schematicky znázorňuje zubní kartáček podle předkládaného vynálezu;

Obr.9 znázorňuje režim použití zařízení podle vynálezu;

5

Obr.10 znázorňuje další režim použití zařízení podle vynálezu;

Obr.11 a obr. 12 znázorňují grafy intenzity fluorescenčního vyzařování z řad zubů;

10

Obr.13 znázorňuje graf intenzity fluorescence se vzdáleností podél vertikální osy zubu.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je znázorněna vlnová délka (nm) auto fluorescenčního vyzařování na horizontální ose a intenzita (libovolné jednotky) je znázorněna na vertikální ose. Čistý testovaný zubní povrch, který je bez biologických usazenin, tím, že již byl čištěn známými postupy pro odstranění biologických usazenin, byl ozařován budícím zářením o vlnové délce < 420 nm a byla měřena intenzita výsledné auto fluorescence povrchu bez biologických usazenin s použitím běžného epifluorescenčního detekčního mikroskopu. Graf závislosti intenzity na vlnové délce tohoto vyzařování je znázorněn jako křivka 11 na obr. 1. Je zjištěno silné vyzařovací maximum na přibližně 450 nm. Zubní povrch byl potom pokryt vrstvou čerstvého zubního plaku a byla opět měřena, stejně jako výše, intenzita výsledného auto fluorescenčního vyzařování ze zubního povrchu po ozáření budícím zářením na vlnové délce < 420 nm. Graf závislosti intenzity na vlnové délce tohoto vyzařování je znázorněn jako

křivka 12 na obr. 1. Je patrné, že velikost špičky intenzity vyzařování na vlnové délce přibližně 410 nm je podstatně utlumena.

Na obr. 2 je znázorněna vlnová délka (nm) auto fluorescenčního vyzařování na horizontální ose a intenzita (libovolné jednotky) je znázorněna na vertikální ose. Na obr. 2 je ve větším zvětšení znázorněna oblast grafu z obr. 1, která znázorňuje intenzitu auto fluorescence na vlnových délkách nad 530 nm. Křivka 21 na obr. 2 znázorňuje intenzitu auto fluorescence ze zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin, zatímco křivky 22 a 23 na obr. 2 znázorňují intenzitu auto fluorescence s postupně se zvětšujícím množstvím přítomných biologických usazenin. Je patrné, že při těchto vyšších vlnových délkách, které mohou být vytvářeny s použitím budícího záření s vlnovou délkou pod 530 nm, je útlum intenzity fluorescenčního vyzařování dostatečný tak, že může být snadno detekován.

Obr. 2 rovněž znázorňuje schematicky řez zubem majícím povrch čisté skloviny 24, na kterém jsou postupně se zvětšující vrstvy biologických usazenin 25, jako je zubní plak. Intenzity fluorescenčního vyzařování z oblastí zubu jsou znázorněny jako intenzity I^{21} , I^{22} a I^{23} , které příslušně odpovídají čisté oblasti a oblastem se silnějším plakem.

Na obr. 3 je znázorněna vlnová délka (nm) auto fluorescenčního vyzařování na horizontální ose a intenzita (libovolné jednotky) je znázorněna na vertikální ose. Testovaný zubní povrch, na kterém byla silná vrstva biologických usazenin, kterými byl čerstvý zubní plak, byl ozařován budícím zářením s vlnovou délkou < 420 nm a byla měřena intenzita výsledné auto fluorescence z tohoto povrchu

pokrytého biologickými usazeninami, s použitím běžného epifluorescenčního detekčního mikroskopu. Silná vyzařovací maxima jsou pozorována mezi přibližně 530 nm a přibližně 630 nm, přesněji dvě vyzařovací maxima, jedno na vlnové délce přibližně 540 až 550 nm, což je špička 31 na obr. 3, a druhé na vlnové délce přibližně 610 až 620 nm, což je špička 32 na obr. 3.

Na obr. 4 je v příčném řezu znázorněna část světlovodu 41. Světlovod 41 zahrnuje vedení 42, uvnitř kterého je svazek optických vláken 43, 44, zahrnující světlovod nebo optické vlákno 43 pro budící záření a světlovod nebo optické vlákno 44 pro emitované fluorescenční vyzařování. Tato optická vlákna 43, 44 jsou uspořádána v náhodném svazku, přičemž je zde více vláken 44 pro emitované vyzařování než vláken 43 pro budící záření, vzhledem k nižší intenzitě emitovaného fluorescenčního vyzařování.

Na obr. 5 je v podélném řezu znázorněna sonda obsahující světlovod 41. Části odpovídající znázornění podle obr. 4 jsou označeny stejnými vztahovými značkami. Vlákná 43, 44 končí ve společném povrchu 55 sondy za průhledným krytem 56 sondy držným uvnitř koncového víčka 57 tvořícího sondu. Při použití může být čelo povrchu 55 umístěno do těsné blízkosti testovaného zubního povrchu.

Obr. 6 znázorňuje schematické rozložení optického systému pro zařízení podle předkládaného vynálezu. Budící světlo o vlnové délce $480 \text{ nm} \pm 50 \text{ nm}$ (modré) je vytvářeno LED diodou 61. Řada tří dichroických zrcadel 62, 63, 64 vede světlo o vlnové délce nad 480 nm směrem k zaostřovací čočce 65, která zaostřuje toto světlo do světlovodu 66. Tato dichroická zrcadla brání jakémukoliv podstatnému množství

světla na vlnových délkách pod 480 nm v tom, aby bylo vedeno na zubní povrch, aby se minimalizovalo riziko poškození uživatele od takového světla. Světlovod 66 je svazek optických vláken, podél kterého je světlo vedeno a povrch zubu 67 a podél kterého je emitované fluorescenční vyzařování vráceno zpět. Čočka 65 zaostřuje emitované fluorescenční vyzařování a dichroické zrcadlo 64 přenáší pouze záření s vlnovou délkou nad 530 nm do čočky 68, která zaostřuje toto vyzařování na detektor 69.

Na obr. 7 je znázorněno schematické rozložení zařízení podle předkládaného vynálezu. Toto zařízení zahrnuje ozařovací prostředek, který sám zahrnuje světelný emitor 71 ve formě LED diody a zaostřovací systém pro vedení budícího záření, to jest světla emitovaného tuto LED diodou, podél světlovodu 72 zahrnujícího svazek optických vláken pro vedení budícího záření ze sondy 73, která je sondou jako bylo znázorněno na obr. 4 a obr. 5, na testovaný zubní povrch 74, na kterém jsou biologické usazeniny, jako je zubní plak 75. Fluorescenční vyzařování ze zubního povrchu 74 a/nebo usazenin, jako je zubní plak 75, je sbíráno sondou 73 a je vedeno světlovodem 76, zahrnujícím svazek optických vláken, do detekčního prostředku 77. Tento prostředek detekuje fluorescenční vyzařování z testovaného zubního povrchu 74. Toto vyzařování může být na vlnové délce sdružené s vlnovou délkou auto fluorescenčního vyzařování ze zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin a/nebo auto fluorescenčního vyzařování z biologických usazenin, jako je zubní plak 75.

Elektronický signál z detekčního prostředku 77 je předáván do prostředku 78 pro zpracování signálu/dat. Tento

prostředek 78 může zahrnovat prostředek pro vytváření porovnání intenzity auto fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu s intenzitou auto fluorescenčního vyzařování, sdruženou s auto fluorescenčním vyzařováním ze zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin, a prostředek pro vytvoření spojitosti takto získaného porovnání s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu, a/nebo prostředek pro vytvoření spojitosti auto fluorescenčního vyzařování z biologických usazenin s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu. Prostředek 78 pro zpracování signálu/dat může výhodně zahrnovat mikroprocesorové zařízení a může předem obsahovat standardní referenční data intenzity, například týkající se intenzity fluorescenčního vyzařování ze zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin, a/nebo referenční data intenzity, týkající se auto fluorescenčního vyzařování ze zubního plaku.

Elektronický výstup z prostředku 78 pro zpracování signálu/dat je vyslán do indikačního prostředku 79 pro indikaci přítomnosti biologických usazenin, například dentálního plaku, uživateli zařízení prostřednictvím vhodného signálu, například pro indikaci, že biologické usazeniny nejsou přítomné, nebo alternativně, že biologické usazeniny jsou přítomné, nebo že usazeniny, které byly přítomné, již byly odstraněny.

Ozařovací prostředek 71, prostředek 78 pro zpracování signálu/dat a indikační prostředek 79 jsou všechny napájeny zdrojem 710 elektrické energie. Tento zdroj 710 energie může být modulovaný zdroj energie, například řízený prostředkem 78 pro zpracování signálu/dat. Celé zařízení je řízeno nebo

ovládáno uživatelem prostřednictvím ovladače 711, který může zahrnovat jednoduchý přepínač zapnuto/vypnuto a/nebo přepínač volby pracovního režimu, například pro stanovení povahy signálu, který bude vydán indikačním prostředkem 79, a/nebo režimu činnosti zařízení, to jest zda má detekovat vlnové délky fluorescenčního vyzařování, sdruženého se zubním povrchem v podstatě bez biologických usazenin, nebo fluorescenčního vyzařování z biologických usazenin, nebo obojí.

Při použití je sonda 73 umístěna do těsné blízkosti testovaného zubního povrchu 74. Budící záření emitované emitorem 71 je vedeno přes světlovod 72 na povrch 74 a emitované fluorescenční vyzařování, které může být fluorescenčním vyzařováním na vlnové délce odpovídající vyzařování ze zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin, nebo auto fluorescenčním vyzařováním z biologických usazenin, je sbíráno sondou 73 a vedeno skrz světlovod 76 k detekčnímu prostředku 77. Činnost emitoru 71 a detektoru 77 je modulována v synchronním režimu. Elektronický signál z detektoru 77 je zadán do prostředku 78 pro zpracování signálu/dat a následný výstupní signál v odezvě z tohoto prostředku 78 pro zpracování signálu/dat je zadán do indikačního prostředku 79 pro zajištění vhodného signálu pro uživatele.

V jednom režimu použití je sonda 73 umístěna do těsné blízkosti k referenčnímu zubnímu povrchu 74A, o kterém je známo, že je bez biologických usazenin, jako je povrch předních zubů uživatele, a emitované fluorescenční vyzařování, které může být fluorescenčním vyzařováním na vlnové délce odpovídající vyzařování ze zubního povrchu v

podstatě bez biologických usazenin, nebo auto fluorescenčním vyzařováním z biologických usazenin, jako je zubní plak, je sbíráno sondou 73 a vedeno skrz světlovod 76 k detekčnímu prostředku 77, modulovaným způsobem jak bylo uvedeno výše.

Elektronický signál z detektoru 77 je zadán do prostředku 78 pro zpracování signálu/dat a tento signál může být použit pro generování referenčních dat intenzity pro následné použití zařízení pro detekci zubních biologických usazenin, jako je plak, při testování zubního povrchu 74, to jest pro porovnání v prostředku 78 pro zpracování signálu/dat s testovacími daty fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu 74. V takovém režimu činnosti může indikační prostředek 79 indikovat uživateli, že takováto referenční data již byla vytvořena.

Na obr. 8 je schematicky znázorněn zubní kartáček 81. Tento zubní kartáček 81 zahrnuje rukojet' 82, hlavu 83, která nese chomáče čistících štětín 84, a spojovací zúženou oblast 85 mezi nimi. Hlava 83 je vyměnitelná tím, že je odnímatelná od zúžení 85 ve spojení 86. Paralelně se štětínami 84 vyčnívá z hlavy 83 také sonda 73, která obecně má konstrukci podle znázornění na obr. 5, to jest je měkkým, ohebným svazkem optických vláken přibližně se stejnou délkou, průměrem a texturou jako chomáče štětín 84. Je znázorněna jedna sonda 73, ale hlava 83 může zahrnovat dvě nebo více podobných sond. Sonda 73 je spojena světlovody 72, 76 s rukojetí 82, která obsahuje světelný emitor 71 ve formě LED diody, detekční prostředek 77, prostředek 78 pro zpracování signálu/dat a zdroj 710 elektrické energie, a která má indikační prostředek 79 a ovladač 711 na svém vnějším

povrchu. Spojení 86 je zkonstruováno tak, že mezi sondou 73 a rukojetí 82 je vytvořeno dobré optické propojení.

Při použití je zubní kartáček zapnut prostřednictvím ovladače 711 a je použit pro čištění zubů. Sonda 73 detekuje přítomnost biologických usazenin s použitím procesů popisovaných výše a indikuje přítomnost biologických usazenin uživateli prostřednictvím indikačního prostředku 79. Indikační prostředek 79 může rovněž indikovat uživateli takové věci, jako je skutečnost, že zařízení je zapnuto, že docházejí baterie, že je chybné propojení ve spojení 86, nebo že hlava 83 má být vyměněna, protože například sonda 73 mezi štětinami 84 byla opotřebena. Pokud zubní kartáček 81 indikuje uživateli, že jsou přítomné zubní usazeniny, uživatel může pokračovat s čištěním zubů, dokud usazeniny nebudou odstraněny. Rukojeť 82 může rovněž obsahovat případně motorek 87 a hnací prostředek 88, který pohání hlavu 83 elektrického zubního kartáčku.

Obr. 8 rovněž znázorňuje dvě hlavy 89, 810 zubního kartáčku, mající dvě sondy 73. V hlavě 89 jsou tyto dvě sondy 73 oddáleny od sebe podél podélné osy hlava-rukojeť zubního kartáčku 81, a v hlavě 810 jsou tyto sondy 73 od sebe oddáleny příčně přes šířku zubního kartáčku 81 (to jest ve směru kolmém k podélné ose hlava-rukojeť). Hlavy 89, 810 mohou být vyměnitelné hlavy vhodné pro použití s rukojetí 82 znázorněnou na obr. 8. Použití více dvojic sond 73, jak je znázorněno na obr. 8, může umožnit testování více oblastí zubů současně nebo prostřednictvím vnitřní elektroniky a softwaru zařízení může zajistit mnohem přesnější detekci biologických usazenin. Alternativně mohou být dvě sondy 73,

přítomné v hlavách 89, 810, použity jako dvě sondy podle popisu uvedeného později ve spojení s odkazy na obr. 10.

Na obr. 9 je znázorněn jeden způsob použití zařízení podle předkládaného vynálezu. Obr. 9A znázorňuje schematický pohled na řadu zubů 91, 92, 93, 94, vystupujících z dásně 95 uživatele, a znázorňuje vzdálenost přes tuto řadu zubů 91, 92, 93, 94. Jsou rovněž znázorněny oblasti 91A, 92A, 93A s biologickými usazeninami, a jsou znázorněny také mezery 96, 97, 98 mezi zuby a také to, že zub 94 má amalgamovou výplň (plombu) 99.

Sonda typu sond 41, 73, začleněná do hlavy zubního kartáčku, jak je znázorněno na obr. 8, je posouvána v nepravidelné dráze A-A přes zuby 91, 92, 93, 94, například během čištění zubů. Během této cesty sonda 41, 73 registruje oblasti 91A, 92A a 93A, kde jsou biologické usazeniny, mezery 96, 97, 98 a výplň 99 a rovněž čisté oblasti, ve kterých nejsou biologické usazeniny, to jest čisté oblasti znázorněné na zubech 91, 92, 93, 94.

Obr. 9B znázorňuje graf fluorescenčního vyzařování I z povrchu zubů 91, 92, 93, 94, jak je detekováno sondou 41, 73, když se pohybuje přes zuby 91, 92, 93, 94 na dráze A-A, vzhledem k času, to jest v "dynamickém" měření. Graf fluorescenčního vyzařování vzhledem k času ukazuje vysoké špičky a hodnoty 910 odpovídající čistým oblastem zubů 91, 92, 93, 94, nízké špičky a hodnoty 911 odpovídající oblastem zubů 91, 92, 93, 94 s biologickými usazeninami, a minima 912 odpovídající mezerám 96, 97, 98 a výplni 99.

Nejvyšší z vysokých špiček 910 má intenzitu I^1 fluorescence a nejnižší z nízkých špiček 911 má intenzitu I^2

fluorescence. Je nastaven spodní limit I^0 nad intenzitou minima 912, ale pod úrovní intenzity I^2 , a zařízení je nastaveno pro ignorování jakékoliv intenzity fluorescenčního vyzařování, která je menší než spodní limit I^0 , během použití. Přítomnost biologických usazenin je indikována tím, že $I^1 - I^2$ je větší než nula. Zařízení může být nastaveno pro vytvoření spojitosti hodnot $I^1 - I^2$ větších než určitá úroveň s přítomností biologických usazenin a na základě tohoto pro indikaci uživateli, že jsou přítomné oblasti 91A, 92A a 93A s biologickými usazeninami. Zařízení může být rovněž zkonstruováno pro výpočet průměrné intenzity I^m fluorescenčního vyzařování.

Obr. 9C znázorňuje řadu zubů 91, 92, 93, 94, jejichž povrch jsou čisté, to jest bez biologických usazenin. Sonda typu sond 41, 73 je posouvána přes povrch zubů 91, 92, 93, 94 a je vytvořen odpovídající graf intenzity fluorescence v závislosti na čase, jak je znázorněno na obr. 9D. Jak je patrné z obr. 9D, je rozdíl $I^1 - I^2$ podstatně menší než hodnota rozdílu $I^1 - I^2$ podle obr. 9B, ačkoliv je stále ještě větší než nula. Tato zmenšená hodnota rozdílu $I^1 - I^2$ na obr. 9 může být menší než určitá úroveň nastavená v softwaru a/nebo elektronice zařízení podle vynálezu a může indikovat uživateli, že povrchy zubů 91, 92, 93, 94 jsou příslušně čisté a bez biologických usazenin. Obr. 9D rovněž znázorňuje, že průměrná intenzita I^m fluorescenčního vyzařování se rovněž zvětšuje, jako jsou odstraňovány oblasti 91A, 92A a 93A s biologickými usazeninami.

Pokud je zařízením, použitým pro obr. 9, zubní kartáček, například je znázorněn na obr. 8, pak může být nastaven pro indikaci uživateli, že čištění zubů by mělo

pokračovat, pokud rozdíl $I^1 - I^2$ zůstává nad určitou nastavenou úrovní.

Na obr. 10 jsou znázorněny čtyři reprezentativní zuby 101, 102, 103, 104, z nichž tři zuby 102, 103, 104 mají na sobě oblasti 102A, 103A, 104A s biologickými usazeninami, zub 101 je zcela čistý a zub 104 má navíc amalgamovou výplň (plombu) 105. Mezi zuby jsou mezery 106. Na povrch zubů 101, 102, 103, 104 jsou aplikovány dvě sondy 108, 109, které jsou typu sond 41, 73. Vzdálenost nebo oddálení "d" sond 108, 109 je přibližně 80 % výšky zubu od dásně 110 ke korunce 111. Elektronickou a softwarem zařízení jsou měřeny a porovnávány intenzity fluorescenčního vyzařování, detekované každou ze sond 108, 109.

Na zubu 101 jsou intenzity fluorescenčního vyzařování, detekované dvěma sondami 108, 109, v podstatě stejné nebo se liší pouze o méně, než je určitá úroveň nastavená limity stanovenými softwarem a elektronickou zařízení. Tento malý rozdíl je použit pro indikaci uživateli, že zub 101 je čistý a bez zubních usazenin.

Na zubu 102 sonda 109 detekuje fluorescenční vyzařování z čisté části zubního povrchu a sonda 108 detekuje fluorescenční vyzařování z oblasti 102A zubního povrchu, kde jsou biologické usazeniny. Intenzity fluorescenčního vyzařování, detekované dvěma sondami 108, 109, se liší, přičemž intenzita detekovaná sondou 108 je menší než intenzita detekovaná sondou 109. Tento rozdíl je ale uvnitř limitů nastavených vnitřní elektronikou a softwarem zařízení a je použita pro indikaci uživateli, že na zubu 102 jsou přítomné biologické usazeniny.

Na zubu 103 sonda 108 detekuje fluorescenční vyzařování z oblasti 103A zubu 103, kde jsou biologické usazeniny, a sonda 109 je umístěna v mezeře mezi zuby. Na zubu 104 sonda 108 detekuje fluorescenční vyzařování z čisté oblasti zubu 104 a sonda 109 je v blízkosti amalgamové výplně 105, ze které není žádné fluorescenční vyzařování. U obou zubů 103 a 104 je rozdíl mezi fluorescenčním vyzařování, detekovaným sondami 108 a 109, větší, než jsou limity předem nastavené v elektronice a softwaru zařízení, a je ignorováno zařízením, takže nejsou poskytnuty žádné falešné údaje.

Hlavy 89 a 810 zubního kartáčku, znázorněné na obr. 8, obsahují dvě sondy vhodné pro proces popisovaný ve spojení s obr. 10.

Nyní budou prezentovány experimentální údaje ilustrující předkládaný vynález.

1. Konstrukce zařízení

V experimentech byla ozařovacím zdrojem LED dioda emitující záření s vlnovou délkou $470 \text{ nm} \pm 40 \text{ nm}$, přičemž filtr budícího záření umožnil průchod záření o vlnových délkách 455 až 490 nm na povrchy zubů. Bariérový filtr umožnil průchod vyzařování s vlnovou délkou větší než 520 nm a dichroické zrcadlo filtrovalo světlo nad 510 nm, které bylo detekováno jako fluorescenční vyzařování.

2. Základní údaje

Byl použit vzorek 16 dobrovolníků, kteří byly podrobeni profesionálnímu čištění zubů. byla zaznamenána data fluorescenčního vyzařování ústních aspektů (přesně v

centrálním bodě) všech zubů v prvním a čtvrtém kvadrantu (zuby 11 až 17 čelistní, zuby 41 až 47 mandibulární). Ve většině případů byla zjištěna kvalitní sklovina, ale v několika případech byly přítomny výplně (plomby) a v těchto případech byly zaznamenány fluorescenční signály z těchto výplní.

Bylo zjištěno, že intenzita fluorescence čistých zubů narůstá se zvětšujícím se "číslem zubu", to jest umístěním nebo typem zubu, přičemž výjimkou jsou poslední stoličky (17 a 47). Tato fluorescence z čistých zubních povrchů existovala, ale bylo rovněž zjištěno, že vnitřní individuální rozdíly byly méně zvýrazněny. Bylo také zjištěno, že intenzita fluorescence z materiálů opravujících zuby byla velmi nízká (obecně $\leq 1,0$), jak je indikováno níže:

Materiál	Počet měření	Rozsah
amalgam	2	0,05 - 0,06
zlato	4	0,12 - 0,15
keramika	13	0,01 - 0,14
směs	4	0,08 - 0,12 (jedno s 1,14)
sklovina	195	1,00 - > 3,4

To naznačuje, že by fluorescenční vyzařování z těchto materiálů pro opravy zubů mělo způsobit pouze malý problém.

3. Detekce plaku

4 dobrovolníci rezignovali na veškerou mechanickou a chemickou ústní hygienu v časové periodě 36 hodin, čímž umožnili vytvoření zubního plaku. Po 12 a 36 hodinách byla provedena měření fluorescenčního vyzařování na každém ze šesti čelistových předních zubech, čtyřikrát jak přes tak i po úplně provedeném čištění zubů bez cizí pomoci.

Výsledky jsou uvedeny v tabulce níže:

10						
	Stáří	Typ	Bez plaku	S plakem	Absolutní	Relativní %
	plaku	zubu	Rozsah	Rozsah	rozdíl	rozdíl
			Průměr	Průměr	Rozsah	Rozsah
					Průměr	Průměr
15	12 h	řezák	5,89-7,82	5,48-6,63	0,25 až -1,19	4,1 až -15,2
			6,52	6,12	-0,41	-5,6
	12 h	špičák	6,92-7,96	6,84-8,27	0,42 až -0,82	6,0 až -10,3
			7,56	7,42	-0,14	-1,8
	36 h	řezák	5,66-7,41	4,46-6,13	-1,06 až -1,66	-1,2 až -16,7
20			6,23	4,95	-1,28	-11,5

Tato data ukazují na měřitelný rozdíl v intenzitě fluorescenčního vyzařování na vlnové délce sdružené s čistou zubní sklovinou, jak se vytváří plak. Relativní rozdíl mezi oblastmi zubu pokrytými plakem a čistými oblastmi ukazuje, že vyžrálý silný plak často snížil intenzitu fluorescence ve větší míře, než se podařilo tenkým usazeninám plaku, vytvořeným po 12 hodinách.

4. "Dynamická" měření zubního plaku

S použitím vzorků přirozených zubů vyčištěných od jakýchkoliv usazenin byla zkonstruována umělá čelist vložením těchto zubů v jejich přirozeném pořadí do voskového modelu. Tato řada zubů byla "skenována" s použitím sondy 73 jako pomalu se pohybujícího zubního kartáčku. Tímto způsobem, to jest postupem popisovaným výše ve spojení s odkazy na obr. 9, byla získána intenzita fluorescence vzhledem k času/vzdálenosti na řadě zubů, přičemž tento graf ukazuje velký signál při kontaktu se zuby a fluorescenční mezery (nízké signály) v mezizubních oblastech mezi zuby, přičemž tyto mezery byly ignorovány.

Při tomto experimentu bylo zjištěno, že by mohly být získány reprodukovatelné křivky, to znamená, že fluorescenční špičky podobných zubů (třenových zubů, stoliček, a podobně) byly na podobné úrovni, přičemž by mělo být možné rozlišit mezi oblastmi zubní skloviny a oblastmi mezi zuby. Fluorescenční signály byly nižší při skenování stran zubů, než signály přijímané při skenování oblastí sousedících s dásní, což reprezentuje přirozený gradient intenzity čistých zubních povrchů.

Po těchto úspěšných testech "in vitro" (ve zkumavce - to jest ne na živém organismu) byly provedeny testy na živo ("in vivo") na třech dobrovolnících, kteří rezignovali na veškerou ústní hygienu po časovou periodu dvou dní. Byly provedeny testy podle výše uvedeného popisu: před a po provedení pečlivého čištění zubů bez cizí pomoci na skousávací (prořezávací) oblasti zubů, a rovněž paralelně s dásní, ale také na horní čelisti (maximila) a spodní čelisti (mandibula).

Výsledky jsou uvedeny na obr. 11 a obr. 12, které ukazují intenzitu fluorescenčního vyzařování plakem pokrytých zubů a stejných zubů po čištění, přičemž obr. 11 ilustruje měření prováděná v blízkosti kořenů zubů, kde se tvoří usazeniny plaku, a obr. 12 ilustruje měření v blízkosti korunky zubů, kde není pravděpodobné, že by se vytvářely usazeniny plaku.

Tyto výsledky ukazují, že intenzita fluorescence čistých zubů na živo byla vyšší v blízkosti dásně (viz obr. 11) a nižší v skousávacích oblastech (viz obr. 12). Kde je očekáváno málo plaku, to jest ve skousávacích oblastech, byly střední hodnoty intenzity plakem pokrytých a čistých zubů téměř stejné, viz obr. 11. Kde jsou očekávány usazeniny plaku, to jest v dásňové oblasti, byly signály sníženy vzhledem k čistým zubům, viz obr. 12.

Pro každý ze zubů, skenovaných pohybující se sondou, je patrné, že intenzita fluorescenčního vyzařování se zvyšuje, jak je zub čištěn od usazenin, přičemž toto zvýšení je větší pro oblast zubu v blízkosti dásně, jak je znázorněno na obr. 11. Jak je patrné na obr. 11, je před čištěním zubů, to znamená, že jsou přítomné usazeniny, rozdíl v intenzitě fluorescence $(I^1 - I^2)_{\text{nečištěno}}$ mezi nejvyšší a nejnižší špičkou (při ignorování "falešných" minim mezi zuby) přibližně 17,5 jednotek intenzity. Po čištění zubů, to znamená, že usazeniny jsou odstraněny, je rozdíl v intenzitě fluorescence $(I^1 - I^2)_{\text{čištěno}}$ mezi nejvyšší a nejnižší špičkou (opět při ignorování "falešných" minim mezi zuby) snížen na přibližně 8,0 jednotek intenzity, což představuje přibližně 50% snížení. Rovněž může být z obr. 11 patrné, že se zvýšil průměr výšek špiček o přibližně 20 až 30 % v důsledku čištění zubů. Podobné

výsledky jsou získány pro skousávací oblast, jak je znázorněno na obr. 12, ačkoliv zde je rozdíl mezi $(I^1 - I^2)_{\text{nečištěno}}$ a $(I^1 - I^2)_{\text{čištěno}}$ a nárůst průměru menší, než pro oblast u dásně. Tato data prokazují uskutečnitelnost dynamických měření pro zajištění indikace pro přítomnost usazenin.

5. Fluorescenční měření na jednotlivých zubech

Byly provedeny experimenty pro stanovení, zda auto fluorescence "čisté" zubní skloviny se mění od polohy k poloze v různých místech na povrchových oblastech podél vertikální osy zuby, to jest od krčkové oblasti, kde se zuby střetávají s dásní (nebo jinak od dásňové oblasti), ke skousávací oblasti (nebo korunce) zubu. Tyto experimenty byly provedeny na plakem pokrytých a rovněž na čistých zubních površích. Tři dobrovolníci rezignovali po dobu 2 dní na jakoukoliv mechanickou nebo chemickou ústní hygienu. O těchto dobrovolnících bylo známo, že se u nich vytváří plak málo, průměrně a hodně. Poté byla zaznamenána fluorescence skloviny na různých typech zubů v maximálně 4 místech podél vertikální osy, to jest v krčkové oblasti, u korunky a ve dvou mezilehlých oblastech (1 nižší, 2 vyšší) před a po profesionálním vyčištění zubů (to jest s pomocí dentisty).

Výsledky pro typického dobrovolníka, kterým je dobrovolník, u kterého se vytváří mnoho plaku, jsou uvedeny v tabulce níže.

Horní čelist	Křčková oblast		Mezilehlá oblast 1		Mezilehlá oblast 2		Oblast skusu	
Zub	Bez plaku s plakem	Rozdíl v [%]	Bez plaku s plakem	Rozdíl v [%]	Bez plaku s plakem	Rozdíl v [%]	Bez plaku s plakem	Rozdíl v [%]
11	35,5 36,5		22,5 22,0	-2,3	25,0 22,5	-11,1	26,0 23,0	13,0
23	57,0 45,0		41,0 34,0	-20,6	23,0 22,0	-4,5	22,0 20,0	-10
25	69,0 52,0		52,0 40,0	-30,0	31,0 29,0	-6,9	23,0 20,5	-12,2
26**	86,0 54,0		55,0 32,0	-71,9	**		26,0 23,5	-10,6

Dolní čelist

31	33,0 30,0	-10	25,0 24,0	-4,2	25,0 26,0	+3,1	29,0 28,0	-3,6
33	79,0* 71,0*	-11,3	63,0 49,0	28,6	29,0 24,0	-20,8	23,5 21,5	-9,3
35	60,0 59,0	-1,7	42,0 35,0	-20,0	29,0 30,0	+3,3	23,5 21,5	-9,3
36**	73,0 60,0	-21,7	50,0 31,0	-61,3	**	**	23,5	+16,1

* přechod zubovina - sklovina

** dostupné pouze 2 hodnoty

Výsledky pro tři dobrovolníky jsou shrnuty v tabulce níže, která ukazuje změnu v intenzitě fluorescenčního vyzařování při odstranění usazenin plaku.

5

Změna v intenzitě fluorescence

Dobrovol- ník č.	Tvorba plaku	Oblast dásně	Průměr	Oblast skusu	Průměr
1	malá	4,8 až -61,0	-1,8	9,6 až -8,6	±0
2	střední	7,2 až -26,3	-8,7	5,6 až -9,4	±1,0
3	velká	2,7 až -59,3	-11,3	16,1 až -13,0	-9,7

10

15

Výsledky ukazují, že je zde gradient v intenzitě auto fluorescence se vzdáleností podél vertikální osy zubu, začínajíc od velkých intenzit fluorescence v dásňové oblasti (oblast krčku) k nižším a rovnoměrněji rozloženým intenzitám v oblasti skusu (korunky). Zejména vysoké hodnoty intenzity byly získány, když byl sondě přístupný tak zvaný přechod zubovina - sklovina.

20

25

Intenzita fluorescenčního vyzařování byla snížena usazeninami plaku ve větší či menší míře ve vztahu k tloušťce a umístění plaku. V oblasti skusu nebyl očekáván žádný plak a, ačkoliv byly zjištěny variace v intenzitě fluorescenčního vyzařování, střední (průměrná) hodnota změny intenzity u všech tří dobrovolníků po odstranění plaku byla 1 až 0 pro malou a střední tvorbu plaku a přibližně 10 % pro velkou tvorbu plaku. Naproti tomu v krčkové oblasti, kde lze očekávat nejvíce plaku, bylo snížení v intenzitě fluorescence největší, například přibližně 11 % bylo zaznamenáno pro velkou tvorbu plaku.

30

Tyto výsledky mohou být vyjádřeny jako graf znázorněný na obr. 13, který ilustruje změny v intenzitě fluorescenčního vyzařování na vlnové délce odpovídající vyzařování z čistých zubních povrchů s vertikální vzdáleností podél zubu, jak pro čistý povrch tak i s přítomností usazenin plaku. Z tohoto grafu může být patrné, že pro dva body oddálené podél vertikální osy zubu od dásňové oblasti k oblasti skusu, je strmější gradient v intenzitě fluorescenčního vyzařování od zubu s usazeninami plaku na jeho povrchu, než pro čistý zub. Měření tohoto gradientu mohou být využita jako základ pro detekci zubního plaku na povrchu zubu a změna na méně strmý gradient během čištění zubů může být spojena s počáteční přítomností plaku, který byl následně odstraněn.

Zastupuje :

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Zařízení pro detekci biologických usazenin na povrchu
zubu, které zahrnuje ozařovací prostředek pro vedení budícího
záření na testovaný zubní povrch, detekční prostředek pro
5 detekci vyzařování emitovaného z testovaného zubního povrchu
v odezvě na budící záření, prostředek pro zpracování
charakteristik emitovaného vyzařování a pro vytvoření
spojitosti charakteristik s přítomností biologických
usazenin, a pro indikaci přítomnosti biologických usazenin
10 uživateli zařízení, **vyznačující se tím, že** zahrnuje:

ozařovací prostředek pro vedení budícího záření s
vlnovou délkou až 530 nm na testovaný zubní povrch, který na
sobě pravděpodobně má biologické usazeniny,

15 detekční prostředek pro detekci fluorescenčního
vyzařování z testovaného zubního povrchu při vlnové délce
sdružené s vlnovou délkou auto fluorescenčního vyzařování ze
zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin,

20 prostředek pro provedení porovnání intenzity uvedeného
fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu s
intenzitou auto fluorescenčního vyzařování při vlnové délce
sdružené s vlnovou délkou auto fluorescenčního vyzařování ze
zubního povrchu v podstatě bez biologických usazenin, ze
zubního povrchu, který má na sobě méně biologických usazenin,
než je přítomno na testovaném zubním povrchu,

25 prostředek pro vytvoření spojitosti snížení intenzity
uvedené auto fluorescence vzhledem k intenzitě auto
fluorescence ze zubního povrchu, který má na sobě méně
biologických usazenin, než je přítomno na testovaném zubním
povrchu, s přítomností biologických usazenin na testovaném
30 zubním povrchu, a

indikační prostředek pro indikaci přítomnosti biologických usazenin uživateli zařízení.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** budící záření má vlnovou délku 420 až 530 nm.

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím, že** detekční prostředek detekuje fluorescenční vyzařování v rozsahu vlnových délek nad 520 nm.

4. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** intenzita auto fluorescence ze zubních povrchu bez biologických usazenin nebo v podstatě bez biologických usazenin je uložena jako referenční standard v zařízení.

5. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** je zkonstruováno pro počáteční změření intenzity auto fluorescenčního vyzařování z čistého povrchu a pro použití uvedené intenzity jako základu pro porovnání s intenzitou vyzařování z testovaného zubního povrchu.

6. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** detekční prostředek je posunutelný mezi místy na zubech uživatele, takže během tohoto posouvání je budící záření vedeno na množství zubních povrchů na stejných nebo různých zubech, je měřena změna fluorescenčního vyzařování detekovaného při posouvání zařízení v ústech uživatele a vytvořena spojitost takto získaného měření s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu.

7. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím, že** je upraveno pro měření rozdílu mezi nejvyšší a nejnižší špičkou

intenzity fluorescenčního vyzařování a pro vytvoření spojitosti změn v tomto rozdílu během procesu čištění zubů s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu.

5 8. Zařízení podle nároku 6 nebo 7, **vyznačující se tím, že** je upraveno pro měření průměru mezi nejvyšší a nejnižší špičkou a pro vytvoření spojitosti zvýšení tohoto průměru během procesu čištění zubů s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu.

10 9. Zařízení podle nároku 6, 7 nebo 8, **vyznačující se tím, že** je zkonstruováno pro ignorování jakékoliv špičky intenzity fluorescence pod specifikovanou určitou minimální hodnotou.

15 10. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** je zkonstruováno pro:

detekování fluorescenčního vyzařování během časové periody, po kterou se detekční zařízení posouvá od jedné oblasti zubu k jedné nebo více dalším oblastem zubů;

20 detekování špiček intenzity vyzařování v čase;
pro měření a porovnání výšek takových špiček.

25 11. Zařízení podle nároku 10, **vyznačující se tím, že** je zkonstruováno pro měření rozdílu mezi výškou nejnižší a nejvyšší špičky intenzity fluorescenčního vyzařování a pro vytvoření spojitosti tohoto rozdílu s přítomností biologických usazenin, což je potom indikováno uživateli zařízení.

30 12. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** je vytvořeno s detekčním prostředkem pro detekci fluorescenčního vyzařování ze dvou oddálených

oblastí zubního povrchu a pro porovnání vzájemných intenzit fluorescenčního vyzařování z těchto dvou oddálených povrchů, pro vytvoření spojitosti jakéhokoliv rozdílu mezi vzájemnými intenzitami s přítomností biologických usazenin na zubním povrchu a pro indikaci přítomnosti takových usazenin uživateli zařízení.

13. Zařízení podle nároku 12, **vyznačující se tím, že** maximálním oddálením dvou oblastí je výška od přechodu s dásní ke korunce zubu.

14. Zařízení podle nároku 12 nebo 13, **vyznačující se tím, že** zahrnuje dva detekční prostředky umístěné vzájemně vůči sobě tak, že při vložení zařízení do úst bude jeden z těchto dvou detekčních prostředků pravděpodobně umístěn v blízkosti zubu v nebo u dásně a druhý detekční prostředek bude v nebo u korunky zubu.

15. Zařízení podle nároku 14, **vyznačující se tím, že** zahrnuje hlavu zubního kartáčku se dvěma detekčními prostředky umístěnými přes šířku zubního kartáčku.

16. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** je zkonstruováno pro zjištění přítomnosti a/nebo změření jakéhokoliv gradientu v intenzitě fluorescenčního vyzařování se vzdáleností přes testovaný zubní povrch, jak se zařízení posouvá od jedné části zubního povrchu k dalšímu.

17. Zařízení podle nároku 16, **vyznačující se tím, že** je zkonstruováno pro detekci a/nebo změření změn v gradientu během procesu čištění zubů.

18. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** navíc zahrnuje:

5 detekční prostředek pro detekci auto fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu na vlnové délce, sdružené s auto fluorescenčním vyzařováním z biologických usazenin na zubním povrchu, a

prostředek pro vytvoření spojitosti tohoto auto fluorescenčního vyzařování s přítomností biologických usazenin na testovaném zubním povrchu, a

10 indikační prostředek pro indikaci přítomnosti biologických usazenin pro uživatele zařízení.

19. Zařízení podle nároku 18, **vyznačující se tím, že** detekční prostředek je schopen detekovat auto fluorescenční vyzařování z testovaného zubního povrchu na vlnové délce
15 sdružené s auto fluorescenčním vyzařováním ze zubního plaku na zubním povrchu.

20. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** budící záření má vlnovou délku o velikosti 470 ± 40 nm.
20

21. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** ozařovací prostředek zahrnuje světlovod pro vedení budícího záření na testovaný zubní povrch, který zahrnuje jedno nebo více optických vláken, a
25 detekční prostředek zahrnuje světlovod, zahrnující jedno nebo více optických vláken, pro vedení fluorescenčního vyzařování ze zubního povrchu k detektoru pro emitované fluorescenční vyzařování.

30 22. Zařízení podle nároku 21, **vyznačující se tím, že** optická vlákna, zahrnující světlovod ozařovacího prostředku a

detekčního prostředku, jsou spojena dohromady do svazku uvnitř vhodného vedení a ukončena ve společné optické sondě.

23. Zařízení podle nároku 21 nebo 22, **vyznačující se tím, že** pro světlovod emitovaného vyzařování je použit větší počet vláken, než pro budící záření, vzhledem k nižší intenzitě emitovaného fluorescenčního vyzařování.

24. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** zahrnuje oddělovací filtr pro zabránění záření s vlnovou délkou pod přibližně 420 nm v dosažení tkání uživatele zařízení.

25. Zařízení podle nároku 24, **vyznačující se tím, že** zahrnuje filtr tvořený dichroickým zrcadlem.

26. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** budící záření a detekce fluorescenčního vyzařování jsou modulovány a/nebo fázově zavěšeny.

27. Zařízení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** zahrnuje zubní kartáček mající prostředek pro vedení budícího záření na testovaný zubní povrch a prostředek pro detekci fluorescenčního vyzařování z testovaného zubního povrchu, začleněné do hlavy zubního kartáčku.

28. Zařízení podle nároku 27, **vyznačující se tím, že** je zkonstruováno pro indikaci počáteční přítomnosti biologických usazenin na povrchu zubů uživatele a pro indikaci kvantitativního snížení nebo absence biologických usazenin poté, co zuby byly čištěny po vhodné časovou periodu.

29. Zařízení podle nároku 27 nebo 28, **vyznačující se tím,**
že je zkonstruováno pro indikaci uživateli, že biologické
usazeniny jsou přítomné někde v oblasti zubů uživatele.

Zastupuje :

5

10

15

20

25

30

05.05.01

1/9

Fig.1.

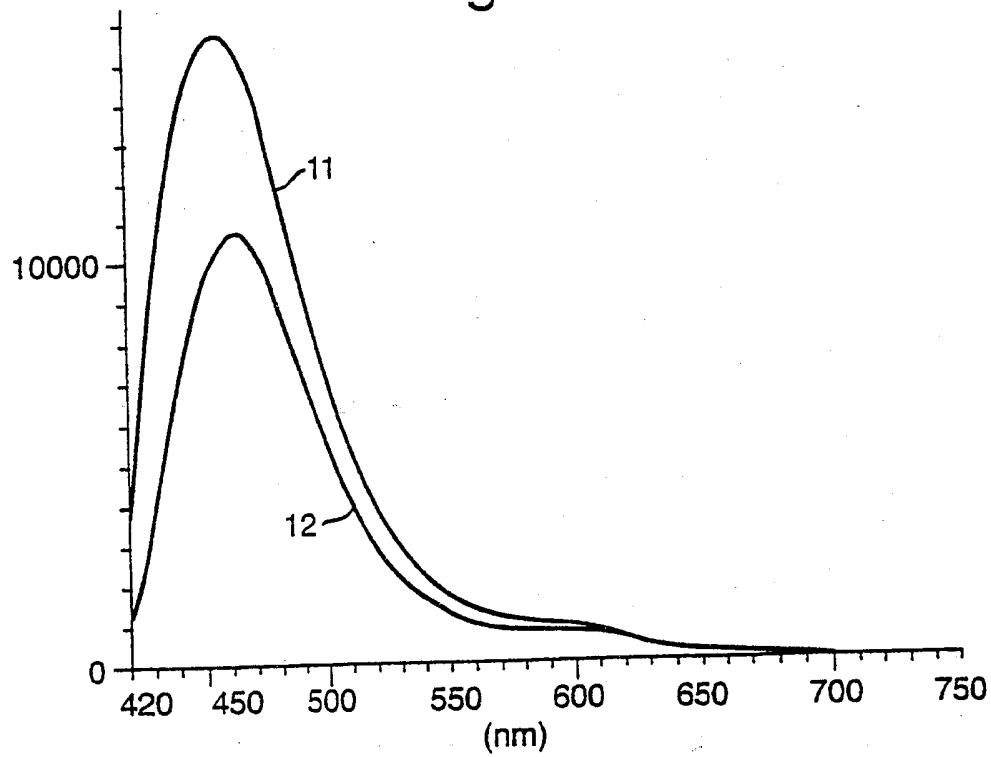
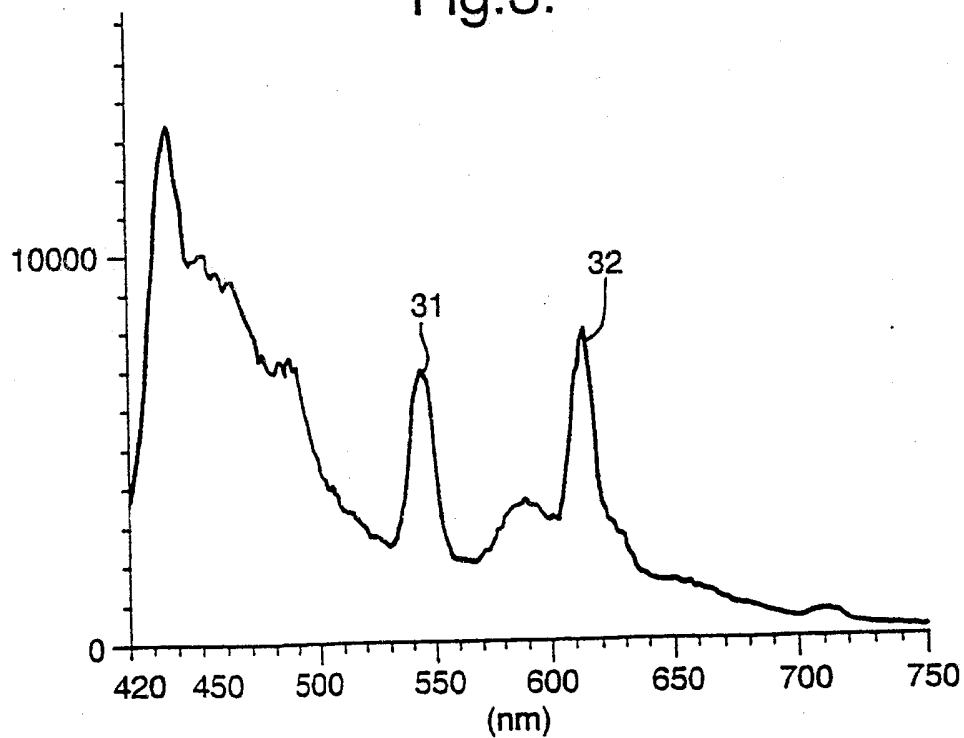


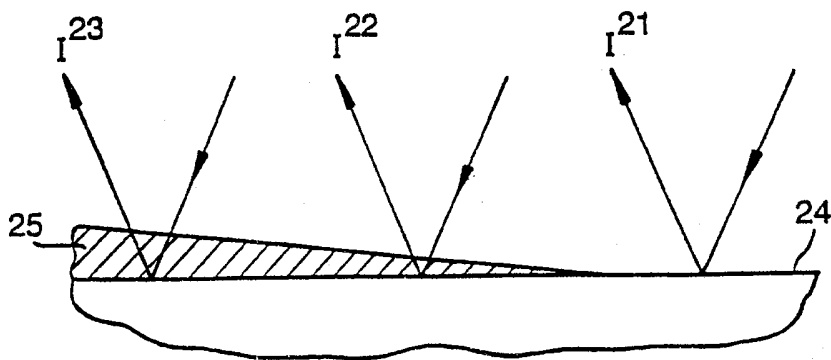
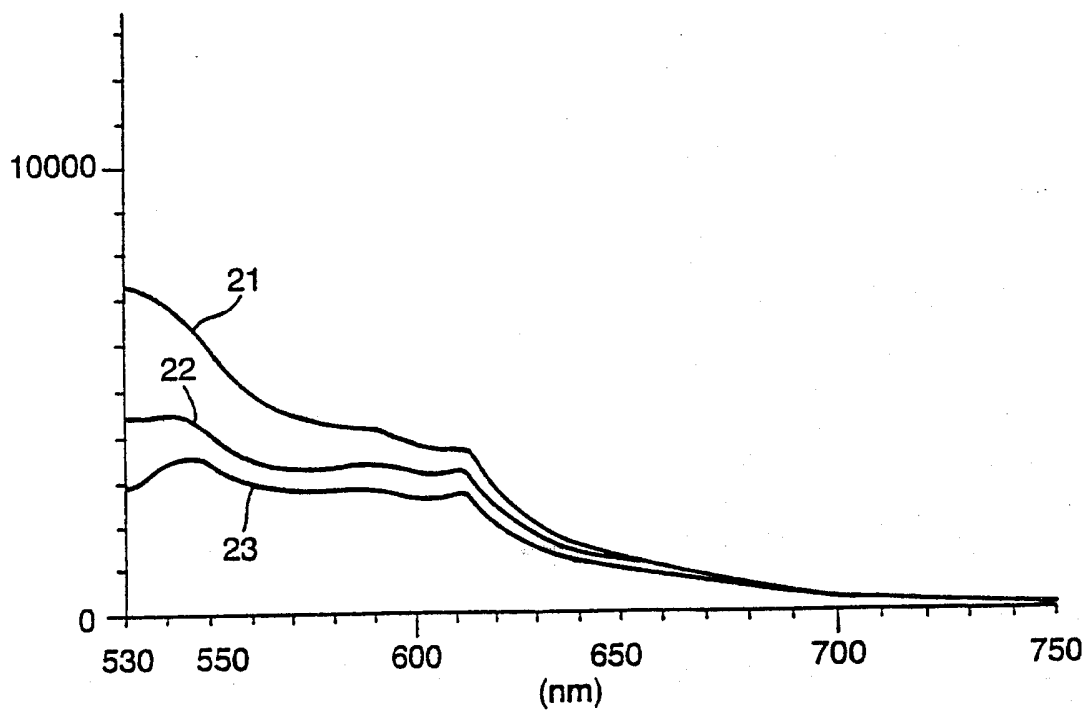
Fig.3.



05.08.01

2/9

Fig.2.



05.08.01

3/9

Fig.4.

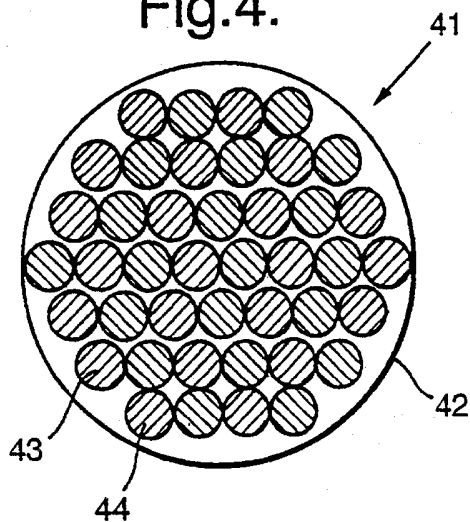
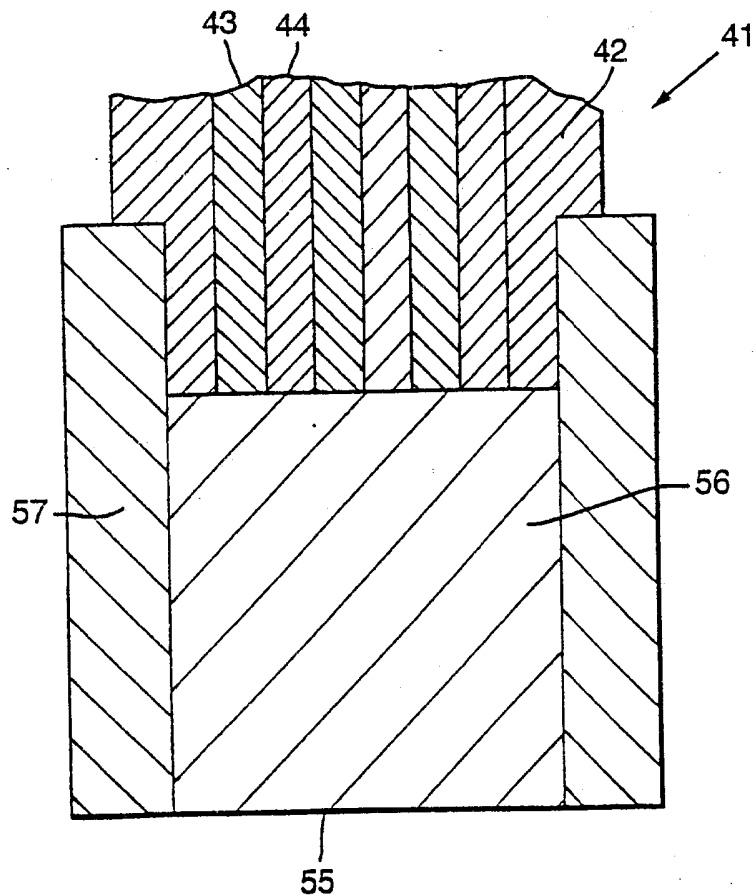


Fig.5.



4/9

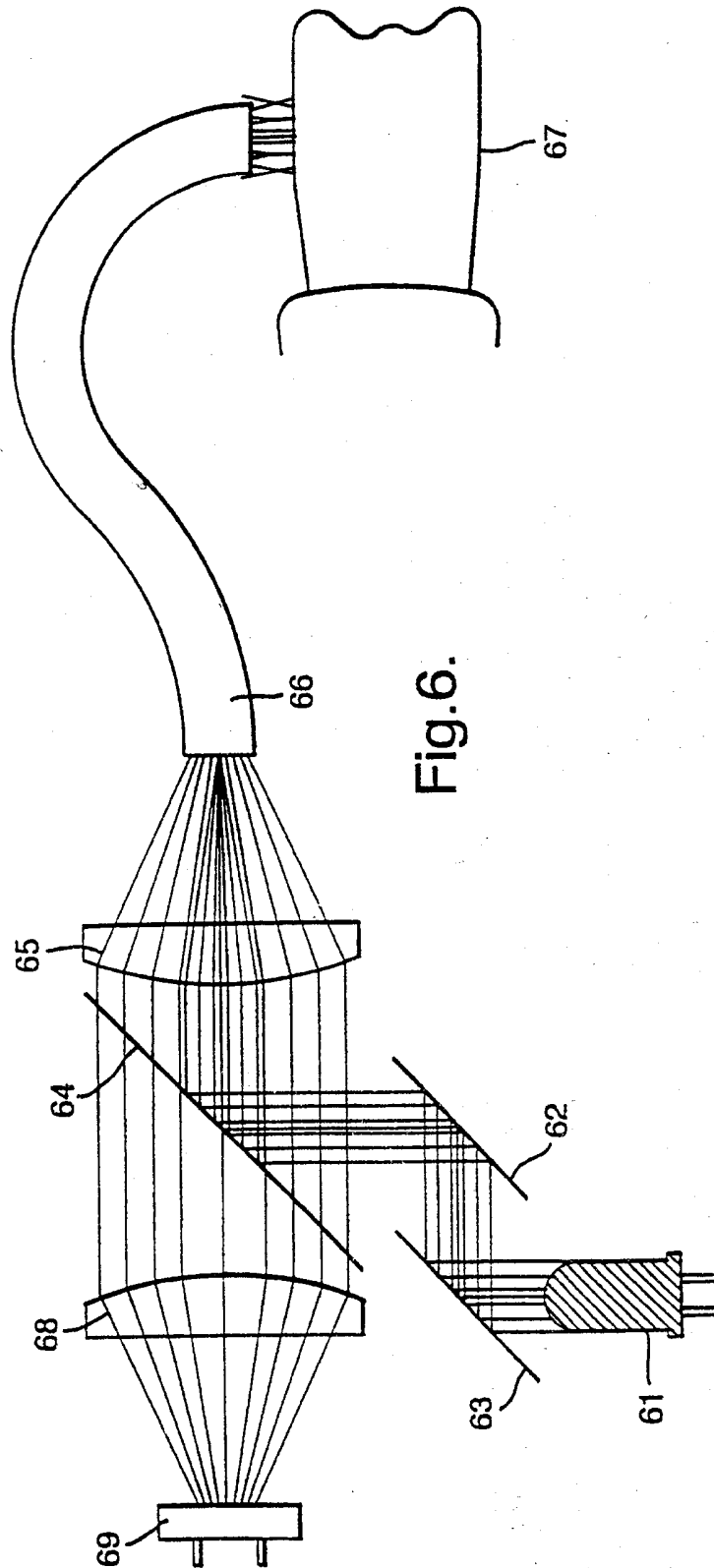


Fig.7.

5/9

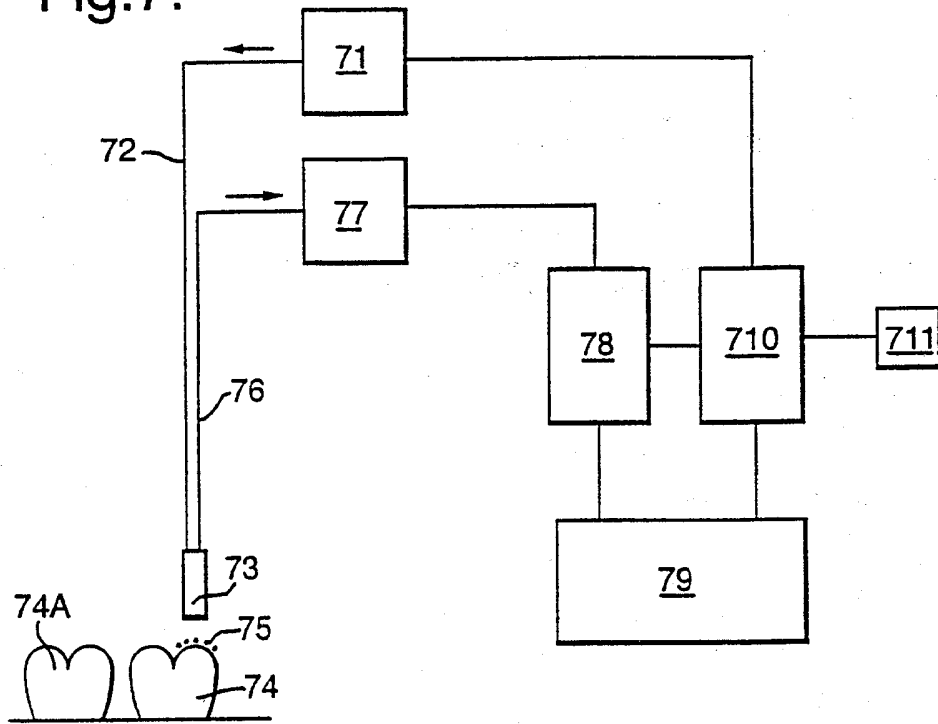
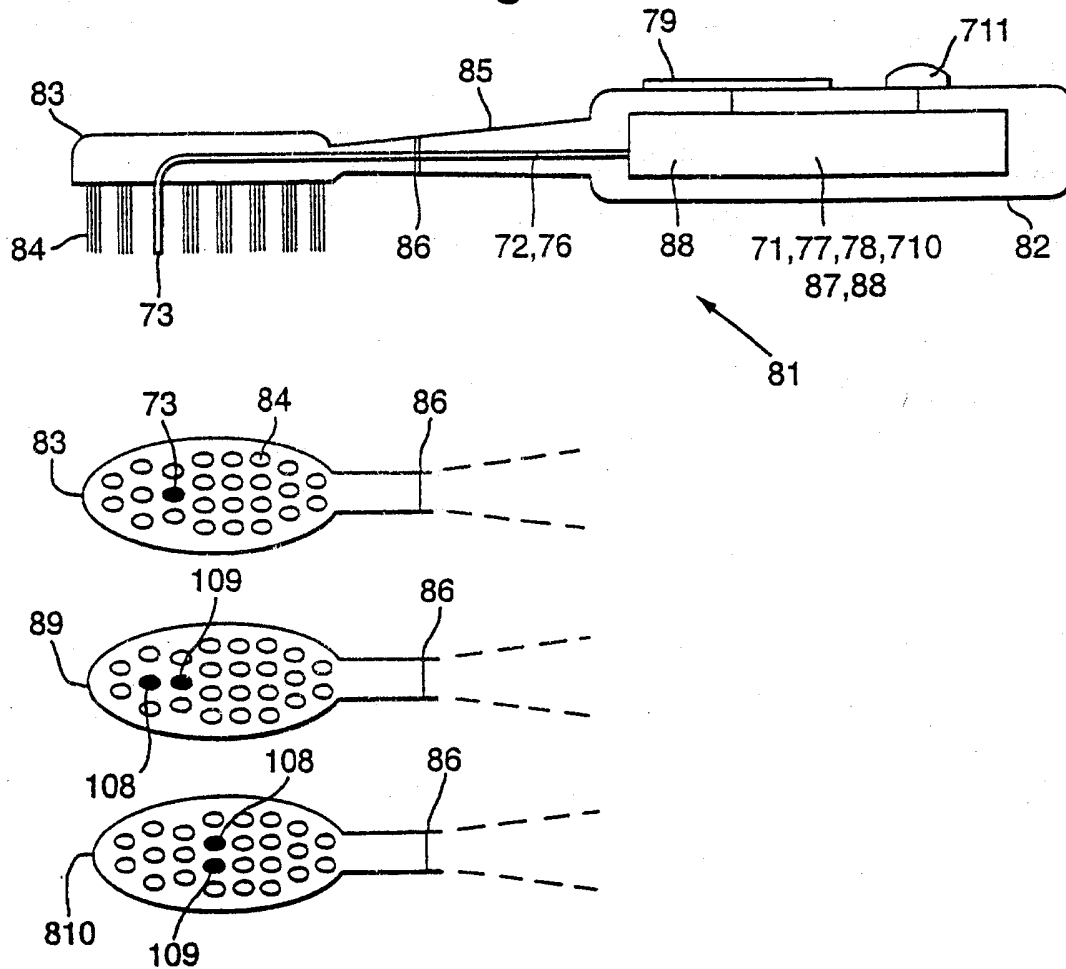
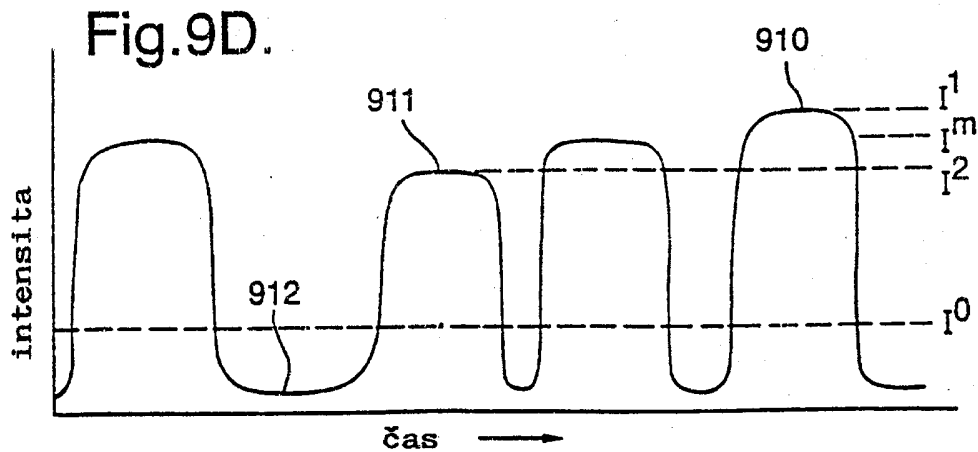
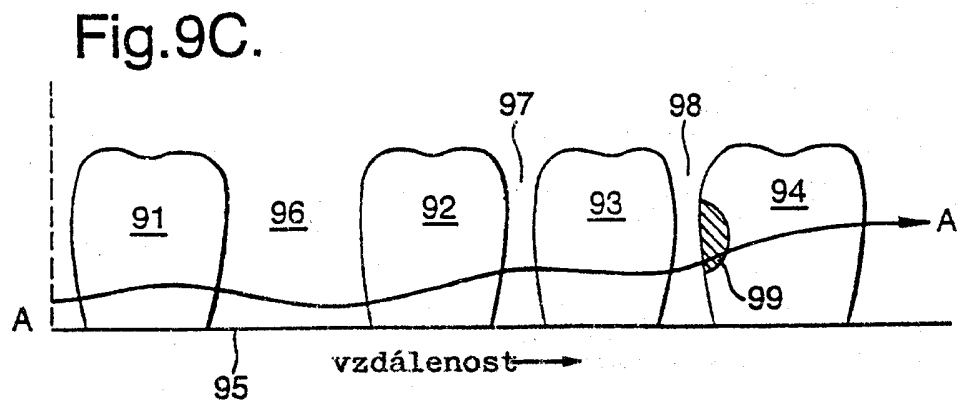
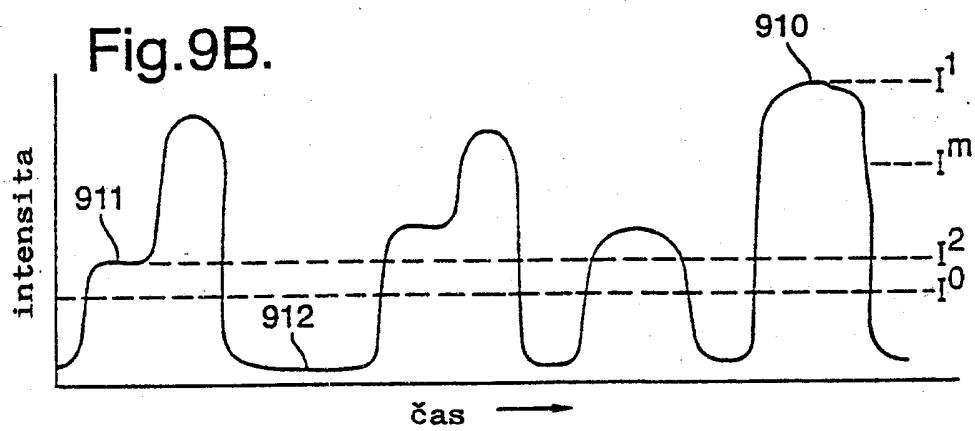
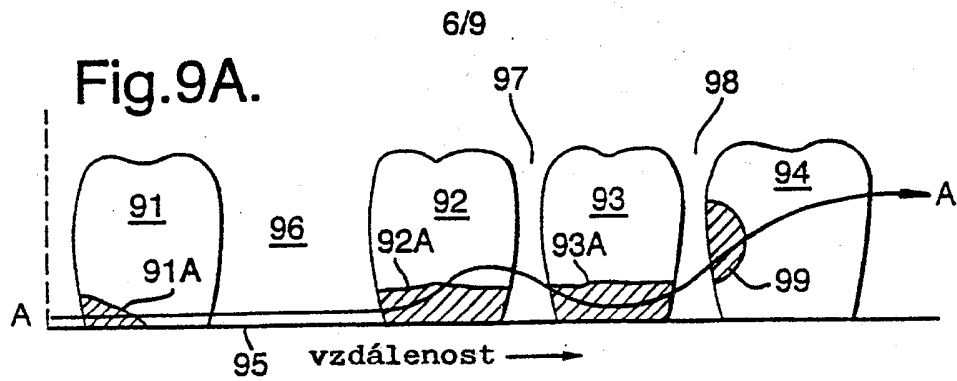


Fig.8.





7/9

Fig.10.

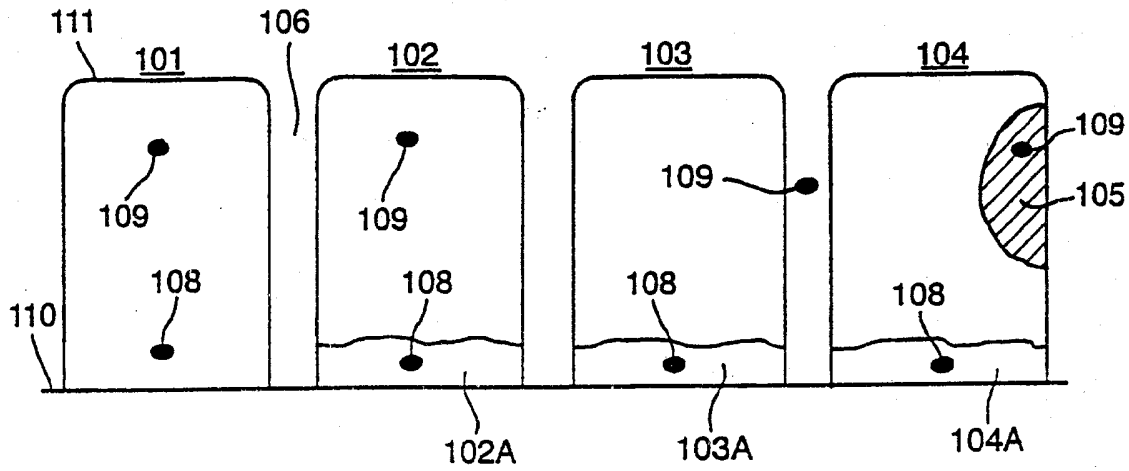


Fig.13.

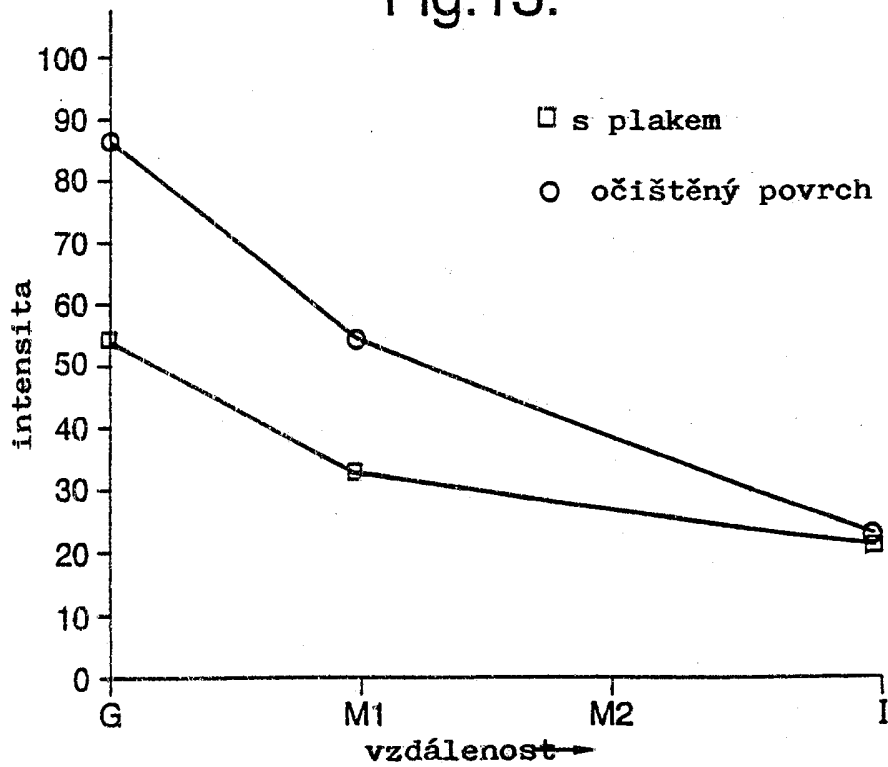
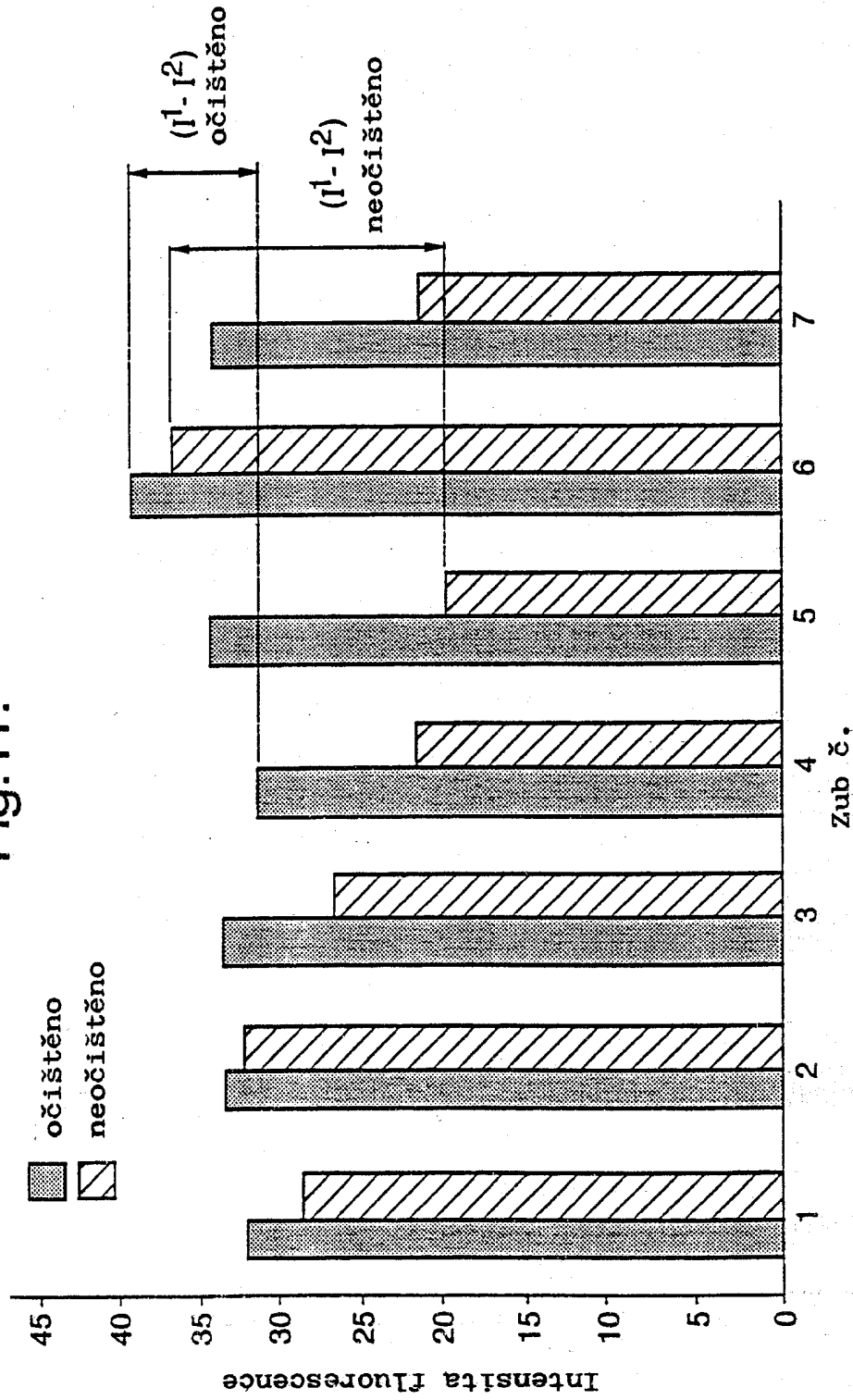


Fig.11.



9/9

Fig.12.

